

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ

Под редакцией профессора В.И. Лойко
2-е издание, переработанное и дополненное

Допущено
Министерством сельского хозяйства
Российской Федерации
в качестве учебника
для студентов
высших сельскохозяйственных
учебных заведений
по экономическим специальностям



МОСКВА
"ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА"
2005

УДК 1004.78:33](075.8)
ББК 65ф.я73
И74

АВТОРЫ:

**Т.П. Барановская, В.И. Лойко,
М.И. Семенов, А.И. Трубилин**

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

**кафедра вычислительной техники
и автоматизированных систем управления**

Кубанского государственного технологического университета
(заведующий кафедрой - д-р техн. наук, профессор В.И. Ключко);

Е.М. Трахов,
директор Южнороссийского института
мониторинга земель и экосистем

Информационные системы и технологии в экономике: Учеб-
И74 ник. - 2-е изд., доп. и перераб. / Т.П. Барановская, В.И. Лойко,
М.И. Семенов, А.И. Трубилин; Под ред. В.И. Лойко. - М.:
Финансы и статистика, 2005. - 416 с: ил.

ISBN 5-279-02605-0

Изложены основные теоретические и практические вопросы, связанные с организацией и использованием информационных систем в экономике. Определены понятия информации, управления, информационных технологий; много внимания уделено основам теории информационных процессов. Описаны базовые информационно-технологические структуры. Доработка учебника (1-е издание выходило в 1999-2002 гг. под названием «Автоматизированные информационные технологии в экономике») вызвана утверждением новых государственных образовательных стандартов, а также развитием теории и практики информационных систем.

Для студентов высших учебных заведений по специальности 351400 «Прикладная информатика (по областям)»; может быть использована для экономических специальностей, где введен одноименный курс.

2404000000-226
010(01)-2005

уда [004.78:331(075.8)
ББК 65ф.я73

ISBN 5-279-02605-0

©Коллектив авторов, 1999
© Коллектив авторов, 2003

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| К читателю | 7 |
| Предисловие | 9 |
| Введение | 11 |
| | |
| Глава 1. ИНФОРМАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ | 13 |
| 1.1. Возникновение информационных технологий. Понятие экономической информации..... | 14 |
| 1.2. Экономическая информация как часть информационного ресурса общества..... | 22 |
| 1.2.1. Информация --новый предмет труда..... | 22 |
| 1.2.2. Информационные ресурсы..... | 24 |
| 1.2.3. Развитие информационной сферы производства .. | 27 |
| 1.3. Количество информации. Методы оценки..... | 29 |
| 1.4. Информатика и информационная технология..... | 37 |
| | |
| Глава 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ | 41 |
| 2.1. Понятие системы..... | 41 |
| 2.2. Управление в системах..... | 46 |
| 2.3. Экономические информационные системы..... | 50 |
| 2.3.1. Понятие экономических информационных систем | 50 |
| 2.3.2. Структура и состав экономической информационной системы..... | 52 |
| 2.4. Человек и информационная технология..... | 58 |
| | |
| Глава 3. СТРУКТУРА БАЗОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ДАННЫЕ.. | 64 |
| 3.1. Концептуальный уровень..... | 65 |
| 3.2. Логический уровень..... | 69 |
| 3.3. Физический уровень..... | 73 |
| 3.4. Преобразование информации в данные..... | 75 |

| | |
|---|-----------|
| Глава 4. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ДАННЫХ | 81 |
| 4.1. Организация вычислительного процесса | 81 |
| 4.2. Организация обслуживания вычислительных задач | 84 |
| 4.3. Организация планирования обработки вычислительных задач | 92 |
| 4.4. Преобразование данных | 96 |
| 4.5. Нетрадиционная обработка данных | 101 |
| 4.5.1. Параллельная обработка | 101 |
| 4.5.2. Конвейерная обработка | 103 |
| 4.5.3. Классификация архитектур вычислительных систем | 105 |
| 4.5.4. Типы мультипроцессорных систем | 108 |
| 4.5.5. Концепция вычислительных систем с управлением потоком данных | 118 |
| 4.6. Управление ресурсами вычислительных систем | 120 |
| 4.6.1. Однопроцессорные системы оперативной обработки | 120 |
| 4.6.2. Многопроцессорные системы при обработке пакетов задач с прерываниями | 124 |
| 4.6.3. Многопроцессорные системы при обработке пакетов независимых задач без прерываний | 127 |
| 4.6.4. Производительность мультипроцессорных систем с общей и индивидуальной памятью | 128 |
| 4.7. Отображение данных | 137 |
| 4.7.1. Модели отображения данных | 139 |
| 4.7.2. Реализация процедур отображения | 152 |

| | |
|--|------------|
| Глава 5. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ДАННЫХ | 156 |
| 5.1. Выбор хранимых данных | 158 |
| 5.2. Базы данных | 162 |
| 5.2.1. Реляционная модель баз данных | 167 |
| 5.2.2. Объектная модель баз данных | 181 |
| 5.3. Программно- аппаратный уровень процесса накопления данных | 183 |



Глава 6. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ОБМЕНА

| | |
|--|------------|
| ДАНЫМИ | 188 |
| 6.1. Понятие вычислительных сетей..... | 190 |
| 6.2. Базовые топологии локальных компьютерных сетей | 192 |
| 6.3. Топология глобальной вычислительной сети..... | 195 |
| 6.4. Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем..... | 197 |
| 6.5. Сетевые протоколы и уровни..... | 201 |
| 6.6. Физический и канальный уровни..... | 203 |
| 6.6.1. Модуляция и демодуляция..... | 204 |
| 6.6.2. Емкость канала связи..... | 207 |
| 6.6.3. Кодирование информации..... | 210 |
| 6.6.4. Уплотнение информационных потоков..... | 213 |
| 6.7. Протоколы канального уровня..... | 217 |
| 6.8. Сетевой уровень модели OSI | 233 |
| 6.9. Глобальная сеть Интернет..... | 239 |
| 6.9.1. Появление и развитие сети..... | 239 |
| 6.9.2. Структура сети..... | 240 |
| 6.9.3. Передача информации в Интернете..... | 242 |
| 6.9.4. Краткая характеристика ресурсов Интернета..... | 245 |
| 6.9.5. Коммерческое применение Интернета..... | 251 |

Глава 7. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС

| | |
|--|------------|
| ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ | 273 |
| 7.1. Свойства и типы знаний..... | 274 |
| 7.2. Модели представления знаний..... | 278 |
| 7.3. Приобретение и формализация знаний..... | 284 |
| 7.3.1. Элементы технологии приобретения знаний..... | 284 |
| 7.3.2. Методы приобретения знаний..... | 287 |
| 7.3.3. Повышение эффективности процесса представ- ления знаний..... | 290 |

| | |
|--|------------|
| Глава 8. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ..... | 293 |
| 8.1. Базовая информационная технология в управлении предприятием..... | 293 |
| 8.2. Экономические информационные системы учета | 306 |
| 8.3. Офисная информационная технология..... | 315 |
| 8.4. Проектирование экономических информационных систем..... | 320 |
| 8.4.1. Задачи проектирования..... | 320 |
| 8.4.2. Анализ системы обработки информации. Разработка технического задания..... | 322 |
| 8.4.3. Организация разработки технического проекта... | 324 |
| 8.4.4. Организация разработки рабочего проекта | 327 |
| 8.4.5. Внедрение экономической информационной системы..... | 330 |
| 8.4.6. Экономическая эффективность информацион- ных систем..... | 333 |
| 8.4.7. Эскизное проектирование информационной технологии решения частных задач управления .. | 335 |
| 8.5. Автоматизация проектирования экономических информационных систем..... | 339 |
| 8.5.1. Модельный подход | 340 |
| 8.5.2. CASE-технологии..... | 342 |
| Глава 9. РОССИЙСКИЙ РЫНОК ФИНАНСОВО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ..... | 348 |
| 9.1. Классификация программных продуктов..... | 349 |
| 9.2. Обзор программных продуктов ведущих фирм | 359 |
| 9.3. Организация и аналитические возможности бухгалтерских программ..... | 392 |
| 9.3.1. Организация бухгалтерских программ | 392 |
| 9.3.2. Глубина детализации учета в программных продуктах..... | 394 |
| Приложение. Стандарты технологических стадий и этапов создания экономических информационных систем..... | 398 |
| Литература..... | 402 |
| Список сокращений..... | 405 |
| Предметный указатель..... | 408 |

К ЧИТАТЕЛЮ

Мы находимся в самом начале третьего тысячелетия, и нынешним студентам предстоит работать в новом веке, который, по нашему убеждению, станет веком невиданно бурного расцвета России. Развитие производства, в том числе аграрного, невозможно без информации, которая в последние десятилетия уходящего века была окончательно признана ресурсом развития человеческого общества. Впечатляющие успехи в этот же период достигнуты человечеством в информационных технологиях. Это компьютеры и компьютерные системы, локальные и глобальные сети, всемирная сеть Интернет, мультимедийные технологии и т.д.

Информатика проникла во все сферы деятельности человека. В ближайшие годы трудно будет себе представить рабочее место экономиста предприятия, в том числе аграрного, без персонального компьютера, но возможности этого универсального инструмента должны быть использованы специалистом в полной мере. Не случайно сейчас одним из требований при приеме экономиста на работу является умение работать на компьютере. Пока, правда, требуются знания только простейшие, в основном программного обеспечения "Электронного офиса", но с каждым годом планка поднимается все выше и выше, так как компьютер — ныне основной инструмент экономиста любой специализации: финансиста, бухгалтера, плановика, аналитика, менеджера и т.д. В результате изучения информационных систем и технологий специалист вооружается знаниями по эффективному применению компьютера в управлении экономическими процессами. Современные информационные технологии дают возможность оперативно и оптимальным образом управлять предприятием, осуществлять информационные коммуникации.

Учебник по курсу "Информационные системы и технологии" написан в соответствии с государственными образовательными стандартами для экономических специальностей вузов и

содержит все основные разделы, касающиеся информационных систем и технологий, применяемых в экономической деятельности.

Желаю студентам России успехов в овладении знаниями, в изучении новых наукоемких технологий, помогающих лучше организовать управление народным хозяйством. Уверен в том, что поколение российских студентов начала третьего тысячелетия станет интеллектуальным фундаментом стремительного развития экономики и науки нашей Родины.

*Ректор
Кубанского государственного
аграрного университета,
академик РАСХН*

И.Т. Трубилин

ПРЕДИСЛОВИЕ

Включение курса информационных систем и технологий в учебные планы экономических специальностей вузов свидетельствует о безусловной значимости информатики и ее составной части — информационной технологии — в деятельности экономиста любого профиля.

Информатика как наука о способах и средствах получения и преобразования информации может быть представлена на трех уровнях: физическом, логическом и прикладном.

На физическом уровне рассматриваются технические средства информатики: компьютеры с их базовым программным обеспечением и средства передачи данных (средства связи). Эти средства студенты высших учебных заведений изучают в курсе "Информатика". На логическом (модельном) уровне проводится формализация информационных процессов, позволяющая их объединить в информационную технологию, выступающую в виде сложной системы, подсистемами которой являются основные (базовые) информационные процессы, реализуемые с помощью процедур и операций. Фактически логический уровень является теоретической основой информатики. На прикладном уровне изучаются вопросы практического применения теории информационной технологии и систем в конкретных областях человеческой деятельности, в частности в экономике.

Логический и прикладной уровни информатики изучаются студентами экономических специальностей для того, чтобы учащиеся смогли осмыслить прикладной аспект конкретных информационных технологий. Эти дисциплины преподаются на III или IV курсе вуза, когда уже изучены теоретические основы профилирующих экономических дисциплин.

Предлагаемый учебник написан в соответствии с государственными стандартами по дисциплинам "Информационные системы в экономике" и "Информационные технологии в экономике" и состоит из девяти глав.

В главе 1 учебника представлены исторические и ресурсные аспекты, основы теории информации. В главе 2 даны понятия систем, управления, информационной технологии, определены

структура и состав экономических информационных систем. Глава 3 посвящена рассмотрению базовой информационной технологии на концептуальном, логическом и физическом уровнях представления. Главы 4, 5, 6 и 7 содержат описание основных информационных процессов — обработки, накопления, обмена, представления знаний — также с использованием трехуровневого подхода. В главе 8 детально излагается концепция управления предприятием, его фазами, описываются функциональные задачи и их модели, приводится взаимосвязь базовых информационных процессов, освещаются вопросы проектирования информационной технологии, включая упрощенно-эскизное и автоматизированное проектирование. В главе 9 дан обзор современного состояния российского рынка программного обеспечения информационных систем и технологий, применяемых в экономике.

Для углубленного изучения предмета в книге приведены математические модели информационных процессов и процедур, а также необходимые доказательства выдвигаемых положений. Этот материал набран петитом и может быть пропущен в случае исключения из учебного курса модельного (логического) уровня информационных технологий.

В учебнике изложены общие подходы и принципы, на которых основаны информационные системы и технологии в экономике. Для овладения практическими навыками работы в рамках конкретных информационных технологий и систем, их организации и проектирования студенты проходят лабораторный практикум и выполняют курсовую работу.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим фактором повышения эффективности производства в любой отрасли является улучшение управления. Совершенствование форм и методов управления происходит на основе достижений научно-технического прогресса, дальнейшего развития информатики, занимающейся изучением законов, методов и способов накапливания, обработки и передачи информации с помощью электронных вычислительных машин (ЭВМ) и других технических средств. Методы и средства информатики реализуются в виде информационных технологий (ИТ), называемых также новыми или современными.

В мире наступил такой период, когда производственный потенциал и научный уровень общества определяются суммарной мощностью ЭВМ и технологическим совершенством переработки информации.

Вооружить человека принципиально новыми орудиями производства и технологиями, усиливающими его возможности по обработке информации, — важнейшая технико-экономическая задача, которая требует ускоренного развития индустрии информатики. При этом возникают новые, еще не устоявшиеся в научной литературе понятия: *информационная экономика, информационные ресурсы, сетевая экономика* и т. д.

Национальные информационные ресурсы — новая экономическая категория. Информация становится таким же ресурсом, как материал и энергия, и, следовательно, по отношению к нему должны быть сформулированы те же критические вопросы: кто владеет ресурсом **информация?** кто в нем заинтересован? насколько он доступен? возможно ли его коммерческое использование?

В течение всей предшествующей XX в. истории развития цивилизации основным предметом труда человека оставались материальные объекты. Деятельность за пределами материального производства и обслуживания, как правило, относилась к категории непроеизводственных затрат.

В конце XX в. впервые в истории человечества основным предметом труда в общественном производстве промышленно развитых стран становится информация. Возникли тенденции неуклон-

ного перекачивания трудовых ресурсов из сферы материального производства в информационную сферу, что является сейчас наиболее заметным симптомом, который получил название "информационный кризис".

По данным ЮНЕСКО, в настоящее время уже более половины всего занятого населения индустриально развитых стран принимают участие в процессе производства и распространения информации.

Как известно, большая часть усилий людей, занятых в информационном секторе, имеют своей целью управление **людьми** и машинами в ходе трудового процесса, однако усложнение трудового процесса вызывает трудности управления при обработке информации вручную.

Автоматизированная обработка экономической информации с применением средств связи и оргтехники вооружает администрацию и непосредственных исполнителей точными сведениями об объеме работы, проделанной за любой отрезок времени, об использовании трудовых и материальных ресурсов, о себестоимости и трудоемкости отдельных видов продукции и др. На основе этих данных осуществляются расчеты экономической эффективности производства, его отдельных отраслей и видов продукции, контролируется ход производства.

Дальнейшая автоматизация управленческого труда служит средством сокращения и удешевления аппарата управления.

Использование современных информационных технологий в сфере управления обеспечивает повышение качества экономической информации, ее точности, объективности, оперативности и, как следствие этого, возможности принятия своевременных управленческих решений.

Глава

ИНФОРМАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Термин "информация" происходит от латинского слова "informatio" — разъяснение, осведомление, изложение. Мы вкладываем в это слово весьма широкий смысл и часто можем пояснить его только на интуитивном уровне. Говоря "информация", мы имеем в виду и сообщения по радио и телевидению, и содержание газет, книг, баз данных, библиотек, и знания, почерпнутые из общения с людьми и полученные в научных журналах. Информацию хранят в книгах, библиотеках, в базах данных, на бумаге и машинных носителях. Информацию передают устно и письменно, с помощью электрических сигналов и радиоволн; получают с помощью органов чувств, **электрических** датчиков фото- и видеокамер.

Отдельные данные и сообщения обрабатывают, преобразовывают, систематизируют, сортируют и получают новую информацию или новые знания.

В широком смысле *информация* — это сведения, знания, сообщения, являющиеся объектом хранения, преобразования, передачи и помогающие решить поставленную перед человеком задачу.

В философском смысле информация есть отражение реального мира; **это** сведения, которые один реальный объект содержит о другом реальном объекте. Таким образом, понятие информации связывается с определенным объектом, свойства которого она отражает.

1.1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. ПОНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Под *технологией* (гр. *techne* — искусство, мастерство + *логия*) понимают обычно: 1) совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката в процессе производства, например технология металлов, химическая технология, технология строительных работ; 2) наука о способах воздействия на сырье, материалы или полуфабрикаты соответствующими орудиями производства.

Рассматривая *технологию* как науку о производстве материальных благ, ученые выделяют в ней три аспекта [32]: *информационный, инструментальный и социальный*. Информационный аспект включает описание принципов и методов производства; инструментальный — орудия труда, с помощью которых реализуется производство; социальный — кадры и их организацию.

Понятие *информационная технология* возникло в последние десятилетия XX в. в процессе становления информатики. Особенностью информационных технологий является то, что в ней и предметом, и продуктом труда является информация, а орудиями труда — средства вычислительной техники и связи. Информационная технология как наука о производстве информации возникла именно потому, что информация стала рассматриваться как вполне реальный производственный ресурс наряду с другими материальными ресурсами. Причем производство информации и ее верхнего уровня — знаний — оказывает решающее влияние на модификацию и создание новых промышленных технологий.

За точку отсчета развития человеческой цивилизации обычно принимают время, когда люди начали создавать орудия труда и охоты. Вся последующая история технического прогресса от овладения огнем до открытия ядерной энергии — это история последовательного подчинения человеку все более могущественных сил природы. Задача, решаемая на протяжении тысячелетий, — умножать различными инструментами и машинами мускульную силу человека. В то же время попытки создания инструментов,

См.: Современный словарь иностранных слов. — М.: Рус. яз., 2001.

усиливающих природные возможности человека по обработке информации, начиная от камешков абака и заканчивая механическим прототипом современной ЭВМ — машиной Беббиджа, составляют лишь ничтожную часть в общем потоке развития научно-технического прогресса.

Как известно, для реализации научно-технической идеи требуется выполнение по крайней мере трех основных условий:

- идея не должна противоречить известным законам науки;
- в ее реализации должна быть остро заинтересована значительная часть общества;
- должен быть достигнут уровень технологии общественно-го производства, обеспечивающий эффективную реализацию заложенных в идею технических принципов.

Первое из этих условий для машины Ч. Беббиджа выполнялось. Чтобы ответить на вопрос, созрел ли к середине XIX в. социальный заказ на информационную машину, посмотрим на рис. 1.1.

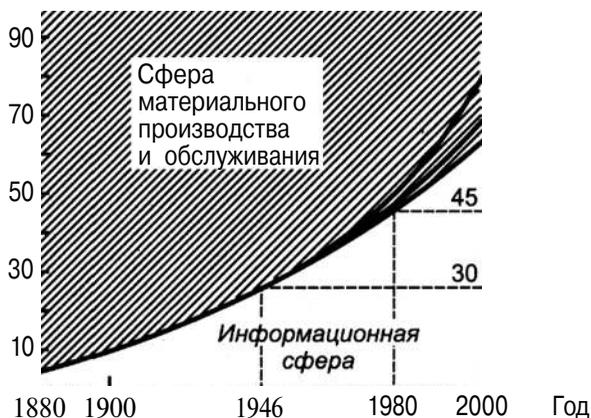


Рис. 1.1. Перераспределение трудовых ресурсов из сферы материального производства и обслуживания в информационную сферу США

Из этого рисунка видно, что в США до конца XIX в. свыше 95% трудоспособного населения страны были заняты физическим трудом и только менее 5% — работой с информацией. Понятно, что в этих условиях основные производственные усилия общества были направлены на совершенствование инструментов

и машин, облегчающих работу с материальными объектами, а информация могла подождать.

На самых ранних этапах формирования трудовых коллективов для синхронизации выполняемых действий человеку потребовались кодированные сигналы сообщения, сложность которых быстро возрастала с повышением трудового процесса. Эту задачу человеческий мозг решал эволюционно — без каких-либо искусственно созданных инструментов: развилась и постоянно совершенствовалась человеческая речь. Речь оказалась и первым носителем человеческих знаний. Знания накапливались в виде устных рассказов и преданий и в такой форме передавались от поколения к поколению. Природные возможности человека по накоплению и передаче знаний впервые получили "технологическую поддержку" после создания письменности. Начатый тогда процесс поиска и совершенствования носителей информации продолжается до сих пор: сначала это были камень, кость, дерево, глина, папирус, шелк, бумага, а теперь — магнитные и оптические носители информации, кремний и т.д.

По современным археологическим данным, дистанция на шкале времени между первыми инструментами для работы с материальными объектами (топор, ловушки и др.) и инструментами для регистрации информационных образов (на камне, кости и т.д.) — около миллиона лет. Иными словами, почти 99% своего исторического пути люди имели дело в основном только с материальными объектами. Весь отрезок времени, в течение которого они сначала научились регистрировать информационные образы, а затем и обрабатывать их, не составляет и 1% возраста человеческой цивилизации. Поэтому исторический опыт, а следовательно, и глубина творческой интуиции человека на несколько порядков слабее в информационной сфере деятельности, чем в сфере традиционного материального производства.

Одновременно с развитием процесса накопления знаний в человеческом обществе шел процесс формирования обособленной профессиональной группы, для которой сначала основным, а затем и единственным "служебным занятием" становится работа с информацией. Жрецы — хранители устных сокровищ знаний, а затем переписчики и толкователи книг тысячелетиями сохраняли за собой исключительную **власть**, основанную на монопольном доступе к растущему фонду человеческого опыта, оставались по-

средниками между накопленными знаниями и заинтересованными в этих знаниях людьми. Этот живой барьер начал разрушаться только после изобретения книгопечатания.

Стимулируемое книгопечатанием развитие наук ускорило темпы накопления профессиональных знаний. Эти знания теперь можно было быстро тиражировать, и они делались доступными для многих, нередко разделенных территориально и во времени участников трудового процесса. Знания, овеществленные через трудовой процесс в станки, машины, новые технологические процессы и другие новые технологические новшества, становились идеей плодотворных научных направлений. Цикл "знания — наука — общественное производство — знания" замкнулся, и спираль технологической цивилизации начала раскручиваться с поражающей скоростью.

Таким образом, книгопечатание, резко увеличив тираж пассивных носителей информации — книг, впервые создало информационные предпосылки ускоренного роста производительных сил. За последовавшие три столетия интенсивного роста производительных сил был подготовлен тот основной научно-технический задел, который привел к промышленной революции XVIII в.

"Новые машины" для обработки информации появились лишь в середине XX в. Как видно из рис. 1.1, к 1946 г., когда была пущена в эксплуатацию первая ЭВМ, общая численность занятых в информационной сфере США приближалась к 30% численности всего трудоспособного населения страны.

Появление простейших информационных технологий можно отнести к началу письменности. Мощным толчком к развитию информационных технологий послужило книгопечатание, позволившее тиражировать информацию и открывшее эру бумажной информационной технологии.

Потребность в передаче и обмене информацией человечество испытывало уже на ранних стадиях своего развития. Если сначала для ускорения передачи информации использовались костры, курьеры, потом почта, семафорный телеграф и др., то с изобретением электрического телеграфа и телефона принципиально изменились возможности передачи информации. Изобретение телефона, радио и телевидения (рис. 1.2), а затем электронных вычислительных машин (ЭВМ), цифровых систем связи и вычислительных сетей, создание в 1978 г. первого персонального ком-

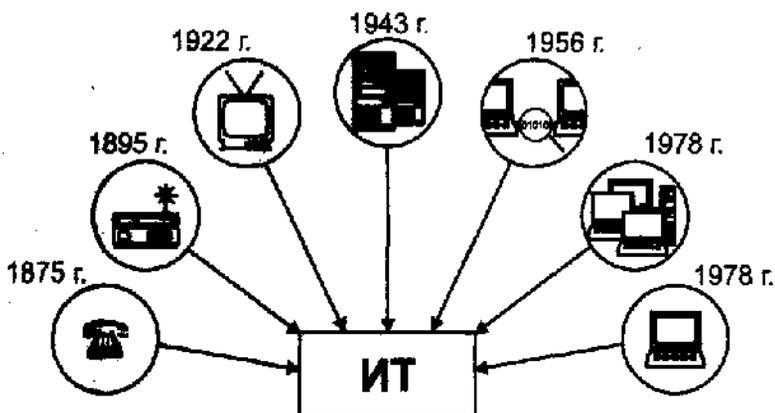


Рис. 1.2. Основные технические достижения человечества, обусловившие появление информационных технологий (ИТ)

пьютера и совершенно невероятное и исключительно быстрое его распространение и развитие именно в качестве инструментального средства накопления, преобразования и передачи информации позволили новым, автоматизированным информационным технологиям внедриться практически во все области человеческой деятельности.

Основу автоматизированных информационных технологий составляют следующие технические достижения:

- средства накопления больших объемов информации на машинных носителях, таких, как магнитные и оптические диски;
- средства связи, такие, как радио- и телевизионная связь, телекс, телефакс, цифровые системы связи, компьютерные сети, космическая связь, позволяющие воспринимать, использовать и передавать информацию практически в любой точке земного шара;
- компьютер, особенно персональный компьютер, позволяющий по определенным алгоритмам обрабатывать и отображать информацию, накапливать и генерировать знания.

Информационные технологии направлены на увеличение степени автоматизации всех информационных операций и, следовательно, ускорения научно-технического прогресса общества.

Понятие информации является чрезвычайно емким и широко распространенным в человеческом **обществе**, особенно в настоя-

шее время, когда информатика, информационные технологии, компьютеры сопровождают человека чуть ли не с рождения.

Сама по себе информация может быть отнесена к абстрактным понятиям типа «математические». Однако ряд ее особенностей приближает информацию к материальному миру. Так, информацию можно получить, записать, передать, стереть. Информация не может возникнуть из ничего. Но есть и особенности, отличающие информацию от реального мира. При передаче информации из одной системы в другую количество информации в передающей системе не уменьшается, хотя в принимающей системе оно, как правило, увеличивается. Кроме того, наблюдается независимость информации от ее носителя, так как возможны ее преобразование и передача по различным физическим средам с помощью разнообразных физических сигналов безотносительно к ее семантике, т.е. содержательности, смыслу. Информация о любом материальном объекте может быть получена путем наблюдения, натурального или вычислительного эксперимента или путем логического вывода. В связи с этим информацию делят на доопытную, или априорную, и послеопытную, или апостериорную, полученную в результате проведенного эксперимента.

Для того чтобы в материальном мире происходили обмен информацией, ее преобразование и передача, должны быть источник информации, передатчик, канал связи, приемник и получатель информации. Среда передачи объединяет источник и получателя информации в *информационную систему* (рис. 1.3).

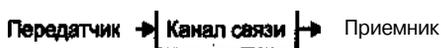


Рис. 1.3. Информационная система

Подобные информационные системы возникают не только среди людей. Обмен информацией происходит и в животном, и в растительном мире. Если же участником информационной системы является человек, то речь идет о смысловой информации, т.е. информации, выражаемой человеком.

Получатель информации оценивает ее в зависимости от того, для какой задачи информация будет использована. Поэтому информация имеет свойство относительности. Одна и та же ин-

формация для одного получателя имеет глубокий смысл и обладает чрезвычайной ценностью, а для другого - **является** либо давно уже известной, либо бесполезной. Например, информация о последних достижениях в физике частиц высоких энергий очень важна для физика-ядерщика и совершенно бесполезна для агронома.

В зависимости от того, с каких позиций оценивается информация, различают такие ее аспекты, как синтаксический, семантический и прагматический.

Синтаксический аспект связан со способом представления информации вне зависимости от ее смысловых и потребительских качеств. На синтаксическом уровне рассматриваются формы представления информации для ее передачи и хранения. Обычно информация, предназначенная для передачи, называется *сообщением*. Сообщение может быть представлено в виде знаков и символов, преобразовано в электрическую форму, закодировано, т.е. представлено в виде определенной последовательности электрических сигналов, однозначно отображающих передаваемое сообщение, и промодулировано для того, чтобы имелась возможность его передачи по выбранному каналу связи. Характеристики процессов преобразования сообщения для его передачи определяют синтаксический аспект информации при ее передаче. При хранении синтаксический аспект определяется другими формами представления информации, которые позволяют наилучшим образом осуществить поиск, запись, обновление, изменение информации в информационной базе. Информацию, рассмотренную только относительно синтаксического аспекта, часто называют *данными*.

Семантический аспект отражает смысловое содержание информации и соотносит ее с ранее имевшейся информацией. Смысловые связи между словами или другими элементами языка отражает тезаурус. Тезаурус состоит из двух частей: списка слов и устойчивых словосочетаний, сгруппированных по смыслу, и некоторого ключа, например алфавитного, позволяющего расположить слова в определенном порядке. При получении информации тезаурус может изменяться, и степень этого изменения характеризует воспринятое количество информации.

Прагматический аспект определяет возможность достижения поставленной цели с учетом полученной информации. Этот аспект отражает потребительские свойства информации. Если ин-

формация оказалась ценной, поведение ее потребителя меняется в нужном направлении. Проявляется прагматический аспект информации только при наличии единства информации (объекта), потребителя и поставленной цели.

Информация с точки зрения ее возникновения и последующих преобразований проходит три этапа, которые, собственно, и отражают ее семантический, синтаксический и прагматический аспекты. Человек сначала наблюдает некоторый факт окружающей действительности, который отражается в его сознании в виде определенного набора данных. Здесь проявляется синтаксический аспект. Затем, после определенной структуризации этих данных в соответствии с конкретной предметной областью, человек формирует знание о наблюдаемом факте, что отражает семантический аспект полученной информации. Информация в виде знаний имеет высокую степень структуризации, что позволяет выделять полную информацию об окружающей нас действительности и создавать информационные модели исследуемых объектов. Полученные знания человек затем использует в своей практике, т.е. для достижения поставленных целей, что и отражает прагматический аспект информации.

Информация классифицируется по **видам**. *Научная информация* — это информация, наиболее полно отражающая объективные закономерности природы, общества и мышления. Ее подразделяют по областям **получения**, или пользования: *на политическую, экономическую, техническую, биологическую, физическую* и т.д.; по **назначению**: *на массовую и специальную*.

В системах организационного управления выделяют *экономическую* информацию, связанную с управлением людьми, и *техническую* информацию, связанную с управлением техническими объектами.

Экономическая информация отражает процессы производства, распределения, обмена и потребления материальных благ и услуг. В связи с тем, что экономическая информация большей частью связана с общественным производством, ее часто называют *производственной* информацией.

Экономическая информация характеризуется большим объемом, многократным использованием, обновлением и преобразованием, большим числом логических операций и относительно несложных математических расчетов для получения многих видов результатной информации.

Структурной единицей экономической информации является *показатель*. Он может быть представлен в виде:

$$П = (Н_П, З_П),$$

где $Н_П$ — наименование показателя;
 $З_П$ — значение показателя.

Показатель представляет собой контролируемый параметр экономического объекта и состоит из совокупности реквизитов. Реквизит имеет законченное смысловое содержание и потребительскую значимость. Таким образом, *реквизит* — это логически неделимый элемент показателя, отражающий определенные свойства объекта или процесса. Реквизит нельзя разделить на более мелкие единицы без разрушения его смысла. Каждый показатель состоит из одного реквизита-основания и одного или нескольких реквизитов-признаков.

Реквизит-признак характеризует смысловое значение показателя и определяет его наименование.

Реквизит-основание характеризует, как правило, количественное значение показателя (вес, стоимость, норма времени и т. д.).

1.2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ КАК ЧАСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ОБЩЕСТВА

1.2.1. ИНФОРМАЦИЯ - НОВЫЙ ПРЕДМЕТ ТРУДА

В течение всей предшествующей XX в. истории развития человеческой цивилизации основным предметом труда оставались материальные объекты. Деятельность за пределами материального производства и обслуживания, как правило, относилась к категории непроизводительных затрат. Экономическая мощь государства измерялась его материальными ресурсами. В конце XX в. впервые в истории человечества основным предметом труда в общественном производстве промышленно развитых стран становится информация. Тенденция неуклонного перекачивания трудовых ресурсов из сферы материального производства в инфор-

мационную сферу является сейчас наиболее заметным, но далеко не единственным симптомом приближающихся "гигантских потрясений", которые получили в наше время общее и несколько туманное название "информационный кризис".

Количество информации, поступающей в последние годы в промышленность, управление и научный мир, доходит до тревожных пропорций. Печать неудачно называет это "информационным взрывом". Неудачно потому, что взрыв быстро прекращает свой бурный рост. Рост же информации в перспективе не имеет конца. Общая сумма человеческих **знаний** изменялась раньше очень медленно: в 1800 г. она удваивалась каждые 50 лет, к 1950 г. удваивалась каждые 10 лет, к **1970** г. — каждые 5 лет, а к 2000 г. — каждые два года.

Поэтому нельзя, видимо, считать случайным тот факт, что первая ЭВМ — основной инструмент еще не родившейся к тому времени науки об управлении информационными потоками — создавалась одновременно с урановым проектом и в значительной степени стимулировалась им. В **1948** г., спустя два-три года после начала эксплуатации первой ЭВМ, "отец кибернетики" Норберт Винер пытался пояснить сложившуюся в середине XX в. ситуацию кратким историческим экскурсом: "Идеи каждой эпохи отражаются в ее технике. Инженерами древности были землемеры, астрономы и мореплаватели; инженерами XVII и начала XVIII в. были часовщики и шлифовальщики линз... Основным практическим результатом этой техники, основанной на идеях Гюйгенса и Ньютона, была эпоха мореплавания, когда впервые стало возможным вычислять долготы с приемлемой точностью и торговля с заокеанскими странами, бывшая чем-то случайным и рискованным, превратилась в правильно поставленное предприятие. Это была техника коммерсантов.

Купца сменил фабрикант, а место хронометра заняла паровая машина. От машины Ньюкомена почти до настоящего времени основной областью техники было исследование первичных двигателей... Тепло было превращено в полезную энергию вращения и поступательного движения, а физика Ньютона была дополнена физикой Румфорда, Карно и Джоуля...".

Итак, если XVII столетие и начало XVIII столетия — век часов, а конец XVIII и все XIX столетие — век паровых машин, то Настоящее время — это век связи и управления.

По оценкам специалистов, в течение 1980-х гг. расходы промышленно развитых стран на "технику слабых токов" — электронику и связь — превысили расходы на "технику сильных токов" — энергетику. Таким образом, к началу 1990-х гг. промышленно развитыми странами была пройдена указанная Н. Винером граница, отделяющая век энергетики от века информации. Например, в течение 1970-х гг. после более чем пятикратного повышения цен мирового рынка на основной энергоноситель — нефть суммарные затраты на **генерирование**, передачу и потребление энергии к началу 1980-х гг. стабилизировались в США на уровне 13% валового национального продукта (ВНП). Расходы же на приобретение и эксплуатацию вычислительной техники оценивались к концу 1970-х гг. в 5% ВНП, к 1985 г. — достигли 8%, к 1990 г. — **13%**, а в 2000 г. составили уже 21%.

В настоящее время можно указать по крайней мере два показателя, каждый из которых убедительно свидетельствует о начале перехода промышленно развитых стран на качественно новый этап технологического развития, который принято называть веком информации:

1) время удвоения объема накопленных научных знаний составляет уже **2—3** года;

2) материальные затраты на хранение, передачу и переработку информации превышают аналогичные расходы на энергетику.

Однако если проблемы, которые принято объединять понятием "энергетический кризис", вызывают, как правило, общее понимание и предпринимаются организационные усилия на всех уровнях, чтобы обеспечить необходимую концентрацию сил для поиска путей их решения, то проблемы "информационного кризиса", которыми отмечается переход промышленно развитых стран от века энергетики в век информации, все еще воспринимаются намного труднее. Здесь, по-видимому, все дело в отсутствии исторического опыта. Как отмечал главный теоретик фирмы **ИВМ** Л. Бранскомб, "нам только еще предстоит узнать, каким он будет — век информации".

1.2.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Растущая зависимость промышленно развитых стран от источников информации (технической, экономической, политической, военной и т. д.), а также от уровня развития и эффективно-

сти использования средств передачи и переработки информации привела к формированию на рубеже 1980-х гг. принципиально нового понятия — *национальные информационные ресурсы*.

Национальные информационные ресурсы — новая экономическая категория. Следует подчеркнуть, что политические и военные информационные факторы относятся к числу традиционно наиболее понятных, тысячелетиями развиваемых аспектов использования информационных ресурсов. Исторически новым оказался наблюдаемый за последние десятилетия в промышленно развитых странах процесс стремительного роста экономической значимости народнохозяйственных аспектов национальных информационных ресурсов. Корректная постановка вопроса о количественной оценке этих ресурсов и их связи с другими экономическими категориями еще ожидает разработки и потребует, видимо, длительных совместных усилий специалистов и ученых самых разных областей знаний.

Председатель программы по формированию политики в области информационных ресурсов, профессор Гарвардского университета А. Оеттингер считает [7], что **наступает** время, когда "информация становится таким же основным ресурсом, как материалы и энергия, и, следовательно, по отношению к этому ресурсу должны быть сформулированы те же критические вопросы: кто им владеет, кто в нем заинтересован, насколько он доступен, возможно ли его коммерческое использование?".

На мировом рынке результаты промышленной эксплуатации национальных информационных ресурсов представлены в настоящее время тремя основными видами экспорта:

- экспортом овеществленных в наукоемких изделиях промышленности результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- так называемым невидимым экспортом результатов НИОКР — патентами, лицензиями и т. д.;
- экспортом менеджмента — продажей технологии в области организации и управления производством.

Информационные ресурсы — это непосредственный продукт интеллектуальной деятельности наиболее квалифицированной и творчески активной части трудоспособного населения страны. Вклад в формирование национальных информационных ресурсов вносят представители практически всех основных профессий

ональных групп: рабочие своими руками создают новые образцы сложных наукоемких изделий и участвуют в совершенствовании технологических процессов; специалисты — инженеры и техники проектируют эти изделия и технологические процессы; ученые закладывают фундаментальные основы технологии будущего; персонал управления производством, конторские служащие осваивают и развивают новые организационные формы эффективного управления современным производством. В сложившихся к началу 1980-х гг. социально-экономических условиях относительная ценность информационных ресурсов по отношению ко всем остальным национальным ресурсам имеет отчетливо выраженную тенденцию к возрастанию.

Осознание развитыми странами мира информации как стратегического ресурса позволило перейти к толкованию понятия информационного общества, концептуальные положения которого были определены в Окинавской хартии глобального информационного общества, подписанной руководителями семи ведущих стран мира и Президентом России **В.В.** Путиным в августе 2000 г.

К характерным особенностям информационного общества как новой ступени в развитии современной цивилизации следует отнести:

- увеличение роли информации и знаний в жизни общества, создание и развитие рынка информации и знаний как факторов производства в дополнение к рынкам природных ресурсов, труда и капитала, превращение информационных ресурсов общества в реальные ресурсы социально-экономического развития;
- создание глобального информационного пространства, обеспечивающего эффективное информационное взаимодействие людей, их доступ к мировым информационным ресурсам и удовлетворение их социальных и личностных потребностей в информационных продуктах и услугах;
- становление и в последующем доминирование в экономике новых технологических укладов, базирующихся на массовом использовании информационно-коммуникационных технологий. Эти уклады не только обеспечивают постоянный рост производительности труда, но и ведут к появлению новых форм социальной и экономической деятельности (дистанционное образование, телеработа, телемедицина, электронная торговля, электронная демократия и др.);
- повышение уровня профессионального и общекультурного развития за счет совершенствования системы образования и

расширения возможностей систем информационного обмена на международном, национальном и региональном уровнях, повышение роли квалификации, профессионализма и способностей к творчеству как важнейших характеристик услуг труда;

- создание эффективной системы обеспечения прав граждан и социальных институтов на свободное получение, распространение и использование информации как важнейшего условия демократического развития, улучшение взаимодействия населения с органами власти.

Как показывает мировой опыт, успешное продвижение к информационному обществу определяется геополитическими целями и приоритетами различных стран (США, страны ЕС и др.). В современных условиях это продвижение становится важным политическим фактором и для ведущих стран является основой национальной политики. В России с этой целью принята Федеральная целевая программа "Развитие информатизации в России на период до 2010 года".

1.2.3. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СФЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА

По данным ЮНЕСКО, в настоящее время "уже более половины всего занятого населения наиболее развитых капиталистических стран прямо или косвенно принимает участие в процессе производства и распространения информации". Большая часть производственных усилий людей, занятых в информационном секторе общественного производства, имеет своей целью управление людьми и машинами в ходе трудового процесса. Быстрое усложнение трудового процесса и отношений между его участниками приближает общество к естественному порогу сложности, за которым не вооруженный инструментами для обработки информации разум не всегда в состоянии эффективно контролировать ситуацию.

Какими инструментами была вооружена до последнего времени основная часть занятых в информационной сфере? Телеграф, телефон, пишущая машинка — вот все, чем располагала информационная сфера со времени первой промышленной революции. Поэтому увеличение (одновременно с ростом сложности индустриального общества) объема и скорости циркулирующих инфор-

мационных потоков сопровождалось в основном соответствующим увеличением относительной доли трудящихся, занятых в информационном секторе общественного производства.

Вместе с ростом относительной численности занятых в секторе обработки информации темпы роста эффективности общественного производства в целом в промышленно развитых странах неуклонно снижаются. В последнее десятилетие XX в. инструментооснащенность промышленных рабочих в стоимостном отношении уже более чем в 10 раз превышала инструментооснащенность занятых в крупнейшем по численности информационном секторе общественного производства. Темпы роста производительности труда рабочих в автоматизированных отраслях промышленности более чем в 20 раз превышали темпы роста производительности трудящихся, занятых обработкой информации. В этих условиях продолжающийся рост численности занятых обработкой информации (вызванный постоянным увеличением сложности общественного производства) ведет к соответствующему снижению общих темпов роста производительности **труда** в экономике промышленно развитых стран (из-за увеличения относительного веса в народном хозяйстве информационного сектора, отличающегося низкой инструментооснащенностью и соответственно крайне низкой производительностью). Производительность труда в информационном секторе становится ключевым фактором повышения эффективности общественного производства промышленно развитых стран.

Конкретные формы использования ЭВМ в процессе формирования и промышленной эксплуатации информационных ресурсов становятся все более разнообразными. Это могут быть, с одной стороны, мощные вычислительные центры для централизованного хранения больших объемов информации, обеспечения информационно-поисковых запросов абонентов глобальных сетей ЭВМ, а также для решения "пределных" по вычислительным ресурсам научных задач: прогнозирования погоды, аэродинамики, расчета ядерных реакторов, обработки изображений (космических, данных аэрофотосъемок, фильмовой информации в исследованиях элементарных частиц и т.д.). С другой стороны, большое число территориально распределенных и независимо функционирующих локальных сетей и отдельно устанавливаемых ЭВМ малой и средней конфигурации. Сюда относятся: проблемно-ориентированные комплексы (для автоматизации проектирования, научных исследований, технологи-

ческих процессов и т. д.); персональные вычислительные системы (для индивидуального выполнения научно-технических, экономических и других расчетов), индивидуальные системы обработки текстов и т. д. И наконец, непосредственно на рабочих местах производственных предприятий — станки с числовым программным управлением, микропроцессорные "обрабатывающие центры", промышленные роботы, гибкие системы автоматизации.

Активными информационными ресурсами называют ту часть национальных информационных ресурсов, которую составляет информация, доступная для автоматизированной обработки. Есть основания предполагать, что отношение объема активных информационных ресурсов к общему объему национальных информационных ресурсов является одним из существенных экономических показателей, характеризующих эффективность использования этих важнейших национальных ресурсов.

В официальном документе фирмы ИБМ, предназначенном для ознакомления зарубежных потребителей с ее основными концепциями, целями и задачами, утверждается, что информация является одним из ценнейших ресурсов мира.

Производительность труда занятых в информационной сфере народного хозяйства обуславливает эффективность использования этого стратегического ресурса и, следовательно, во все более значительной степени реальный экономический потенциал промышленно развитых стран.

Производственная эффективность изделий и услуг, создаваемых отраслями электроники, связи и вычислительной техники для промышленной эксплуатации национальных информационных ресурсов, является одним из ключевых факторов экономического роста промышленно развитых стран.

1.3. КОЛИЧЕСТВО ИНФОРМАЦИИ. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

Для того чтобы оценить и измерить количество информации в соответствии с вышеизложенными аспектами, применяются различные подходы. Среди них выделяются статистический, семантический, прагматический и структурный. Исторически наибольшее развитие получил статистический подход.

Статистический подход изучается в разделе кибернетики, называемом теорией информации. Его основоположником считается К. Шеннон, опубликовавший в 1948 г. свою математическую теорию связи. Большой вклад в теорию информации до него внесли ученые Найквист и Хартли. В 1924 и 1928 гг. они опубликовали работы по теории телеграфии и передаче информации. Признаны во всем мире исследования по теории информации российских ученых А.Н. Колмогорова, **А.Я.** Хинчина, **В.А.** Котельникова, А.А. Харкевича и др.

К. Шенноном [37] было введено понятие *количество информации* как меры неопределенности состояния системы, снимаемой при получении информации. Количественно выраженная неопределенность состояния получила название *энтропии* по аналогии с подобным понятием в статистической механике. При получении информации уменьшается неопределенность, т. е. энтропия, системы. Очевидно, что чем больше информации получает наблюдатель, тем больше снимается неопределенность, и энтропия системы уменьшается. При энтропии, равной нулю, о системе имеется полная информация, и наблюдателю она представляется целиком упорядоченной. Таким образом, получение информации связано с изменением степени неосведомленности получателя о состоянии этой системы.

До получения информации ее получатель мог иметь некоторые предварительные (априорные) сведения о системе X . Оставшаяся неосведомленность и является для него мерой неопределенности состояния (энтропией) системы. Обозначим априорную энтропию системы X через $H(X)$. После получения некоторого сообщения наблюдатель приобрел дополнительную информацию $I(X)$, уменьшившую его начальную неосведомленность так, что апостериорная (после получения информации) неопределенность состояния системы стала $H'(X)$. Тогда количество информации / может быть определено как

$$I(X) = H(X) - H'(X).$$

Другими словами, количество информации измеряется уменьшением (изменением) неопределенности состояния системы.

Если апостериорная энтропия системы обратится в нуль, то первоначально неполное знание заменится полным знанием и количество информации, полученной в этом случае наблюдателем, будет таково:

$$I(X) = H(X),$$

т.е. энтропия системы может рассматриваться как мера недостающей информации.

Если система X обладает дискретными состояниями (т.е. переходит из состояния в состояние скачком), их количество равно N , а вероятность нахождения системы в каждом из состояний $P_1, P_2, P_3, \dots, P_N$ (причем $\sum_{i=1}^N P_i = 1$ и $P_i \leq 1$), то согласно теореме Шеннона энтропия системы $H(X)$ равна:

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_N$ (причем $\sum_{i=1}^N P_i = 1$ и $P_i \leq 1$), то согласно теореме Шеннона энтропия системы $H(X)$ равна:

$$H(X) = -K_0 \sum_{i=1}^N P_i \log_a P_i.$$

Здесь коэффициент K_0 и основание логарифма a определяют систему единиц измерения количества информации. Логарифмическая мера информации была предложена Хартли для представления технических параметров систем связи как более удобная и более близкая к восприятию человеком, привыкшим к линейным сравнениям с принятыми эталонами. Например, каждый чувствует, что две однотипные дискеты должны обладать вдвое большей емкостью, чем одна, а два идентичных канала связи должны иметь удвоенную пропускную способность [37].

Знак «минус» перед коэффициентом K_0 поставлен для того, чтобы значение энтропии было положительным, так как $P_i < 1$ и логарифм в этом случае отрицательный.

Если все состояния системы равновероятны, т.е. $P_i = \frac{1}{N}$, ее энтропия рассчитывается по формуле

$$H(X) = -K_0 \sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \log_a \frac{1}{N} = K_0 \log_a N.$$

Энтропия H обладает рядом свойств; укажем два из них:

1) $H = 0$ только тогда, когда все вероятности P_i , кроме одной, равны нулю, а эта единственная вероятность равна единице. Таким образом, $H = 0$ только в случае полной определенности состояния системы;

2) при заданном числе состояний системы N величина H максимальна и равна $K_0 \log_a N$, когда все P_i равны.

Определим единицы измерения количества информации с помощью выражения для энтропии системы с равновероятными **состояниями**.

Пусть система имеет два равновероятных состояния, т.е. $N = 2$. Будем считать, что снятие неопределенности о состоянии такой системы дает одну единицу информации, так как при полном снятии неопределенности энтропия количественно равна информации $H = I$. Тогда

$$1 = K_0 \log_a 2.$$

Очевидно, что правая часть равенства будет тождественно равна единице информации, если принять $K_0 = 1$ и основание логарифма $a = 2$. В общем случае при N равновероятных состояний количество информации будет таково:

$$I = \log_2 N.$$

Эта формула получила название *формулы Хартли* и показывает, что количество информации, необходимое для снятия неопределенности о системе с равновероятными состояниями, зависит лишь от количества этих состояний.

Информация о состояниях системы передается получателю в виде сообщений, которые могут быть представлены в различной синтаксической форме, например в виде кодовых комбинаций, использующих m различных символов и n разрядов, в каждом из которых может находиться любой из символов. Если код не избыточен, то каждая кодовая комбинация отображает одно из состояний системы. Количество кодовых комбинаций будет

$$N = m^n.$$

Подставив это выражение в формулу для I , получим:

$$I = n \log_2 m.$$

Если код двоичный, т.е. используется лишь два символа (0 и 1), то $m = 2$ и $n = n$.

В этом случае количество информации в сообщении составит n двоичных единиц. Эти единицы называют *битами* (от англ. Binary digit (bit) — двоичная цифра).

При использовании в качестве основания логарифма числа **10** единицы измерения информации могут быть десятичными, или *дитами*. Так как $\log_2 N = \log_{10} N / \log_{10} 2 = 3,32 \log_{10} N$, то десятичная единица составляет примерно 3,33 бита.

Иногда удобно применять натуральное основание логарифма e . В этом случае получающиеся единицы информации называются натуральными или *натами*. Переход от основания a к основанию b требует лишь умножения на $\log_b a$.

Введенная количественная статистическая мера информации широко используется в теории информации для оценки собственной, взаимной, условной и других видов информации. Рассмотрим в качестве примера собственную информацию. Под *собственной информацией* будем понимать информацию, содержащуюся в данном конкретном сообщении. А конкретное сообщение, как указывалось, дает получателю информацию о возможности существования конкретного состояния системы. Тогда количество собственной информации, содержащееся в сообщении X_j , определяется как

$$I(X_j) = -\log_2 P(X_j).$$

Собственная информация обладает следующими свойствами:

- 1) собственная информация неотрицательна;
- 2) чем меньше вероятность возникновения сообщения, тем больше информации оно содержит. Именно поэтому неожиданные сообщения так воздействуют на психику человека, что содержащееся в них большое количество информации создает информационный психологический удар, иногда приводящий к трагическим последствиям;
- 3) если сообщение имеет вероятность возникновения, равную единице, то информация, содержащаяся в нем, равна нулю, так как заранее известно, что может прийти только это сообщение, а значит, ничего нового потребитель информации не получает;

4) собственной информации присуще свойство аддитивности, т.е. количество собственной информации нескольких независимых сообщений равно сумме собственной информации сообщений. Например, для собственной информации двух сообщений X_i и Y_i может быть записано:

$$I(X_i, Y_i) = -\log_2 P(X_i) - \log_2 P(Y_i) = I(X_i) + I(Y_i).$$

Следует еще раз отметить, что статистический подход к количественной оценке информации был рассмотрен для дискретных систем, случайным образом переходящих из состояния в состояние, и, следовательно, сообщение об этих состояниях также возникает случайным образом. Кроме того, статистический метод определения количества информации практически не учитывает семантического и прагматического аспектов информации.

Семантический подход определения количества информации является наиболее трудно формализуемым и до сих пор окончательно не определенным.

Наибольшее признание для измерения смыслового содержания информации получила *тезаурусная* мера, предложенная Ю.И. Шнейдером. Идеи тезаурусного метода были сформулированы еще основоположником кибернетики Н. Винером. Для понимания и использования информации ее получатель должен обладать определенным запасом знаний.

Если индивидуальный тезаурус потребителя S_{Π} отражает его знания о данном предмете, то количество смысловой информации /с, содержащееся в некотором сообщении, можно оценить степенью изменения этого тезауруса, произошедшего под воздействием данного сообщения. Очевидно, что количество информации I_c нелинейно зависит от состояния индивидуального тезауруса пользователя, и хотя смысловое содержание сообщения S_{Π} постоянно, пользователи, имеющие различные тезаурусы, будут получать неодинаковое количество информации. В самом деле, если индивидуальный тезаурус получателя информации близок к нулю ($S_{\Pi} \sim 0$), то в этом случае и количество воспринятой информации равно нулю: /с = 0.

Иными словами, получатель не понимает принятого сообщения и, как следствие, для него количество воспринятой информации равно нулю. Такая ситуация эквивалентна прослушиванию сообщения на неизвестном иностранном языке. Несомненно, со-

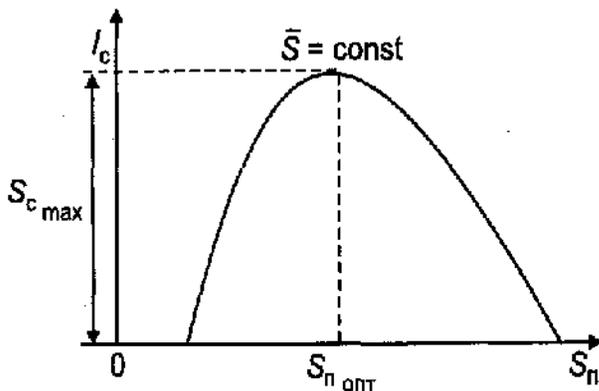


Рис. 1.4. Кривая функции $I_C = f(S_{\Pi})$

общение не лишено смысла, однако оно непонятно, а значит, не имеет информативности.

Количество семантической информации I_C в сообщении также будет равно нулю, если пользователь информации абсолютно все знает о предмете, т.е. его тезаурус S_{Π} и сообщение не дают ему ничего нового.

Интуитивно мы чувствуем, что между этими полярными значениями тезауруса пользователя существует некоторое оптимальное значение $S_{\Pi \text{ опт}}$, при котором количество информации I_C , извлекаемое из сообщения, становится для получателя максимальным. Эта функция зависимости количества информации I_C от состояния индивидуального тезауруса пользователя S_{Π} приведена на рис. 1.4.

Тезаурусный метод подтверждает тезис о том, что информация обладает свойством относительности и имеет, таким образом, относительную, субъективную ценность. Для того чтобы объективно оценивать научную информацию, появилось понятие *обще-человеческого тезауруса*, степень изменения которого и определяла бы значительность получаемых человечеством новых знаний.

Прагматический подход определяет количество информации как меры, способствующей достижению поставленной цели. Одной из первых работ, реализующей этот подход, явилась статья А.А. Харкевича. В ней он предлагал принять за меру ценности

информации количество информации, необходимое для достижения поставленной цели. Этот подход базируется на статистической теории Шеннона и рассматривает количество информации как приращение вероятности достижения цели. Так, если принять вероятность достижения цели до получения информации равной P_0 , а после ее получения P_1 , прагматическое количество информации I_{Π} определяется как

$$I_{\Pi} = \log \frac{P_1}{P_0}.$$

Если основание логарифма сделать равным двум, то I_{Π} будет измеряться в битах, как и при статистическом подходе.

При оценке количества информации в семантическом и прагматическом аспектах необходимо учитывать и временную зависимость информации. Дело в том, что информация, особенно в системах управления экономическими объектами, имеет свойство стареть, т.е. ее ценность со временем падает, и важно использовать ее в момент наибольшей ценности.

Структурный подход связан с проблемами хранения, реорганизации и извлечения информации и по мере увеличения объемов накапливаемой в компьютерах информации приобретает все большее значение.

При структурном подходе абстрагируются от субъективности, относительной ценности информации и рассматривают логические и физические структуры организации информации. С изобретением компьютеров появилась возможность хранить на машинных носителях громадные объемы информации. Но для ее эффективно-го использования необходимо определить такие структуры организации информации, чтобы существовала возможность быстрого поиска, извлечения, записи, модификации информационной базы.

При машинном хранении структурной единицей информации является один байт, содержащий восемь бит (двоичных единиц информации). Менее определенной, но также переводимой в байты является неделимая единица экономической информации — *реквизит*.

Реквизиты объединяются в **показатели**, показатели — в *записи*, записи — в *массивы*, из массивов создаются *комплексы массивов*, а из комплексов — *информационные базы*. Структурная теория позволяет на логическом уровне определить оптимальную структуру информационной базы, которая затем с помощью **оп-**

ределенных средств реализуется на физическом уровне — уровне технических устройств хранения информации. От выбранной структуры хранения зависит такой важный параметр, как время доступа к данным, т.е. структура влияет на время записи и считывания информации, а значит, и на время создания и реорганизации информационной базы.

Информационная база совместно с системой управления базой данных (СУБД) формирует автоматизированный банк данных.

Значение структурной теории информации растет при переходе от банков данных к банкам знаний, в которых информация подвергается еще более высокой степени структуризации.

После преобразования информации в машинную форму ее аналитический и прагматический аспекты как бы уходят в тень, и дальнейшая обработка информации происходит по "машинным законам", одинаковым для информации любого смыслового содержания. Информация в машинном виде, т. е. в форме электрических, магнитных и тому подобных сигналов и состояний, носит название *данных*. Для того чтобы понять их смысловое содержание, необходимо данные снова преобразовать в информацию (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Схема преобразования «информация — данные»

Преобразования "информация — данные" производятся в устройствах ввода-вывода ЭВМ.

1.4. ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Информатика как наука занимается изучением информационных процессов и методов их автоматизации на основе программно-аппаратных средств вычислительной техники и средств связи. Исторически информатика изучала научную информацию

и способы ее структуризации, систематизации, хранения и распространения. Появление средств вычислительной техники позволило автоматизировать часть указанных операций. Дальнейшее изучение процессов возникновения, накопления информации, ее структуризации, передачи, обработки и представления потребовало создания специального аппарата, позволяющего описывать, анализировать и систематизировать различные фазы информационных процессов. Так возник аппарат информационного моделирования. Наличие частных моделей информационных процессов позволило целенаправленно использовать средства вычислительной техники и связи, которые, в свою очередь, **совершенствовались** для большего удовлетворения потребностей информатики. Начиная с 1980-х гг. различные фазы преобразования информации стали рассматриваться как единый информационный процесс, направленный на удовлетворение информационных потребностей человечества. В этом проявился выход информатики на глобальный уровень, позволяющий говорить о том, что человечество осознало информацию как ресурс развития общества, а информатику как науку, развитие которой позволит обеспечить полное использование этого ресурса. С информатикой связывают решение принципиально новых проблем человечества: создание информационной модели мира; расширение творческого аспекта деятельности человека; переход к безбумажной информатике; доступность информационного ресурса каждому члену общества [29].

В настоящее время информатика приобрела многоаспектный характер. В ней соединены глобальность и конкретность применения, методы формализации и физической реализации.

При моделировании информационного процесса и его фаз выделяют три уровня:

- *концептуальный*, на котором описываются содержание и структура предметной области;
- *логический*, на котором проводится формализация модели;
- *физический*, определяющий способ реализации информационной модели в техническом устройстве.

Трехуровневый подход может быть целесообразен и при изучении информатики [32]. При таком подходе можно выделить следующие уровни информатики: физический, логический и прикладной (или пользовательский).

На *физическом* уровне информатика изучает аппаратно-программные средства вычислительной техники и средства связи, ко-

торые как бы составляют ее фундамент и позволяют физически реализовывать ее логический и прикладной уровни.

На *логическом* уровне информатики изучается технология переработки информационного ресурса с целью получения новой информации на базе средств вычислительной техники и средств связи. Следовательно, логический уровень — это *информационная технология*.

Наконец, третий, *прикладной* уровень информатики характерен изучением вопросов использования информационной технологии при создании и эксплуатации систем, в которых преобладающими процессами являются информационные.

Таким образом, предметом изучения курса "Информационные системы и технологии в экономике" являются логический и прикладной уровни информатики. Физический же уровень изучается в курсе "Информатика", который посвящен аппаратным средствам электронной вычислительной техники и базовому программному обеспечению.

Информационная технология (**ИТ**) имеет свою цель, методы и средства реализации. Кратко их содержание состоит в следующем.

Целью информационной технологии является создание из информационного ресурса качественного информационного продукта, удовлетворяющего требованиям пользователя.

Методами ИТ являются методы обработки и передачи данных. *Средства ИТ* — это математические, программные, информационные, технические и другие средства.

При таком определении целей, методов и средств под *информационной технологией* будем понимать целостную техническую систему, обеспечивающую **целенаправленное** создание, передачу, хранение и отображение информационного продукта (данных, идей, знаний) с наименьшими затратами и в соответствии с закономерностями той социальной среды, где развивается информационная технология [29].

Практическое приложение методов и средств обработки данных может быть различным, поэтому целесообразно выделить глобальную, базовые и конкретные информационные технологии.

Глобальная информационная технология включает модели, методы и средства, формализующие информационные ресурсы общества и позволяющие их использовать. *Базовая информационная технология* предназначена для определенной области применения — производство, научные исследования, обучение и т.д.

Конкретные информационные технологии реализуют обработку данных при решении функциональных задач пользователей, например задачи учета, планирования, анализа.

Вопросы для самопроверки

1. Определите понятие *технология* и ее аспекты.
2. Что послужило причиной возникновения понятия *информационная технология*?
3. Какие достижения человечества обусловили появление автоматизированных информационных технологий?
4. Дайте определение понятия *информация*. В чем состоят ее особенности?
5. Что такое *информационная система*?
6. Объясните содержание синтаксического, семантического, прагматического аспектов информации.
7. Как классифицируется информация?
8. Чем отличается *экономическая информация* и ее структурная единица — *показатель*!
9. Дайте статистическое определение меры информации.
10. Напишите и объясните формулу Хартли для определения количества информации.
11. В чем заключаются общность и отличие единиц измерения информации: *бит, дит, нат*!
12. Что такое собственная информация и каковы ее свойства?
13. Объясните семантический подход к измерению количества информации.
14. В чем заключается прагматический подход к измерению количества информации?
15. В каких случаях применяется структурный подход к измерению количества информации?
16. Для чего необходимо преобразовывать информацию в данные и обратно?

Глава

2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В изучаемом курсе информационные технологии рассматриваются применительно к управлению в организационных системах, поэтому управление — одно из основных понятий. *Управление* можно определить как функцию системы, обеспечивающую либо сохранение ее основных свойств, либо ее развитие в направлении определенной цели. Следовательно, управление неразрывно связано с системой и без нее не существует.

2.1. ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ

По-гречески система (*systema*) — это целое, составленное из частей. Другими словами, *система* есть совокупность элементов, взаимосвязанных друг с другом и таким образом образующих определенную целостность.

Количество элементов, из которых состоит система, может быть любым, важно, чтобы они были между собой взаимосвязаны. Примеры систем: техническое устройство, состоящее из узлов и деталей; живой организм, состоящий из клеток; коллектив людей; предприятие; государство и т.д. Лекционная аудитория с лектором и студентами — система; каждый студент — тоже система; оборудование аудитории — система; даже отдельный стол — система. А вот ножка стола — не система. Но это с точки зрения макропредставлений. Если рассматривать ножку стола с точки зрения микропредставлений, то это также система, образуемая совокупностью молекул и атомов.

Из этих примеров ясно, что системы очень разнообразны, но все они обладают рядом общих свойств.

Элемент системы — часть системы, выполняющая определенную функцию (лектор читает лекцию, студенты ее слушают и конс-

пектируют и т.д.). Элемент системы может быть сложным, состоящим из взаимосвязанных частей, т.е. тоже представляет собой систему. Такой сложный элемент часто называют *подсистемой*.

Организация системы — внутренняя **упорядоченность** и согласованность взаимодействия элементов системы. Организация системы проявляется, например, в ограничении разнообразия состояний элементов в рамках системы (во время лекции не играют в волейбол).

Структура системы — совокупность внутренних устойчивых связей между элементами системы, определяющая ее основные свойства. Например, в иерархической структуре отдельные элементы образуют соподчиненные уровни и внутренние связи обрываются между этими уровнями.

Целостность системы — принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств ее элементов. В то же время свойства каждого элемента зависят от его места и функции в системе. Так, если вернуться к примеру с лекцией, то, рассматривая отдельно свойства лектора, студентов, предметов оборудования аудитории и т.д., нельзя однозначно определить свойства системы, где эти элементы будут совместно использоваться.

Классификация систем, как и любая классификация, может проводиться по различным признакам. В наиболее общем плане системы можно разделить на материальные и абстрактные.

Материальные системы представляют собой совокупность материальных объектов. Среди материальных систем можно выделить неорганические (технические, химические и т.п.), органические (биологические) и смешанные, содержащие элементы как неорганической, так и органической природы. Среди смешанных систем следует обратить особое внимание на человеко-машинные (эрготехнические) системы, в которых человек с помощью машин осуществляет свою трудовую деятельность.

Важное место среди материальных систем занимают социальные системы с общественными отношениями (связями) между людьми. Подклассом этих систем являются социально-экономические системы, в которых общественные отношения людей в процессе производства являются связями между элементами.

Абстрактные системы — это продукт человеческого мышления: знания, теории, гипотезы и т.п.

По временной **зависимости различают** статические и динамические системы. В *статических системах* с течением вре-

мени состояние не изменяется, в *динамических системах* происходит изменение состояния в процессе ее функционирования.

Динамические системы с точки зрения наблюдателя могут быть детерминированными и вероятностными (стохастическими). В *детерминированной* системе состояние ее элементов в любой момент полностью определяется их состоянием в предшествующий или последующий момент времени. Иначе говоря, всегда можно предсказать поведение детерминированной системы. Если же поведение предсказать невозможно, то система относится к классу *вероятностных (стохастических) систем*.

Любая система входит в состав большей системы. Эта большая система как бы окружает ее и является для данной системы внешней средой. По тому, как взаимодействует система с внешней средой, различают закрытые и открытые системы. *Закрытые системы* не взаимодействуют с внешней средой, все процессы, кроме энергетических, замыкаются внутри системы. *Открытые системы* активно взаимодействуют с внешней средой, что позволяет им развиваться в сторону совершенствования и усложнения.

По сложности системы принято делить на простые, сложные и большие (очень сложные).

Простая система — это система, не имеющая развитой структуры (например, нельзя выявить иерархические уровни).

Сложная система — система с развитой структурой, состоящая из элементов — подсистем, являющихся в свою очередь простыми системами.

Большая система — это сложная система, имеющая ряд дополнительных признаков: наличие разнообразных (материальных, информационных, денежных, энергетических) связей между подсистемами и элементами подсистем; открытость системы; наличие в системе элементов самоорганизации; участие в функционировании системы людей, машин и природной среды.

Понятие большой системы было введено, как следует из приведенных выше признаков, для обозначения особой группы систем, не поддающихся точному и подробному описанию. Для больших систем можно выделить следующие основные признаки:

1. *Наличие структуры*, благодаря которой можно узнать, как устроена система, из каких подсистем и элементов состоит, каковы их функции и взаимосвязи, как система взаимодействует с внешней средой.

2. *Наличие единой цели функционирования*, т.е. частные цели подсистем и элементов должны быть подчинены цели функционирования системы.

3. *Устойчивость к внешним и внутренним возмущениям*. Это свойство подразумевает выполнение системой своих функций в условиях внутренних случайных изменений параметров и дестабилизирующих воздействий внешней среды.

4. *Комплексный состав системы*, т.е. элементами и подсистемами большой системы являются самые разнообразные по своей природе и принципам функционирования объекты.

5. *Способность к развитию*. В основе развития систем лежат противоречия между элементами системы. Снятие противоречий возможно при увеличении функционального разнообразия, а это и есть развитие.

Изучение, анализ и синтез больших систем проводятся на основе *системного подхода*, который предполагает учет основных свойств таких систем.

Важным инструментом исследования систем, как известно, и не только систем является метод моделирования. Суть этого метода состоит в том, что исследуемый объект заменяется его моделью, т.е. некоторым другим объектом, сохраняющим основные свойства реального объекта, но более удобным для исследования или использования.

Различают *физические* и *абстрактные модели*. При изучении информационных технологий наибольшее распространение получили *абстрактные информационные модели*.

Математические модели, применяемые в экономических исследованиях, называют *экономико-математическими*. Математические модели представляют собой формализованное описание на языке математики исследуемых объектов и отображают в виде математических отношений взаимосвязи параметров этих объектов. Наличие достаточно полной математической модели объекта позволяет разработать алгоритм управления этим объектом, т.е. создать *алгоритмическую модель*. Если для управления используется ЭВМ, то алгоритмическая модель преобразуется с помощью языков программирования в программу, управляющую работой ЭВМ, а через нее — объектом управления.

Информационная модель — это отражение предметной области в виде информации. *Предметная область* представляет собой часть реального мира, которая исследуется или используется.

Отображение предметной области в информационных технологиях представляется информационными моделями нескольких уровней, показанных на рис. 2.1.

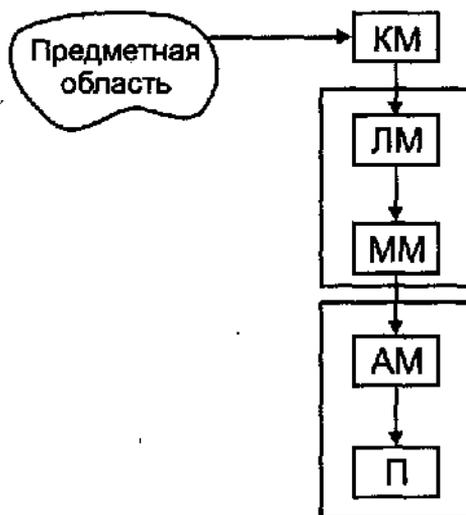


Рис. 2.1. Уровни представления информационных моделей

Концептуальная модель (КМ) обеспечивает интегрированное представление о предметной области (например, технологические карты, техническое задание, план производства и т.п.) и имеет слабоформализованный характер. **Логическая модель (ЛМ)** формируется из концептуальной путем выделения конкретной части (например, части, подлежащей управлению), ее детализации и формализации. Логическая модель, формализующая на языке математики взаимосвязи в выделенной предметной области, называется **математической моделью (ММ)**. С помощью математических методов математическая модель преобразуется в **алгоритмическую модель (АМ)**, задающую последовательность действий, реализующих достижение поставленной цели управления. На основе алгоритмической модели создается машинная программа (П), являющаяся той же алгоритмической моделью, только представленной на языке, понятном ЭВМ.

Выделение информационных моделей разных уровней абстракции позволяет разделить сложный процесс отображения "предметная область — программа" на несколько итеративных, более простых отображений.

2.2. УПРАВЛЕНИЕ В СИСТЕМАХ

Процессы управления присущи как живой, так и неживой природе. С управлением мы сталкиваемся в своей жизни повсеместно. Это и государство, которым управляют соответствующие структуры; это и ЭВМ, работающая под управлением программы, и т.д.

Совокупность объекта управления (ОУ), управляющего органа (УО) и исполнительного органа (ИО) образует систему управления (рис. 2.2), в которой выделяются две подсистемы: управляющая и управляемая.

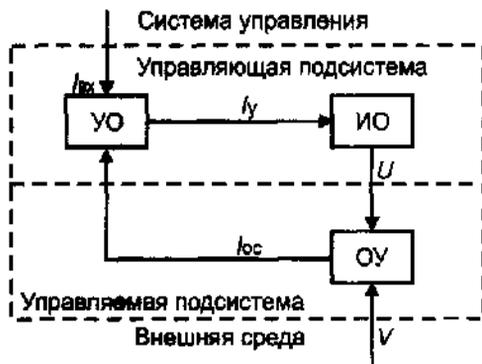


Рис. 2.2. Увеличенная структурная схема системы управления

В процессе функционирования этой системы управляющий орган получает информацию $I_{ос}$ о текущем состоянии объекта управления и информацию $I_{вх}$ о том, в каком состоянии *должен* находиться объект управления. Отклонения объекта управления от заданного состояния происходят под воздействием внешних возмущений (V). Результатом сравнения информации $I_{вх}$ и $I_{ос}$ в управляющем органе является возникновение управляющей информации I_y , которая воздействует на исполнительный орган (ИО). На основе информации I_y исполнительный орган вырабатывает управляющее воздействие (U), которое ликвидирует отклонение в объекте управления.

Наиболее сложным звеном в системе управления является управляющий орган. Здесь степень сложности определяется количеством выполняемых функций, т.е. управляющий орган должен

уметь производить наибольшее разнообразие действий. Это естественно, так как на любое состояние объекта управления управляющий орган должен отреагировать соответствующим образом, своевременно обработав поступившую в него информацию и выработав управляющую информацию.

Как видно из структурной схемы управления, для ее функционирования необходима *информация*. На приведенной на рис. 2.2 схеме изображены три ее потока: $I_{вх}$, $I_{ос}$ и $I_{у}$. Информация $I_{вх}$ сообщает управляющему органу о множестве возможных состояний объекта управления и управляющего органа, а также о том, в каком из состояний должен находиться объект управления при заданных внешних условиях. Информация $I_{ос}$ — это информация обратной связи. Понятие обратной связи является фундаментальным в теории управления. В общем случае под *обратной связью* понимают передачу воздействия с выхода какой-либо системы обратно на ее вход. В системах управления обратная связь является информационной, и с ее помощью в управляющую подсистему поступает информация о текущем состоянии управляемой подсистемы. Третий информационный поток $I_{у}$ — это информация, возникшая в результате обработки в управляющем органе информации $I_{вх}$ и $I_{ос}$ и управляющая работой исполнительного органа.

Очень важным компонентом входной информации $I_{вх}$ является информация о *цели управления*, ибо управление **бессмысленно**, если оно не направлено на достижение определенной цели. Если управление наилучшим образом соответствует поставленной цели, то такое управление называется *оптимальным*. Критерием оптимальности управления является некоторая количественно измеряемая величина, отражающая цель управления. Математическая запись критерия оптимальности носит название *целевой функции*. При *оптимальном управлении* значение целевой функции достигает экстремума (максимума или минимума в зависимости от критерия оптимальности).

Ярко выраженный целевой информационный характер управления подтверждается его кибернетическим определением: *управление есть процесс целенаправленной переработки информации*.

В зависимости от того, в какой системе (простой, сложной, большой) осуществляется управление, различают системы автоматического управления (САУ) и автоматизированные системы управления (АСУ).

Автоматическое управление осуществляется, как правило, в простых системах, в которых заранее известны описание объекта управления и алгоритм управления им. По принципу управления системы автоматического управления могут быть разомкнутыми и замкнутыми. В *разомкнутых системах* измеряется возмущение, отклоняющее объект от заданного состояния, и вырабатывается воздействие, компенсирующее возникшее возмущение. Такая система не способна длительное время управлять неустойчивым объектом. В *замкнутых системах* (рис. 2.3) реализуется идея обратной связи, благодаря которой информация об отклонении управляемого объекта от заданного состояния позволяет выработать воздействие, возвращающее объект в это состояние.

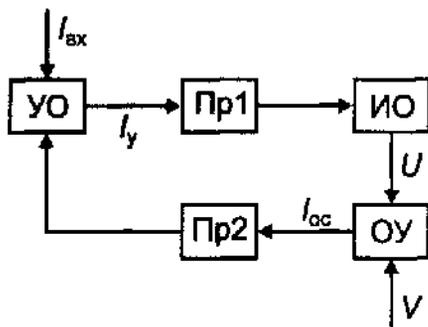


Рис. 2.3. Упрощенная структурная схема замкнутой САУ

Благодаря тому, что поведение объекта и алгоритм управления строго заданы, системы автоматического управления могут работать автономно, без участия человека (хотя, конечно, их создание и наблюдение за их функционированием невозможно без человека).

Как правило, САУ используются в технических системах, и в качестве управляющего органа используется компьютер, который с помощью программы (для него это $I_{вх}$) выдает результат обработки информации, обычно физический сигнал. Это сигнал управления (I_y), который через преобразователь (Пр1) приводит в действие исполнительный орган (ИО), возвращающий объект управления в заданное программой компьютера состояние. Состояние ОУ, меняющееся под воздействием внешних возмуще-

ний V , определяет значение сигнала обратной связи (I_{oc}), которое через преобразователь (Пр2) поступает в компьютер (УО). Преобразователи необходимы для изменения уровней или природы проходящих через них сигналов, так как элементы системы могут различаться по своей физической сути.

С ростом и усложнением производства объекты управления приобретают характер сложных и больших систем, имеющих большое число элементов и подсистем, связи между которыми не всегда ясны, а критерии функционирования не обладают достаточной четкостью. В этих условиях использовать результаты теории автоматического управления в полной мере не удастся, и в контур управления, помимо человека — оператора ЭВМ, действующего по заданным алгоритмам, включается *лицо, принимающее решения (ЛПР)*. Наличие **ЛПР** в контуре управления — отличительная черта автоматизированных систем управления, которые в случае применения в организационно-экономическом управлении называются *экономическими информационными системами — ЭИС* (рис. 2.4). Автоматизированное управление применяется в том случае, если нет возможности реализовать автоматическое управление.

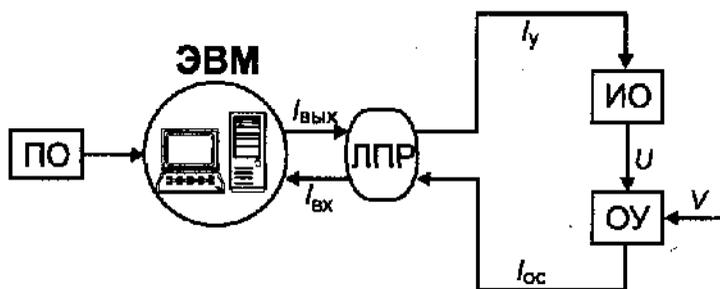


Рис. 2.4. Структурная схема ЭИС

Как видно из рис. 2.4, ЛПР, получив информацию об обратной связи I_{oc} , осведомляющую его о состоянии объекта управления (ОУ), обращается к ЭВМ (поток $I_{вх}$), имеющей определенное программное обеспечение (ПО) и вырабатывающей рекомендацию к принятию решения (поток $I_{вых}$). На основе анализа предложенных ЭВМ альтернатив ЛПР принимает решение, которое в виде управляющей информации (I_y) поступает в исполнительный

орган (ИО), переводя его в необходимое состояние. Например, министр (это ЛПР), получив информацию о состоянии отрасли (это ОУ), после обработки всей нужной информации на ЭВМ и просчета наборов вариантов поведения в сложившейся ситуации принимает решение, которое реализуется аппаратом министерства (это ИО) в управляемой отрасли производства.

2.3. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

2.3.1. ПОНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В предыдущем разделе было показано, что в контур управления ЭИС включается лицо, принимающее решение. ЛПР получает информацию обратной связи от объекта управления.

В системах управления обратную связь можно определить и несколько иначе, а именно как *информационную связь*, с помощью которой в управляющую подсистему поступает информация о результатах управления объектом, т.е. информация о новом состоянии объекта, которое возникло под влиянием управляющих воздействий.

Благодаря наличию обратных связей сложные системы оказываются в принципе способными выходить за пределы действий, предусмотренных их разработчиками, ибо обратная связь создает у системы новое качество: способность накапливать опыт, определять свое будущее поведение в зависимости от своего поведения в прошлом, т.е. *самообучаться*.

Управляющие воздействия, поступающие из управляющей подсистемы в управляемую, могут иметь различный характер: энергетический, материальный, информационный — в зависимости от природы управляемого объекта.

Среди всех систем особое место занимают системы, управляемый объект у которых — люди, коллективы людей. Подобные системы получили название систем организационного управления (или просто *организационных систем*), ибо управляющее воздействие в них направлено на организацию (согласование) поведения коллективов людей и имеет информационный характер.

Для таких систем полностью справедливо кибернетическое определение управления: *управление есть процесс целенаправленной переработки информации.*

Область получения и использования информации в организационных системах экономическая: она создается при подготовке и в процессе производственно-хозяйственной деятельности и используется в **управлении** этой деятельностью. Детальное изучение экономических информационных систем (ЭИС) опирается на понятия "информация" и "система".

Информация и система являются простейшими фундаментальными категориями, не выраженными через более общие понятия, поэтому приводимые далее определения всего лишь поясняют и уточняют эти категории.

Следовательно, экономическая информационная система — это человеко-машинная система, обеспечивающая использование компьютерных технологий сбор, передачу, обработку и хранение информации для управления производством. Особенностью такой системы на современном этапе является автоматизация процесса переработки информации с помощью компьютера. Безусловно, по мере дальнейшего развития информационных технологий и науки об управлении производством компьютеры будут использоваться в процессе управления значительно шире, вплоть до подготовки управленческих решений, с тем чтобы руководители имели возможность выбрать оптимальный вариант решения.

Разрабатывая организационную структуру предприятия, акционерного общества при экономической информационной системе управления, прежде всего необходимо четко установить, какие конкретные функции и операции процесса управления будут автоматизированы с помощью компьютера и других технических средств. Эта информация должна быть использована при определении форм разделения труда в аппарате управления и при распределении функций между подразделениями системы управления.

Устанавливая перечень задач, выполненных с помощью вычислительной техники, следует стремиться к тому, чтобы автоматизировать все те управленческие операции, которые компьютер может осуществлять более эффективно, чем человек. В настоящее время на предприятиях накоплен определенный опыт использования компьютеров для обработки учетной и аналитической ин-

формации, для создания автоматизированных рабочих мест специалистов.

Однако возможности применения компьютеров в управлении производством еще далеко не исчерпаны. Одной из причин неэффективного применения вычислительной техники является то, что она используется для обработки информации в отдельных задачах, а не в подсистемах и системах в целом.

Все это предъявляет особые требования к созданию и выбору вида организационной структуры, которая определяет форму системы управления предприятием. В управлении производством могут применяться линейная, функциональная и линейно-функциональная структуры. В сельскохозяйственных предприятиях в условиях рыночной экономики при использовании компьютерной и другой вычислительной и организационной техники наиболее эффективно применять линейно-функциональную структуру, основанную на сочетании линейного и функционального руководства.

В средних сельскохозяйственных предприятиях эта схема обычно выглядит так: руководитель сельскохозяйственного предприятия — главные специалисты (агроном, зоотехник, инженер) — руководители отраслей (цехов) — бригадиры (полеводческих, животноводческих бригад).

На более крупных сельскохозяйственных предприятиях схема принимает такой вид: руководитель предприятия — заместитель руководителя по производству — заместитель по экономике и финансам — заместитель по коммерции и другие заместители. Затем следуют подразделения, которыми руководят заместители руководителя предприятия.

2.3.2. СТРУКТУРА И СОСТАВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Изучение и создание сложной человеко-машинной системы требуют четкого определения ее внутренней структуры, т.е. решения задачи структуризации. В процессе структуризации система разделяется на части, имеющие меньшую сложность, на подсистемы и их элементы (задачи). При этом должны решаться вопросы выбора и реализации определенных принципов деления системы.

ЭИС классифицируются по многим признакам. Ниже дана классификация по функциональному признаку, по режимам работы ЭИС и по способу распределения вычислительных ресурсов. Другие аспекты классификации здесь рассматриваться не будут.

На рис. 2.5 приведена укрупненная схема состава экономической информационной системы управления аграрным предприятием. В системе выделены две части: обеспечивающая и функциональная.

СОСТАВ ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ЧАСТИ ЭИС

Состав, структура и характер взаимодействия обеспечивающих подсистем, термины, определяющие понятия, связанные с элементами обеспечения системы, изменяются и уточняются в ходе развития методологии создания информационных систем. И в большей или меньшей степени они продолжают уточняться, детализироваться, отрабатываться по мере совершенствования компьютерной техники, средств и методов программирования, развития информационного обеспечения.

В настоящее время в составе обеспечивающей части информационной системы принято выделять подсистемы технического, информационного, математического, программного, кадрового, организационно-правового обеспечения.

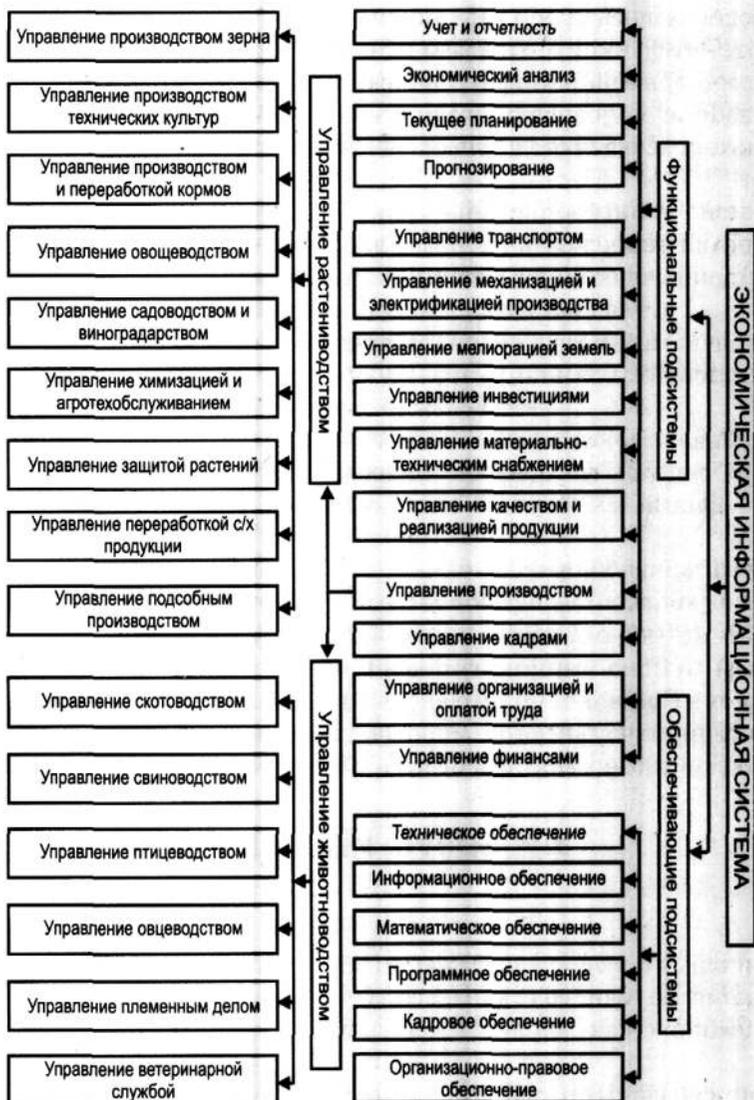
Техническое обеспечение системы — это комплекс технических средств (компьютер, оборудование локальной вычислительной сети, оргтехника, периферийная техника, средства связи).

Информационное обеспечение представляет собой совокупность базы данных и системы управления базой данных, системы входной и выходной информации, а также унифицированной системы документации.

Информационное обеспечение включает в себя всю экономическую информацию предприятия, описание способов ее представления, хранения и **преобразования**. Информационное обеспечение организуется на основе технического и программного обеспечения и является по отношению к ним обеспечением более высокого уровня.

Исходя из задач информационного обеспечения можно обоснованно выдвинуть требования к техническому обеспечению

Рис. 2.5. Функциональная структура ЭИС для управления многоотраслевым сельскохозяйственным предприятием



системы и осуществить выбор соответствующих компьютеров и других технических средств.

Математическое обеспечение системы представляет собой совокупность средств и методов, позволяющих строить экономико-математические модели задач управления предприятиями. Построение математической модели задачи управления можно разделить на следующие этапы: построение экономико-математической модели, определение оптимального решения. Процесс построения экономико-математической модели требует выделения критерия оптимальности, определения ограничений, наиболее лимитирующего моделируемый процесс, и установления соотношений, описывающих процессы управления.

На этапе получения оптимального решения определяют, к какому типу задач управления относится построенная модель, и выбирают вычислительный метод. Оптимальное решение в задачах информационной системы получают с помощью методов математического программирования, математической статистики, **теории** массового обслуживания. Эти методы и составляют основу математического обеспечения системы.

Программное обеспечение ЭИС — это совокупность программ (общесистемных и прикладных) для реализации задач, подсистем информационной системы на базе компьютерной техники. Программное обеспечение должно предоставить пользователям наибольшие удобства в работе и свести к минимуму затраты на программирование задач и обработку информации.

Кадровое обеспечение включает в себя персонал, занимающийся проектированием, разработкой, внедрением и эксплуатацией **ЭИС**.

Организационно-правовое обеспечение информационных систем представляет собой совокупность норм, устанавливающих и закрепляющих организацию этих систем, их цели, задачи, структуру и функции, правовой статус системы и всех звеньев, регламентирующих процессы создания и функционирования ЭИС.

Выделение обеспечивающей части системы основывается на использовании различных видов средств, необходимых для работы функциональных подсистем и экономической информационной системы в целом.

Каждое из обеспечивающих средств (организационных, технических, программных и др.) в масштабе системы трансформируется в соответствующую обеспечивающую подсистему ЭИС.

Совокупность этих подсистем, увязанных и согласованных между собой, должна обеспечить весь технологический цикл функционирования ЭИС при условии достижения заданных технико-экономических характеристик системы. Особенностью комплекса обеспечивающих подсистем является невозможность исключения их из системы в целом, тогда как отдельные функциональные подсистемы могут при создании системы временно функционировать в традиционном варианте. Например, отсутствие технического обеспечения не позволяет практически реализовать работу машинных программ с информацией, вырабатываемой в функциональных подсистемах ("работать не на чем"); отсутствие программного обеспечения делает невозможным использование компьютера, превращая технику в "мертвое железо"; отсутствие программного обеспечения делает информацию системы недоступной для программ, а через них для компьютера и т.д. Поэтому если очередность разработки функциональных подсистем означает возможность последовательного проектирования и внедрения отдельных подсистем, то очередность разработки обеспечивающей части ЭИС предполагает обязательное одновременное создание всех обеспечивающих подсистем и их последующее совершенствование.

СОСТАВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ

Состав функциональных подсистем в ЭИС для различных предприятий может быть различным. На рис. 2.5 приведена функциональная структура экономической информационной системы для управления многоотраслевым сельскохозяйственным предприятием. В данном случае выделены подсистемы, связанные с функциями управления: учет и отчетность, экономический анализ, текущее планирование, прогнозирование, а также подсистемы по отраслевому признаку — управление производством, в состав которой входят подсистемы управления отраслями сельскохозяйственного производства: управление растениеводством по отраслям, управление животноводством по отраслям. Основными задачами здесь являются задачи оперативного управления, а также задачи бухгалтерского учета, текущего планирования и анализа.

Необходимо подчеркнуть некоторую условность выделения функциональных подсистем в силу многообразия связей как меж-

ду подсистемами, так и между задачами внутри каждой функциональной подсистемы.

Рассмотрим некоторые функциональные подсистемы, а также задачи, решаемые в их составе.

Подсистема учета и отчетности обеспечивает возможность использования информации для оперативного руководства финансово-хозяйственной деятельностью предприятия, составления финансовой отчетности, калькулирования себестоимости производимой продукции.

По составу задач подсистема бухгалтерского учета включает следующие основные укрупненные задачи:

- учет труда и его оплаты;
- учет денежных средств и расчетов;
- учет основных средств;
- учет производственных запасов;
- учет затрат на производство;
- сводный синтетический и аналитический учет, баланс;
- учет фондов, резервов и результатов хозяйственной деятельности.

Использование компьютерных технологий при решении этих задач открывает принципиально новые возможности повышения актуальности, оперативности и достоверности учетной информации в системе управления предприятием не только без увеличения численности бухгалтерского персонала, но и с тенденцией к ее сокращению при правильной технологии и организации работ. Достоверность и оперативность обработки учетной информации позволяют принимать своевременно управленческие решения по повышению эффективности производства.

Подсистема экономического анализа позволяет проводить анализ производственно-хозяйственной деятельности в целом по предприятию и его подразделениям, а также по отдельным отраслям. Задачи данной подсистемы не регламентированы. Наиболее широко выполняется автоматизация следующих задач:

- анализ производственно-хозяйственной деятельности по предприятию;
- анализ производства продукции и затрат на производство по отдельным сельскохозяйственным отраслям;
- анализ производительности труда;
- анализ себестоимости отдельных видов продукции;

- анализ рентабельности отдельных видов продукции и предприятия в целом и другие задачи.

Решение перечисленных задач информационно связано с бухгалтерским учетом.

Подсистема "Текущее планирование" обеспечивает разработку текущих годовых, календарных и рабочих планов. При этом решаются следующие задачи:

- автоматизированная разработка технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур;
- автоматизированная разработка рабочих и календарных планов;
- разработка бизнес-плана;
- прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур.

При разработке указанных задач в этой подсистеме, как и в подсистеме "Прогнозирование", широко используются математические методы: линейное программирование, корреляционно-регрессионный анализ и другие оптимизационные методы и методы математической статистики.

Следует еще раз подчеркнуть некоторую условность состава и содержания функциональных подсистем и задач внутри подсистемы. Однако понимание общих закономерностей структуризации ЭИС по функциональному признаку позволяет разработать в каждом конкретном случае ЭИС со структурой, наиболее соответствующей данному предприятию.

2.4. ЧЕЛОВЕК И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

При производстве продуктов труда человек всегда управляет орудиями труда в процессе их воздействия на **предмет** труда. Например, когда вы вскапываете **грядки**, предметом труда является земля, орудием труда — лопата, продуктом труда — вскопанная грядка. Естественно, перед началом копки вы, сами того не осознавая, составляете концептуальную модель, содержащую информацию о том, где, в каком месте огорода будет располагаться будущая грядка, какой она будет ширины, глубины, нужно ли разбивать комья земли и т.д. Когда вы копаете, т.е. воздействуете лопатой (орудием труда) на землю (предмет труда), то

подсознательно сравнивает получающийся результат с хранимой в памяти концептуальной моделью и в зависимости от результата сравнения копаете глубже или немного левее, т.е. управляете орудием труда. Нетрудно заметить, что перед нами классическая система управления (рис. 2.6), в которой объектом управления является земля, исполнительным органом — лопата вместе с мускулами человека и управляющим органом — человеческий **МОЗГ**.

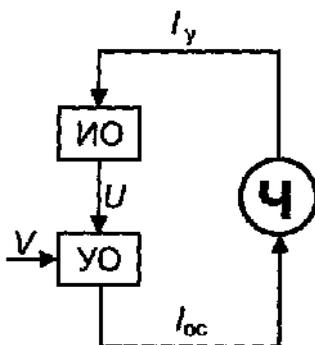


Рис. 2.6. Человек (Ч) в элементарной системе управления

С усложнением производства, т.е. объектов управления и их концептуальных моделей, объемы осведомляющей информации I_{oc} возрастают и человеческие возможности их переработки в необходимом темпе исчерпываются. Тогда на помощь человеку приходят технические средства ускорения переработки информации, как правило, средства вычислительной техники (СВТ).

Возникает, таким образом, самостоятельный дополнительный информационный контур, помогающий человеку быстрее обработать осведомляющую информацию I_{oc} и выработать управляющую информацию I_y . Появление контура дополнительной обработки информации (помимо человека) на СВТ (рис. 2.7) и есть начало возникновения информационной технологии.

Совершенствование ЭВМ, программного обеспечения, математических методов и моделей позволило создать экономические информационные системы, в которых четко обозначился контур информационной технологии — ИТ.

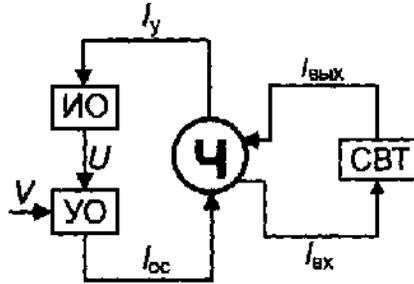


Рис. 2.7. Система управления с контуром дополнительной обработки информации

Из рис. 2.8 видно, что в общем случае информационная технология состоит из информационных моделей разного уровня абстракции и ЭВМ. На вход ИТ поступает информация от человека $I_{вхТ}$, формируемая на основе информации $I_{ос}$ от объекта управления. Информация $I_{вхТ}$ сравнивается с концептуальной моделью объекта управления. Реакция на результат сравнения определяется общей математической моделью управления (ОМУ), декомпозированной на частные математические модели (ЧММ). Набор ЧММ описывает возможные состояния ОУ и тактику управления в этих состояниях. Эта **тактика** реализуется через **алгоритмические** модели (АМ), формализованные в программное обеспечение (ПО) для ЭВМ. В результате ЭВМ выдает информацию

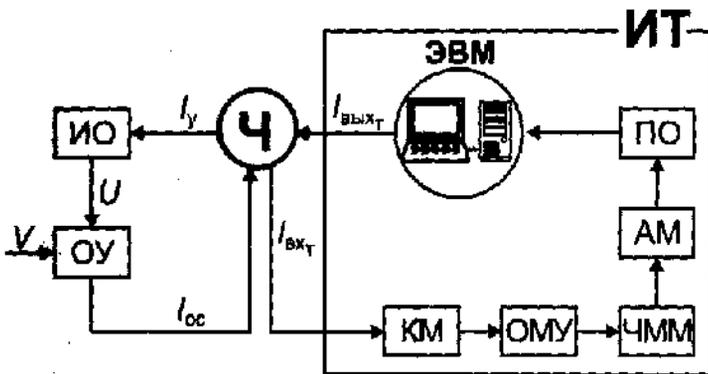


Рис. 2.8. Информационная технология в ЭИС

, представляющую собой рекомендации по управлению ОУ в данной ситуации.

Таким образом, в автоматизированной системе управления человек является центральным и объединяющим звеном двух контуров (см. рис. 2.8): собственно управления (Ч — ИО — ОУ) и информационной технологии (Ч — ИТ).

В автоматизированной системе управления, несмотря на наличие контура информационной технологии, ответственность за принятое управляющее решение возлагается на человека — лицо, принимающее решение. Другими словами, решение принимает человек, а информационная технология помогает ему в этом.

Когда ученые выделили из процесса управления стадию принятия решения, то вначале казалось, что для полной автоматизации достаточно разработать математическую модель и реализовать ее в ЭВМ. И тогда АСУ (автоматизированная система управления) превращается в САУ (систему автоматического управления). Однако, как оказалось, процесс принятия решения человеком очень сложен. Иногда в этот процесс включаются такие механизмы, которые невозможно предусмотреть и тем более формализовать. При принятии решения человек может учитывать и такие аспекты, как мораль, традиции, человеческие взаимоотношения. Вот почему при управлении социально-экономическими системами (при организационно-экономическом управлении) процесс принятия решения не может быть осуществлен без человека [32].

Как показано на рис. 2.9, человек на основе автоматизированного анализа (АИ) осведомляющей информации $I_{ос}$ от объекта управления и информации $I_{вх}$ от концептуальной модели объекта управления производит постановку задачи (ПЗ), решение которой должно позволить в данной ситуации наилучшим образом управлять объектом (например, производством).

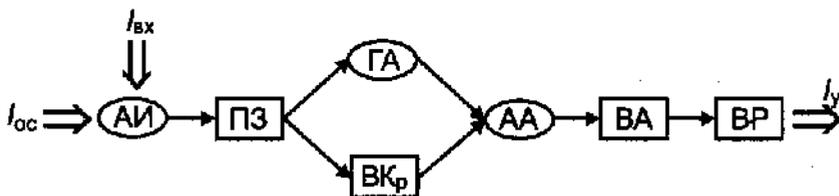


Рис. 2.9. Взаимосвязь фаз принятия решения

Однако решений (альтернатив) всегда несколько: если решение всегда одно, то проблемы выбора не существует, а значит, теряет смысл и сам процесс принятия решения. Поэтому далее идет фаза генерации альтернатив (ГА), т.е. выдвижения возможных решений задачи (альтернатива — от лат. *alter* — одно из двух, *alternatio* — чередоваться). Как уже подчеркивалось, управление всегда ведется с определенной целью. Решение поставленной задачи должно согласовываться с общей целью управления и частной целью в данной ситуации. Поэтому выбрать альтернативу невозможно, если нет критерия выбора, отражающего цель управления. Таким образом, следующая фаза — выбор критерия (ВКр) решения поставленной задачи. На этом этапе анализа альтернатив (АА) проводится их исследование по выбранному критерию, а далее — окончательный выбор одной из альтернатив (ВА), наилучшим образом удовлетворяющей критерию выбора. Выбранная альтернатива дополнительно анализируется, и выдается окончательное решение (ВР), принимающее в организационных системах вид потока управляющей информации I_y .

Если рассматривать фазы принятия решения относительно возможности их автоматизации на базе информационной технологии, то в настоящее время, пожалуй, только фазы анализа информации (АИ), генерации альтернатив (ГА) и анализа альтернатив (АА) по выбранному критерию удастся автоматизировать в достаточной мере (на рис. 2.9 изображены овалами). Для этого необходимо, чтобы в ЭВМ находились модели поставленной задачи, с помощью которых возможно было бы быстро просчитать результаты решения по различным альтернативам, исходным данным и критериям. Конечно, для этого желательно, чтобы ЛПР умело использовать средства информационной технологии. В противном случае приходится иметь штат системщиков, аналитиков и т.п.

Развитие программно-аппаратных средств ИТ с каждым годом приводит к все большему упрощению взаимодействия человека с ЭВМ и, таким образом, уменьшает число посредников диалога, что ускоряет процесс принятия решений и повышает их качество. Большое значение для принятия быстрого и верного решения имеет автоматизация фазы обработки и анализа информации, поступающей с потоками информации I_{oc} и $I_{вх}$. Для принятия решения всегда может потребоваться дополнительная информация, не содержащаяся в потоках I_{oc} и $I_{вх}$. В этих случаях

важную роль играет информационное обеспечение ЛПР, которое в целях оперативности должно быть создано с помощью средств информационной технологии (баз и банков данных).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятию *система* и объясните ее свойства.
2. Проведите классификацию систем по различным признакам.
3. Каковы основные признаки больших систем?
4. Нарисуйте и объясните укрупненную структурную схему системы управления.
5. Почему самым сложным элементом системы управления является управляющий орган?
6. Что такое *обратная связь*?
7. Дайте кибернетическое определение процесса управления.
8. В чем отличие замкнутых и разомкнутых систем управления?
9. В чем заключается особенность автоматизированных систем управления?
10. Дайте определение информационных моделей и их иерархии.
11. Покажите место человека в элементарной системе управления.
12. Объясните необходимость появления и место информационной технологии в автоматизированном управлении.
13. Почему человек является центральным звеном в ЭИС?
14. Нарисуйте схему и объясните фазы процесса принятия решения.
15. Как соотносятся дисциплины "информатика" и "информационные технологии"?

Глава

3

СТРУКТУРА БАЗОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ДАННЫЕ

Базовой информационной технологией будем называть информационную технологию, ориентированную на определенную область применения. Предметом изучения излагаемого курса являются информационные технологии в управлении организационно-экономическими системами, создаваемыми при производстве материальных благ и услуг. Любая информационная технология складывается из взаимосвязанных информационных процессов, каждый из которых содержит определенный набор процедур, реализуемых с помощью информационных операций. Информационная технология выступает как система, функционирование каждого элемента которой подчиняется общей цели функционирования системы — получению качественного информационного продукта из исходного информационного ресурса в соответствии с поставленной задачей.

Как базовая информационная технология в целом, так и отдельные информационные процессы могут быть рассмотрены на трех уровнях: концептуальном, логическом и физическом. На концептуальном уровне определяется содержательный аспект информационной технологии или процесса, на логическом отображается формализованное (модельное) описание, а на физическом происходит программно-аппаратная реализация информационных процессов и технологии.

3.1. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

При производстве информационного продукта исходный информационный ресурс в соответствии с поставленной задачей подвергается в определенной последовательности различным преобразованиям. Динамика этих преобразований отображается в протекающих при этом информационных процессах. Таким образом, информационный процесс — это процесс преобразования информации. В результате выполнения этого процесса информация может изменить и содержание, и форму представления, причем как в пространстве, так и во времени.

Фазы преобразования информации в информационной технологии достаточно многочисленны, и простое их перечисление может привести к потере ощущения целостности технологической системы ("за деревьями не увидеть леса"). Однако если провести структуризацию технологии, выделив такие крупные структуры, как *процессы* и *процедуры*, то концептуальная модель базовой информационной технологии может быть представлена схемой, показанной на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Концептуальная модель базовой информационной технологии

На этой схеме в левой части даны блоки информационных процессов, в правой — блоки процедур. Блок в виде прямоугольника изображает процесс или процедуру, в которых преобладают ручные или традиционные операции. Овальная форма блоков соответствует автоматическим операциям, производимым с помощью технических средств (ЭВМ и средств передачи данных). В верхней части схемы информационные процессы и процедуры осуществляют преобразование информации, имеющей ярко выраженное смысловое содержание. Синтаксический аспект информации находится здесь на втором плане. В этом случае говорят о преобразовании собственно **информации**. В нижней части схемы производится преобразование **данных**, т.е. информации, представленной в машинном виде. И на этом уровне представления преобладает синтаксический аспект информации.

Технология переработки информации начинается с формирования информационного ресурса, который после определенных целенаправленных преобразований должен превратиться в информационный продукт. Формирование информационного ресурса (получение исходной информации) начинается с процесса *сбора* информации, которая должна в информационном плане отразить предметную **область**, т.е. объект управления или исследования (его **характеристики**, параметры, состояние и т.п.).

Собранная информация для ее оценки (полнота, непротиворечивость, достоверность и т.д.) и последующих преобразований должна быть соответствующим образом *подготовлена* (осмыслена и **структурирована, например**, в виде таблиц). После подготовки информация может быть передана для дальнейшего преобразования традиционными способами (с помощью телефона, почты, курьера и т.п.), а может быть подвергнута сразу процессу преобразования в машинные данные, т.е. процессу *ввода*.

Процессы сбора, подготовки и ввода в информационной технологии организационно-экономических систем по своей реализации являются в основном ручными (кроме процесса подготовки, который частично может быть автоматизированным). В процессе ввода информация преобразуется в данные, имеющие форму цифровых кодов, **реализуемых** на физическом уровне с помощью различных физических представлений (**электрических**, магнитных, оптических, механических и т.д.).

Следующие за вводом информационные процессы уже производят *преобразование данных* в соответствии с поставленной за-

дачей. Эти процессы протекают в ЭВМ (или организуются ЭВМ) под управлением различных программ, которые и позволяют так организовать данные, что после вывода из ЭВМ результат обработки представляет собой наполненную смыслом информацию о результате решения поставленной задачи. В ходе преобразования данных можно выделить четыре основных информационных процесса и соответствующие им процедуры. Это процессы обработки, обмена, накопления данных и представления знаний.

Процесс *обработки* данных связан с *преобразованием* значений и структур данных, а также с их преобразованием в форму, удобную для человеческого восприятия, т.е. *отображением*. Отображенные данные — это уже информация. Процедуры преобразования данных осуществляются по определенным алгоритмам и реализуются в ЭВМ с помощью набора машинных операций. Процедуры отображения переводят данные из цифровых кодов в изображение (текстовое или графическое) или звук.

Информационный процесс *обмена* предполагает обмен данными между процессами информационной технологии. Из рис. 3.1 видно, что процесс обмена связан взаимными потоками данных со всеми информационными процессами на уровне переработки данных. При обмене данными можно выделить два основных типа процедур. Это *процедуры передачи данных* по каналам связи и *процедуры организации сети*. Процедуры передачи данных реализуются с помощью операции кодирования-декодирования, модуляции-демодуляции, согласования и усиления сигналов. Процедуры организации сети включают в себя в качестве основных операции по коммутации и маршрутизации потоков данных (трафика) в вычислительной сети. Процесс обмена позволяет, с одной стороны, передавать данные между источником и получателем информации, а с другой — объединять информацию из многих **ИСТОЧНИКОВ**.

Процесс *накопления* позволяет так преобразовать информацию в форме данных, что ее удастся длительное время хранить, постоянно обновляя, и при необходимости оперативно извлекать в заданном объеме и по заданным признакам. Процедуры процесса накопления, таким образом, состоят в организации *хранения* и *актуализации* данных. Хранение предполагает создание такой структуры расположения данных в памяти ЭВМ, которая позволила бы быстро и не избыточно накапливать данные по заданным признакам и не менее быстро осуществлять их поиск.

В настоящее время ЭВМ имеет два основных вида запоминающих устройств: оперативные (электронные) и внешние (на магнитных и оптических дисках). Их физическая природа и устройство различны, поэтому различаются и возможности по организации структур хранения данных. Можно выделить операции по организации хранения и поиска данных в оперативной и внешней памяти ЭВМ. В процессе накопления данных важной процедурой является их актуализация. Под *актуализацией* понимается поддержание хранимых данных на уровне, **соответствующем** информационным потребностям решаемых задач в системе, где организована информационная технология. Актуализация данных осуществляется с помощью операций добавления новых данных к уже хранимым, корректировки (изменения значений или элементов структур) данных и их уничтожения, если данные устарели и уже не могут быть использованы при решении функциональных задач системы.

Наконец, процесс *представления знаний* включен в базовую информационную технологию как один из основных, поскольку высшим продуктом информационной технологии является знание. Формирование знания как высшего информационного продукта до недавнего времени являлось (да в основе своей является и сейчас) прерогативой человека. Однако оказать помощь человеку при решении неформализуемых или трудно формализуемых задач может автоматизированный процесс представления знаний. В этом процессе объединяются процедуры формализации знаний, их накопления в формализованном виде и формальной генерации (вывода) новых знаний на основе накопленных в соответствии с поставленной задачей.

Вывод нового знания — это эквивалент решения задачи, которую не удастся представить в формальном виде. Таким образом, *процесс представления знаний* состоит из *процедур получения формализованных знаний* и *процедур генерации (вывода) новых знаний* из полученных. К сожалению, практическая реализация процесса представления знаний с помощью ЭВМ еще не достигла достаточно широкого применения в информационных технологиях. Это связано как с продолжающимися поисками форм представления знаний в теории искусственного интеллекта, так и с практическими трудностями при создании баз знаний. Тем не менее развитие теории искусственного интеллекта продолжается, и в новом веке процесс представления знаний займет ключевое место в информационных технологиях.

3.2. ЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Логический уровень информационной технологии представляется комплексом взаимосвязанных моделей, формализующих информационные процессы при технологических преобразованиях информации и данных. Формализованное в виде моделей представление информационной технологии позволяет связать параметры информационных процессов, а это означает возможность реализации управления информационными процессами и процедурами.

На рис. 3.2 приведена схема взаимосвязи моделей базовой информационной технологии. В зависимости от области применения и назначения информационных технологий модели информационных процессов конкретизируются, а некоторые могут и отсутствовать. Например, в настоящее время из-за того, что на потребительском рынке информационных технологий нет относительно недорогих, надежных и простых в эксплуатации интеллектуальных систем, процесс представления знаний в структуре организуемой информационной технологии может отсутствовать. Если, например, информационная технология проектируется на автоматизированных рабочих местах (АРМ), не объединенных в сеть, процесс обмена данными и соответственно его модели будут отсутствовать. Однако наибольший эффект информационная технология дает тогда, когда в ее составе используется весь набор информационных процессов.

На основе модели предметной области (МПО), характеризующей объект управления, создается общая модель управления (ОМУ), а из нее вытекают модели решаемых задач (МРЗ). Так как решаемые задачи в информационной технологии предполагают в своей основе различные информационные процессы, то на передний план выходит модель организации информационных процессов, призванная на логическом уровне увязать эти процессы при решении задач управления.

При обработке данных формируются четыре основных информационных процесса: обработка, обмен и накопление данных и представление знаний.

Модель обработки данных включает в себя (см. рис. 3.2) формализованное описание процедур организации вычислительного процесса, преобразования данных и отображения данных. Под

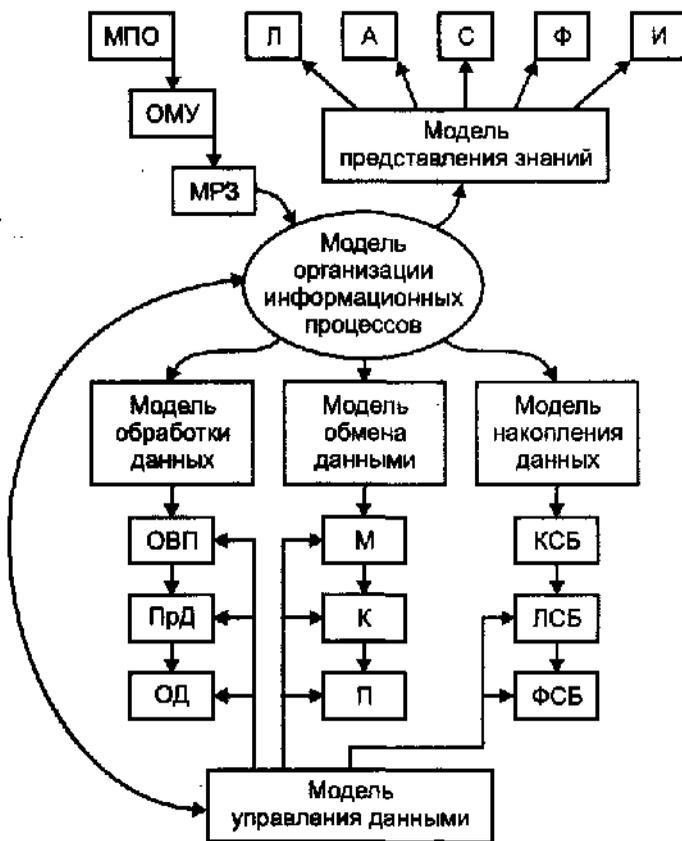


Рис. 3.2. Схема взаимосвязи моделей базовой информационной технологии

организацией вычислительного процесса (ОВП) понимается управление ресурсами компьютера (**память**, процессор, внешние устройства) при решении задач обработки данных. Эта процедура формализуется в виде алгоритмов и программ системного управления компьютером. Комплекс таких алгоритмов и программ получили название *операционных систем*. Операционные системы выступают в виде посредников между ресурсами компьютера и прикладными программами, организуя их работу.

Процедуры *преобразования данных* (ПрД) на логическом уровне представляют собой алгоритмы и программы обработки данных

и их структур. Сюда включаются стандартные процедуры, такие, как сортировка, поиск, создание и преобразование статических и динамических структур данных, а также нестандартные процедуры, обусловленные алгоритмами и программами преобразования данных при решении конкретных информационных задач.

Моделями процедур *отображения данных* (ОД) являются компьютерные программы преобразования данных, представленных машинными кодами, в воспринимаемую человеком информацию, несущую в себе смысловое содержание. В современных ЭВМ данные могут быть отражены в виде текстовой информации, в виде графиков, изображений, звука, с использованием средств мультимедиа, которые интегрируют в компьютере все основные способы отображения.

Модель обмена данными включает в себя формальное описание процедур, выполняемых в вычислительной сети: передачи (П), коммутации (К), маршрутизации (М). Именно эти процедуры и составляют информационный процесс обмена. Для качественной работы сети необходимы формальные соглашения между ее пользователями, что реализуется в виде *протоколов сетевого обмена*. В свою очередь, *передача данных* основывается на моделях кодирования, модуляции каналов связи. На основе моделей обмена производится синтез системы обмена данными, при котором оптимизируются топология и структура вычислительной сети, метод коммутации, протоколы и процедуры доступа, адресации и маршрутизации.

Модель накопления данных формализует описание информационной базы, которая в компьютерном виде представляется базой данных. Процесс перехода от информационного (смыслового) уровня к физическому отличается трехуровневой системой моделей представления информационной базы: концептуальной, логической и физической схемами.

Концептуальная схема информационной базы (КСБ) описывает информационное содержание предлагаемой области, т.е. какая и в каком объеме информация должна накапливаться при реализации информационной технологии. **Логическая схема информационной базы (ЛСБ)** должна формализованно описать ее структуру и взаимосвязь элементов информации. При этом могут быть использованы различные подходы: реляционный, иерархический, сетевой.

Выбор подхода определяет и систему управления базой данных, которая, в свою очередь, определяет физическую модель данных — *физическую схему информационной базы (ФСБ)*, описывающую методы размещения данных и доступа к ним на машинных (физических) носителях информации.

Модель представления знаний. В современных информационных технологиях формирование моделей предметной области и решаемых задач производится в основном человеком, что связано с трудностями формализации этих процессов. Но по мере развития теории и практики интеллектуальных систем становится возможным формализовать человеческие знания, на основе которых и формируются вышеуказанные модели. Модель представления знаний, включенная в систему моделей информационной технологии, позволит проектировщику информационных технологий (ИТ) в автоматизированном режиме формировать из фрагментов модель предметной области, а также модели решаемых задач. Наличие этих моделей поможет пользователю в заданной предметной области выбрать необходимую ему модель задачи и решить ее с помощью информационной технологии. Модель представления знаний может быть выбрана в зависимости от предметной области и вида решаемых **задач**. В настоящее время используются такие модели, как логические (**Л**), алгоритмические (**А**), семантические (**С**), фреймовые (**Ф**) и интегральные (**И**).

Модель управления данными. Взаимная увязка базовых информационных процессов, их синхронизация на логическом уровне осуществляются через модель управления данными. Так как базовые информационные процессы оперируют данными, то управление данными — это управление процессами обработки, обмена и накопления.

Управление процессом обработки данных означает управление организацией вычислительного **процесса**, преобразованиями и отображениями данных в соответствии с моделью организации информационных процессов, основанной на модели решаемой задачи.

При *управлении процессом обмена* управлению подлежат процедуры маршрутизации и коммутации в вычислительной сети, а также передачи сообщений по каналам связи.

Управление данными в процессе накопления означает организацию физического хранения данных в базе и ее актуализацию, т.е. добавление данных, их корректировку и уничтожение.

Кроме того, должны быть подчинены управлению процедуры поиска, группировок, выборки и т.п.

На логическом уровне управление процессом накопления данных осуществляется с помощью комплексов программ управления базами данных, получивших название *систем управления базами данных*. С увеличением объемов информации, хранимой в базах данных, при переходе к распределенным базам и банкам данных управление процессом накопления усложняется и не всегда поддается формализации. Поэтому в ИТ при реализации процесса накопления часто возникает необходимость в человеке — *администраторе базы данных*, который формирует и ведет модель накопления данных, определяя ее содержание и поддерживая ее в актуальном состоянии.

3.3. ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Физический уровень информационной технологии представляет ее программно-аппаратную реализацию. При этом стремятся максимально использовать типовые технические средства и программное обеспечение, что существенно уменьшает затраты на создание и эксплуатацию ИТ. С помощью программно-аппаратных средств осуществляются базовые информационные процессы и процедуры в их взаимосвязи и подчинении единой цели функционирования. Таким образом, и на физическом уровне ИТ рассматривается как система, причем большая система, в которой выделяется несколько крупных подсистем (рис. 3.3). Это подсистемы, реализующие на физическом уровне информационные процессы обработки данных, обмена данными, накопления данных, управления данными и представления знаний. С системой информационной технологии взаимодействуют пользователь и *проектировщик* системы.

Подсистема обработки данных. Для выполнения функций этой подсистемы используются электронные вычислительные машины различных классов. В настоящее время при создании автоматизированных информационных технологий применяются три основных класса ЭВМ: на верхнем уровне — большие универсальные ЭВМ (по зарубежной классификации — мейнфреймы), способные накапливать и обрабатывать громадные объемы информации и используемые как главные ЭВМ; на среднем —

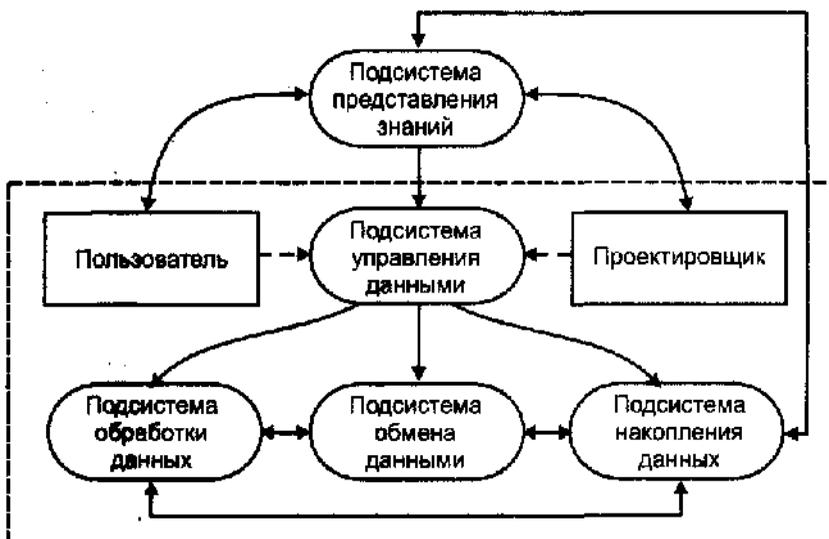


Рис. 3.3. Взаимосвязь подсистем базовой информационной технологии (при отсутствии в ИТ подсистемы представления знаний состав и взаимосвязь подсистем **ограничиваются** пунктирным контуром)

абонентские вычислительные машины (серверы); на нижнем уровне — персональные компьютеры. Обработка данных, т.е. их преобразование и отображение, производится с помощью программ решения задач в той предметной области, для которой создана информационная технология.

Подсистема обмена данными. В эту подсистему входят комплекс программ и устройств, позволяющих создать вычислительную сеть и осуществить по ней передачу и прием сообщений с необходимыми скоростью и качеством. Физическими компонентами подсистемы обмена служат устройства **приса-передачи** данных: модемы, усилители, коммутаторы, кабели, специальные вычислительные комплексы, осуществляющие коммутацию, маршрутизацию и доступ к сетям. Программными компонентами подсистемы являются программы сетевого обмена, реализующие сетевые протоколы, кодирование-декодирование сообщений и др.

Подсистема накопления данных. Подсистема реализуется с помощью банков и баз данных, организованных на внешних устройствах компьютеров и ими управляемых. В вычислительных

сетях, помимо создания локальных баз и банков данных, используется организация распределенных банков данных и распределенной обработки данных. Аппаратно-программными средствами этой подсистемы являются компьютеры различных классов с соответствующим программным обеспечением.

Подсистема представления знаний. Для автоматизированного формирования модели предметной области из ее фрагментов и модели решаемой информационной технологией задачи создается подсистема представления знаний. На стадии проектирования информационной технологии проектировщик формирует в памяти компьютера модель заданной предметной области, а также комплекс моделей решаемых технологией задач. На стадии эксплуатации пользователь обращается к подсистеме знаний и, исходя из постановки задачи, выбирает в автоматизированном режиме соответствующую модель решения, после чего через подсистему управления данными включаются другие подсистемы информационной технологии.

Подсистемы представления знаний реализуются, как правило, на персональных компьютерах, программное обеспечение которых пишется на специальных формальных языках программирования.

Подсистема управления данными. Это подсистема на компьютерах с помощью подпрограммных систем управления обработкой данных и организации вычислительного процесса, систем управления вычислительной сетью и систем управления базами данных. При больших объемах накапливаемой на компьютере и циркулирующей в сети информации на предприятиях, где внедрена информационная технология, могут создаваться специальные службы, такие, как администратор баз данных, администратор вычислительной сети и т.п.

3.4. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ДАННЫЕ

Базовыми информационными процессами информационной технологии называют процессы обработки и накопления данных, обмена данными и представления знаний, т. е. те процессы, которые поддаются формализации, а следовательно, и автоматизации

с помощью ЭВМ и средств связи. Автоматизированные информационные процессы оперируют машинным представлением информации — данными и, как информационная технология в целом, могут быть представлены тремя уровнями: концептуальным, логическим и физическим. Однако прежде чем превратиться в данные, информация должна быть сначала собрана, соответствующим образом подготовлена и только после этого введена в ЭВМ, представ в виде данных на машинных носителях информации.

В технологических системах управления процесс преобразования информации в данные может быть полностью автоматизирован, так как для сбора информации о состоянии **производственной** линии применяются разнообразные электрические датчики, которые уже по своей природе позволяют преобразовывать физические параметры (вплоть до превращения их в данные, записываемые на машинных носителях информации) без выхода на человеческий уровень представления. Это оказывается возможным благодаря относительной простоте и однозначности информации, снимаемой датчиками (давление, **температура**, скорость и т.п.).

В организационно-экономических системах управления информация, осведомляющая о состоянии объекта управления, семантически сложна, разнообразна, и ее сбор не удастся автоматизировать. Поэтому в таких системах информационная технология на этапе превращения исходной (**первичной**) информации в данные в основе своей остается ручной. Рассмотрим последовательность фаз процесса преобразования информации в данные в информационной технологии организационно-экономических систем управления (рис. 3.4).

Сбор информации. На этой фазе поток осведомляющей информации, поступающей от объекта управления, воспринимается человеком и переводится в документальную форму (записывается на бумажный носитель информации). Составляющими этого потока могут быть показания приборов (например, показания о пробеге автомобиля по спидометру), накладные, акты, ордера, ведомости, **журналы**, описи и т.п. Для перевода потока осведомляющей информации в автоматизированный контур информационной технологии необходимо собранную информацию передать в места ее ввода в компьютер, так как часто пункты получения первичной информации от них пространственно удалены. Передача осуществляется, как правило, традиционно, с помощью курьера, телефона, по почте.

(Объект управления)
Поток осведомляющей информации

Сбор информации

Подготовка и контроль

Ввод информации



Рис. 3.4. Схема преобразования информации в данные

Подготовка и контроль. Собранная информация для ввода в компьютер должна быть предварительно *подготовлена*, поскольку модель предметной области, заложенная в компьютер, накладывает свои ограничения на состав и организацию вводимой информации. В современных информационных системах ввод информации осуществляется по запросам программы, отображаемым на экране дисплея, и часто дальнейший ввод приостанавливается, если оператором проигнорирован какой-либо важный запрос.

Контроль подготовленной и вводимой информации направлен на предупреждение, выявление и устранение ошибок, которые неизбежны в первую очередь из-за так называемого "человеческого фактора". Человек устает, его внимание может ослабнуть, кто-то может его отвлечь — в результате возникают ошибки. Ошибки при сборе и подготовке информации могут быть и преднамеренными. Любые ошибки приводят к искажению вводимой информации, к ее недостоверности, а значит, к неверным результатам обработки и в конечном итоге к ошибкам в управлении системой. При контроле собранной и подготовленной информации применяют совокупность приемов, как ручных, так и формализованных, направленных на обнаружение ошибок. Вообще процедуры контроля полноты и достоверности информации и данных используются при реализации информационных процессов повсеместно и

могут быть подразделены на визуальные, логические и арифметические. Визуальный метод широко используется на этапе сбора и подготовки информации и является ручным. Логический и арифметический, являясь автоматизированными методами, применяются на последующих этапах преобразования данных.

При *визуальном методе* производится зрительный просмотр документа в целях проверки полноты, актуальности, подписей ответственных лиц, юридической законности и т.д.

Логический метод контроля предполагает сопоставление фактических данных с нормативными или с данными предыдущих периодов обработки, проверку логической непротиворечивости функционально-зависимых показателей и их групп и т.д.

Арифметический метод контроля включает подсчет контрольных сумм по строкам и столбцам документов, имеющих табличную форму, контроль по формулам, признакам делимости или четности, балансовые методы, повторный ввод и т.п. Для предотвращения случайного или намеренного искажения информации служат и организационные, и специальные мероприятия. Это четкое распределение прав и обязанностей лиц, ответственных за сбор, подготовку, передачу и ввод информации в системе информационной технологии. Это и автоматическое протоколирование ввода, и обеспечение санкционированного доступа в контур **ИТ**.

В настоящее время в нашей стране, как и во всем мире, персональные компьютеры все шире применяются на рабочих местах служащих, ответственных за сбор, подготовку и предварительный контроль первичной информации. В этом случае используются автоматизированные подготовка и контроль собранной информации, и, таким образом, фазы подготовки и ввода объединяются.

Ввод информации. Эта фаза заключительная в процессе преобразования исходной информации в данные. В организационно-экономической системе ввод информации в конечном итоге выполняется вручную — пользователь ЭВМ **“набирает”** информацию (алфавитно-цифровую) на клавиатуре, визуально контролируя правильность вводимых символов по отображению на экране дисплея. Каждое нажатие клавиши — это преобразование символа, изображенного на ней, в электрический двоичный код, т.е. в данное. Конечно, сейчас есть, помимо клавиатуры, и другие устройства ввода, позволяющие ускорить и упростить этот

трудоемкий и изобилующий ошибками этап, например сканеры или устройства ввода с голоса. Однако указанные устройства, особенно последние, стоят дорого и далеки от совершенства.

Для решения задач информационной технологии, помимо ввода осведомляющей информации об объекте управления, необходимо также подготавливать и вводить информацию о структуре и содержании предметной области (т.е. модель объекта управления), а также информацию о последовательности и содержании процедур технологических преобразований для решения поставленных задач (т.е. алгоритмическую модель). Суть подготовки информации такого вида состоит в написании программ и описании структур и данных на специальных формальных языках программирования.

Этап разработки и ввода программ в настоящее время автоматизирован благодаря использованию развивающихся многофункциональных систем программирования. С их помощью существенно облегчаются процесс создания программ, их отладка и ввод. Тем не менее сам процесс моделирования, т.е. разработки моделей предметной области решаемых задач и их алгоритмической реализации, остается творческим и на этапе разработки информационных технологий в своей основе практически неавтоматизируем.

Таким образом, после сбора, подготовки, контроля и ввода исходная информация (документы, модели, программы) превращается в данные, представленные машинными (двоичными) кодами, которые хранятся на машинных носителях и обрабатываются техническими средствами информационной технологии.

Вопросы для самопроверки

1. Нарисуйте схему концептуальной модели базовой информационной технологии.
2. Определите термины *информационный процесс*, **информационная процедура**, *информационная операция*.
3. Чем отличаются процессы преобразования информации и процессы преобразования данных?
4. В чем состоят процессы получения, подготовки и ввода информации?
5. В чем смысл процесса обработки данных и его процедур?
6. Каковы функции процесса и процедур обмена данными?

7. Для чего используются процесс и процедуры накопления данных?
8. Опишите назначение и суть процесса и процедур представления знаний.
9. Что такое логический уровень информационной технологии, для чего необходимо его рассмотрение?
10. Нарисуйте схему состава моделей базовой информационной технологии и объясните назначение и связи каждой модели.
- 11.** Каким образом информационная технология отображается на физическом уровне?
- 12.** Нарисуйте схему состава и взаимосвязей подсистем базовой информационной технологии и поясните, на каких аппаратно-программных средствах они реализуются.
- 13.** Какова последовательность преобразования информации в данные?
- 14.** Какие методы контроля применяются в процессе преобразования информации в данные?

Глава

4

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Процесс обработки данных в информационной технологии преследует определенную цель — решение с помощью ЭВМ вычислительных задач, отображающих функциональные задачи той системы, в которой ведется управление. Для реализации этой цели должны существовать модели обработки данных, соответствующие алгоритмам управления и воплощенные в машинных программах.

4.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Процесс обработки может быть разбит на ряд связанных между собой процедур (рис. 4.1) — организацию вычислительного процесса (ОВП), преобразование данных и отображение данных.

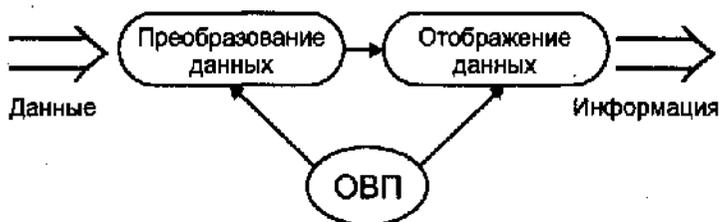


Рис. 4.1. Общая схема взаимодействия процедур обработки данных

Содержание процедур процесса обработки данных представляет его концептуальный уровень; модели и методы, формализующие процедуры обработки данных в ЭВМ, логический уровень; средства аппаратной реализации процедур — физический уровень процесса.

Рассмотрим процедуру организации вычислительного процесса. Эта процедура обладает различной функциональной сложностью в зависимости от класса и количества решаемых задач, режимов обработки данных, топологии системы обработки данных. В наиболее полном объеме функции организации вычислительного процесса реализуются при обработке данных на больших универсальных машинах (мейнфреймах), **которые**, как правило, работают в многопользовательском режиме и обладают большими объемами памяти и высокой производительностью. При обработке данных с помощью ЭВМ в зависимости от конкретного применения информационной технологии, а значит, и решаемых задач различают три основных режима: пакетный, разделения времени, реального времени.

При *пакетном режиме обработки* задания (задачи), а точнее, программы с соответствующими исходными данными, накапливаются на дисковой памяти ЭВМ, образуя "**пакет**". Обработка заданий осуществляется в виде их непрерывного потока. Размещенные на диске задания образуют входную очередь, из которой они выбираются **автоматически**, последовательно или по установленным приоритетам. Входные очереди могут пополняться в произвольные моменты времени. Такой режим позволяет максимально загрузить ЭВМ, так как простои между заданиями отсутствуют, однако при получении решения возникают задержки из-за того, что задание некоторое время простаивает в очереди.

Режим разделения времени реализуется путем выделения для выполнения заданий определенных интервалов времени, называемых квантами. Предназначенные для обработки в этом режиме задания находятся в оперативной памяти ЭВМ одновременно. В течение одного кванта обрабатывается одно задание, затем выполнение первого задания приостанавливается с запоминанием полученных промежуточных результатов и номера следующего шага программы, а в следующий квант **обрабатывается** второе задание и т. д. Задание при этом режиме находится все время в оперативной памяти вплоть до завершения его обработки. При большом числе одновременно поступающих на обработку зада-

ний можно для более эффективного использования оперативной памяти временно перемещать во внешнюю память только что обрабатывавшееся задание до следующего его кванта. В режиме разделения времени возможна также реализация диалоговых операций, обеспечивающих непосредственный контакт человека с вычислительной системой.

Режим реального времени используется при обработке данных в информационных технологиях, предназначенных для управления физическими процессами. В таких системах информационная технология должна обладать высокой скоростью реакции, чтобы успеть за короткий промежуток времени (лучше бы мгновенно!) обработать поступившие данные и использовать полученные результаты для управления процессом. Поскольку в технологической системе управления потоки данных имеют случайный характер, вычислительная система всегда должна быть готова получать входные **сигналы** и обрабатывать их. Повторить поступившие данные невозможно, поэтому потеря их недопустима.

В ЭВМ используют также режимы, называемые однопрограммными и мультипрограммными. В режиме разделения времени используется вариант мультипрограммного режима.'

Задания в виде программ и данных подвергаются процессу обработки, поступая из системы ввода, системы хранения, по каналам вычислительной сети. В этих условиях остро ставится вопрос планирования и выполнения заданий в вычислительной системе.

Вычислительная среда, в которой протекает процесс обработки данных, может представлять собой одномашинный комплекс, работающий в режиме разделения времени (многопрограммном режиме), или многомашинный (многопроцессорный), в котором несколько заданий могут выполняться одновременно на разных ЭВМ (процессорах). Но в обоих случаях поток заданий должен подвергаться *диспетчированию*, что означает организацию и обслуживание очереди. Задания, поступившие на обработку, накапливаются в очереди входных заданий. Из этой очереди они поступают на обработку в порядке, определяемом используемой системой приоритетов. Результаты решения задач накапливаются в выходной очереди, откуда они рассылаются либо в сеть, либо на устройство отображения, либо на устройство накопления.

4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

В зависимости от вида вычислительной системы (одно- или многомашинной), в которой организуется и планируется процесс обработки данных, возможны различные методы организации и обслуживания очередей заданий. При этом преследуется цель получить наилучшие значения таких показателей, как производительность, загруженность ресурсов, время простоя, пропускная способность, время ожидания в очереди заданий (задание не должно ожидать вечно).

При организации обслуживания вычислительных задач на логическом уровне создается *модель задачи обслуживания*, которая может иметь как **прямой**, так и обратной (оптимизационный) характер. При **постановке** прямой задачи ее условиями являются значения параметров вычислительной системы, а решением — показатели эффективности ОВП. При постановке обратной, или оптимизационной, задачи условиями являются значения показателей (или показателя) эффективности ОВП, а решением — параметры вычислительной системы (ВС).

В общем случае момент появления заданий в вычислительной системе является случайным, случайным является и момент окончания вычислительной **обработки**, так как заранее не **известно**, по какому алгоритму, а значит, и как долго будет протекать процесс. Тем не менее для конкретной системы управления всегда можно получить статистические данные о среднем количестве поступающих в единицу времени на обработку в ВС вычислительных задач (заданий), а также о среднем времени решения одной задачи. Наличие этих данных позволяет формально рассмотреть процедуру организации вычислительного процесса с помощью теории систем массового обслуживания (**СМО**). В этой теории при разработке аналитических моделей широко используются понятия и методы теории вероятности.

На рис. 4.2 изображена схема организации многомашинной вычислительной системы, где упорядочение очереди из потока заданий осуществляется диспетчером Д1, а ее обслуживание ЭВМ — через диспетчера Д2.

Такая система может быть охарактеризована как система с дискретными состояниями и непрерывным временем. Под *диск-*

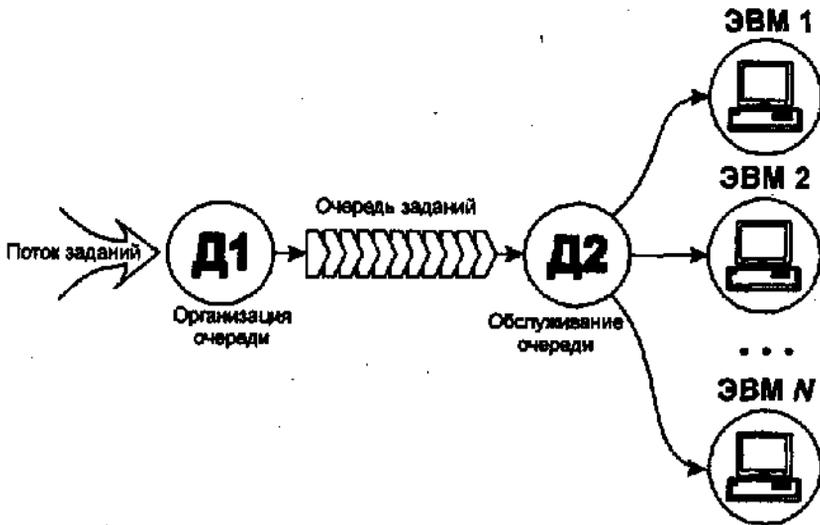


Рис. 4.2. Схема организации обслуживания заданий в многомашинной вычислительной системе

ретными состояниями понимается то, что в любой момент система может находиться только в одном состоянии, а число состояний ограничено (может быть пронумеровано). Говоря о *непрерывном времени*, подразумевают, что границы переходов из состояния в состояние не фиксированы заранее, а неопределенны, случайны, и переход может произойти в принципе в любой момент.

Система (в нашем случае вычислительная система) изменяет свои состояния под действием потока заявок (заданий) — поступающие заявки (задания) увеличивают очередь. Число заданий в очереди плюс число заданий, которые обрабатываются ЭВМ (т.е. число заданий в системе), — это характеристика состояния системы. Очередь уменьшается, как только одна из машин заканчивает обработку (обслуживание) задания. Тотчас же на эту ЭВМ из очереди поступает стоящее впереди (или по какому-либо другому приоритету) задание и очередь уменьшается. Устройства обработки заявок в теории систем массового обслуживания называют *каналами обслуживания*. В этой теории поток заданий (заявок на обслуживание) характеризуется интенсивностью X — средним количеством заявок, поступающих в единицу времени

(например, в час). Среднее время обслуживания (обработки) одного задания $t_{\text{обсл}}$ определяет так называемую интенсивность потока обслуживания μ :

$$t_{\text{обсл}}$$

т. е. μ показывает, сколько в среднем заданий обслуживается системой в единицу времени. Следует напомнить, что моменты появления заданий и моменты окончания обслуживания случайны, а интенсивности потоков являются результатом статистической обработки случайных событий на достаточно длинном промежутке времени и позволяют получить хотя и приближенные, но хорошо обозримые аналитические выражения для расчетов параметров и показателей эффективности системы массового обслуживания.

Пример.

Рассмотрим модель обслуживания вычислительных заданий в системе (см. рис. 4.2), введя следующие предположения:

- в системе протекают марковские случайные процессы;
- потоки событий (появление заданий и окончание их обработки) являются простейшими;
- число заданий в очереди не ограничено, но конечно.

Случайный процесс, протекающий в системе, называется марковским (по фамилии русского математика), если для любого момента времени вероятностные характеристики процесса в будущем зависят только от его состояния в данный момент и не зависят от того, когда и как система пришла в это состояние. Реально марковские случайные процессы в чистом виде в системах не протекают. Тем не менее реальный случайный процесс можно свести при определенных условиях к марковскому. А в этом случае для описания системы можно построить довольно простую математическую модель.

Простейший поток событий характеризуется стационарностью, ординарностью и "беспоследствием"⁷. *Стационарность* случайного потока событий означает независимость во времени его параметров (например, постоянных интенсивностей λ и μ). *Ординарность* указывает на то, что события в потоке появляются поодиночке, а "*беспоследствием*" — на то, что появляющиеся события не зависят друг от друга (т. е. поступившее задание не обязано своим появлением предыдущему).

Третье предположение позволяет не ограничивать длину очереди (например, не более десятью заявками), хотя и содержит в себе требования конечности, т.е. можно посчитать число заявок в очереди.

- Обозначим состояния рассматриваемой вычислительной системы:
- S_0 — в системе нет заданий;
 - S_1 — в системе одно задание, и оно обрабатывается на ЭВМ 1;
 - S_2 — в системе два задания, и они обрабатываются на ЭВМ 1 и ЭВМ 2;
 -
 - S_n — в системе n заданий, и они обрабатываются на ЭВМ 1, ЭВМ 2, ..., ЭВМ N ;
 - S_{n+1} — в системе $(n + 1)$ заданий, n заданий обрабатываются ЭВМ, а одно стоит в очереди;
 - S_{n+2} — в системе $(n + 2)$ заданий, два задания стоят в очереди;
 -
 - S_{n+m} — в системе $(n + m)$ заданий, m заданий стоят в очереди.

Учитывая, что увеличение числа заявок (заданий) в системе (т.е. номера состояния) происходит под воздействием их потока с интенсивностью X , а уменьшение — под воздействием потока обслуживания с интенсивностью μ , изобразим размеченный граф состояний нашей системы (рис. 4.3).

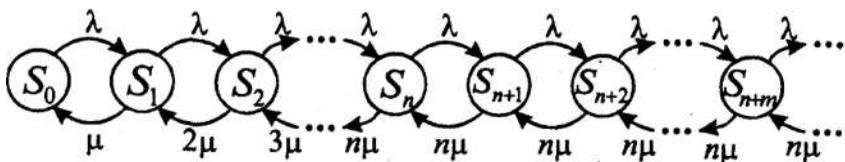


Рис. 4.3. Граф состояний многоканальной системы обслуживания с неограниченной очередью

Здесь окружности — состояния, дуги со стрелками — направления переходов в следующие состояния. Дугами помечены интенсивности потоков событий, которые заставляют систему менять состояния. Переходы слева направо увеличивают номер состояния (т. е. число заявок в системе), справа налево — наоборот. Как уже указывалось, увеличение числа заявок в системе происходит под воздействием входного потока заявок с постоянной интенсивностью X . Уменьшение числа заявок в системе (уменьшение номера состояния) происходит под воздействием потока обслуживания, интенсивность которого определяется средним временем обслуживания задания одной ЭВМ и числом ЭВМ, участвующих в обработке заданий при данном состоянии системы. Если

одна ЭВМ обеспечивает интенсивность потока обслуживания μ (например, в среднем 30 заданий в час), то одновременно работающие две ЭВМ обеспечат интенсивность обслуживания 2μ . три ЭВМ — 3μ , n ЭВМ — $n\mu$. Такое увеличение интенсивности обслуживания будет происходить вплоть до состояния S_n , когда n заданий параллельно находятся на обработке на n ЭВМ. Появление в этот момент заявки переводит систему в состояние $S_n + 1$, при котором одна заявка стоит в очереди. Появление еще одной — в состояние $S_n + 2$ и т.д. Интенсивность же потока обслуживания при этом будет оставаться неизменной и равной $n\mu$, так как все ЭВМ вычислительной системы уже задействованы.

При исследовании такой вероятностной системы важно знать значение вероятностей состояний, с помощью которых можно вычислить показатели эффективности, такие, как количество заданий в системе, время ожидания обработки, пропускная способность и т.д. Как известно, значение вероятности лежит в пределах от 0 до 1. Так как мы рассматриваем дискретную систему, то в любой момент времени она может находиться только в одном из состояний и, следовательно, сумма вероятностей состояний P_i всегда равна 1, т.е.

$$\sum_{i=1}^k P_i(t) = 1,$$

где k — число возможных состояний системы;
 i — номер состояния.

Для того чтобы определить значение $P_i(t)$, приведенной формулы недостаточно. Кроме нее составляется еще система дифференциальных уравнений Колмогорова, решение которой и дает искомые значения $P_i(t)$. Чаще всего реальные вычислительные системы быстро достигают установившегося режима, и тогда вероятности состояний перестают зависеть от времени и практически показывают, какую долю достаточно длинного промежутка времени система будет находиться в том или ином состоянии. Например, если система имеет три возможных состояния: $P_1 = 0,2$, $P_2 = 0,6$, $P_3 = 0,1$, то это означает, что в состоянии S_1 система в среднем находится 20% времени, в S_2 — 60%, а в S_3 — 10% времени. Такие не зависящие от времени вероятности называют финальными.

Финальные вероятности системы вычислить уже проще, так как уравнения Колмогорова при этом превращаются в алгебраические.

В нашем случае на основе графа (см. рис. 4.3) для определения финальных вероятностей вычислительной системы может быть записана следующая система алгебраических уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda P_0 = \mu P_1; \\ (1\mu + \lambda)P_1 = \lambda P_0 + 2\mu P_2; \\ (2\mu + \lambda)P_2 = \lambda P_1 + 3\mu P_3; \\ \dots \\ (2\mu + \lambda)P_i = \lambda P_{i-1} + (i+1)\mu P_{i+1}, 1 \leq i \leq n; \\ \dots \\ (n\mu + \lambda)P_n = \lambda P_{n-1} + n\mu P_{n+1}; \\ (n\mu + \lambda)P_{n+1} = \lambda P_n + n\mu P_{n+2}; \\ (n\mu + \lambda)P_{n-2} = \lambda P_{n-1} + n\mu P_{n+3}; \\ \dots \\ (n\mu + \lambda)P_{n+j} = \lambda P_{n-j-1} + n\mu P_{n+j+1}, j \geq 1. \end{array} \right.$$

Это система однородных уравнений (свободный член равен нулю), но благодаря тому, что

$$\sum_{i=0}^{n+j} P_i = 1, j \geq 0,$$

система разрешима. Финальные вероятности состояний системы в результате решения описываются следующими математическими отношениями:

$$P_0 = \left(1 + \sum_{i=1}^n \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right)^{-1},$$

где P_0 — вероятность состояния S_0 , при котором в системе заявок нет;

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ — параметр системы, показывающий, сколько в среднем заявок приходит в систему за среднее время обслуживания заявки одной ЭВМ (одним каналом обслуживания);

•

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} P_0,$$

где P_i — вероятность состояния S_i ;

$$P_n = \frac{\rho^n}{n!} P_0,$$

где P_n — вероятность того, что все ЭВМ заняты;

$$P_{n+j} = \frac{\rho^{n+j}}{n! j!} P_0,$$

где P_{n+j} — вероятность того, что все ЭВМ системы заняты обработкой заданий и/з заявок стоят в очереди.

Приведенные формулы имеют смысл только в том случае, если очередь конечна. Условием конечности длины очереди является

$$\frac{\rho}{n} < 1.$$

Или если заменить ρ его выражением через λ , и μ , то

$$\frac{\lambda}{n\mu} < 1.$$

Практически это выражение говорит о том, что в среднем число заданий, приходящих в вычислительную систему в единицу времени, должно быть меньше числа обрабатываемых заданий в единицу времени всеми ЭВМ системы. Если же $\frac{\lambda}{n\mu} > 1$, то очередь растёт до бесконеч-

и

ности и такая вычислительная система не справится с потоком заданий. Вот тут и могут появиться задания, ожидающие обработки вечно.

Основными показателями эффективности рассматриваемой системы являются: среднее число занятых каналов (т.е. ЭВМ) — k , среднее число заданий в очереди — $L_{оч}$ и в системе — $L_{сист}$, среднее время пребывания задания в системе — $W_{сист}$ и в очереди — $W_{оч}$:

$$\bar{k} = \frac{\lambda}{\mu} = \rho;$$

$$L_{\text{оч}} = \frac{\rho^{n+1} P_0}{n \cdot n! (1 - \rho/n)^2};$$

$$L_{\text{сист}} = L_{\text{оч}} + \bar{k};$$

$$W_{\text{сист}} = \frac{L_{\text{сист}}}{\lambda};$$

$$W_{\text{оч}} = \frac{L_{\text{оч}}}{\lambda};$$

Как видно, полученная математическая модель довольно проста и позволяет легко рассчитать показатели эффективности вычислительной системы. Очевидно, что для уменьшения времени пребывания задания в системе, а значит, и в очереди требуется при заданной интенсивности потока заявок либо увеличивать число обслуживающих ЭВМ, либо уменьшать время обслуживания каждой ЭВМ, либо и то, и другое вместе.

С помощью теории массового обслуживания можно получить аналитические выражения и при других дисциплинах обслуживания очереди и конфигурациях вычислительной системы. Рассматривая модель обслуживания заданий, мы исходим из предположения, что процессы в системе — марковские, а потоки — простейшие. Если эти предположения неверны, то получить аналитические выражения трудно, а чаще всего невозможно. Для таких случаев моделирование проводится с помощью метода статистических испытаний (метода Монте-Карло), который позволяет создать алгоритмическую модель, включающую элементы случайности, и путем ее многократного запуска получить статистические данные, обработка которых дает значения финальных вероятностей состояний.

Как указывалось, организация очереди, поддержание ее структуры возлагаются на диспетчера **Д1**, а передача заданий из очереди на обработку в вычислительные машины, поддержание дисциплины обслуживания в очереди (поддержка системы приоритетов) осуществляются диспетчером **Д2** (см. рис. 4.2). В вычислительной системе диспетчеры реализуются в виде управляющих программ, входящих в состав операционных систем ЭВМ.

Появление заданий при технологическом процессе обработки данных является случайным, но при решении задачи по про-

грамме должны быть учтены **и минимизированы** связи решаемой задачи с другими функциональными задачами, оптимизирован процесс обработки по ресурсному **и** временному критериям. Поэтому составной частью процедуры организации вычислительного процесса является планирование последовательности решения задач по обработке данных.

4.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Эффективность обслуживания вычислительных задач (их программ) зависит прежде всего от среднего времени обслуживания

$t_{\text{обсл}} = \dots$, поэтому в вычислительной системе (и в многомашин-

ной, и в одномашинной особенно) требуется решать проблему минимизации времени обработки поступивших в систему заданий. Иногда эта проблема трансформируется в задачу максимизации загрузки устройств ЭВМ, являющихся носителями ресурсов.

При решении вычислительной задачи ЭВМ использует свои ресурсы в объеме и последовательности, определяемых алгоритмом решения. К ресурсам ЭВМ **относятся** объем оперативной и внешней памяти, время работы процессора, время обращения к внешним устройствам (внешняя память, устройства отображения). Естественно, что эти ресурсы ограничены. Поэтому и требуется найти наилучшую последовательность решения поступивших на обработку вычислительных задач. Процесс определения последовательности решения задач во времени называется *планированием*. При планировании необходимо знать, какие ресурсы и в каком количестве требуют каждая из поступивших задач. Анализ потребности задачи в ресурсах производится на основе ее программы решения. Программа состоит, как правило, из ограниченного набора процедур (по крайней мере к этому **стремятся**) с известными для данной ВС затратами ресурсов. После анализа поступивших программ решения задач становится ясно, какая задача каких ресурсов требует и в каком объеме. Критерии, используемые при **планировании**, зависят от степени **определеннос-**

ти алгоритмов решаемых задач. Крайних случаев два: порядок использования устройств ЭВМ при решении задач строго задан их алгоритмами, а порядок использования устройств ВС в задачах заранее не известен. Для первого случая приемлем критерий минимизации суммарного времени решения вычислительных задач, для второго — максимизации загрузки устройств ВС.

Пример.

Рассмотрим модель планирования вычислительного процесса при минимизации суммарного времени [21].

Обозначим ресурсы вычислительной системы через R_1, R_2, \dots, R_n . Каждая программа решения задачи обработки данных включает типовые процедуры из набора $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m$. Тогда матрица Γ ресурсозатрат, приведенных к времени, будет выглядеть так:

| | R_1 | R_2 | ... | R_n |
|-------------|-------------|-------------|-----|-------------|
| Π_1 | τ_{11} | τ_{12} | ... | τ_{1n} |
| $T = \Pi_2$ | τ_{21} | τ_{22} | ... | τ_{2n} |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Π_m | τ_{m1} | τ_{m2} | ... | τ_{mn} |

где τ_{ij} — затраты j -го ресурса при выполнении i -й процедуры, $i=1, \dots, m$; $j=1, \dots, n$.

Знание матриц ресурсозатрат при выполнении программ позволяет вычислить суммарные затраты каждого из ресурсов по всем программам решения вычислительных задач, поступивших в ВС, и составить их матрицу ресурсозатрат. Обозначим поступившие в ВС программы решения задач через $\mathcal{Z}_1, \mathcal{Z}_2, \dots, \mathcal{Z}_m$; t_{ij} — затраты j -го ресурса на выполнение i -й задачи ($i=1, \dots, m$; $j=1, \dots, n$); R_1, R_2, \dots, R_m — ресурсы ВС. Матрица ресурсозатрат по задачам запишется в виде

| | R_1 | R_2 | ... | R_n |
|-----------------------|----------|----------|-----|----------|
| \mathcal{Z}_1 | t_{11} | t_{12} | ... | t_{1n} |
| $T_n = \mathcal{Z}_2$ | t_{21} | t_{22} | ... | t_{2n} |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| \mathcal{Z}_m | t_{m1} | t_{m2} | ... | t_{mn} |

В вычислительной системе ресурсы чаще всего используются последовательно. Поэтому на основе матрицы T_n можно выделить послед-

довательность прохождения через обработку задач, которая минимизирует суммарное время. Одним из методов нахождения такой последовательности, т. е. планирования, является метод решения задачи Джонсона [32], относящийся к теории расписаний и дающий эффективный и строгий алгоритм. При этом учитываются следующие ограничения:

- для любого устройства ВС выполнение последующей вычислительной задачи не может начаться до окончания предыдущей;
- каждое устройство в данный момент может выполнять только одну вычислительную задачу;
- начавшееся выполнение задачи не должно прерываться до полного его **завершения**.

Если в процессе обработки данных используется n устройств (ресурсов) ВС, нахождение оптимальной последовательности поступающих на решение m задач, минимизирующих суммарное время обработки, потребует перебора $(m!)^n$ вариантов. Например, если в ВС поступило всего шесть заданий ($m = 6$), использующих всего два ресурса ($n = 2$), то для нахождения оптимальной последовательности после составления матрицы T_n потребуется произвести $(6!)^2$ переборов, т.е. 518400. Если же $m = 10$, то потребуется порядка 10^{13} переборов. Ясно, что даже для ЭВМ это многовато.

Алгоритм Джонсона, полученный для $n = 2$, требует перебора только от $(m + 1) / 2$ вариантов, т.е. для нашего примера ($m = 6$) необходимо будет проделать 21 перебор, что значительно меньше, чем 518400. При $n > 2$ задачу планирования по критерию минимума суммарного времени обработки сводят к задаче Джонсона путем преобразования матрицы T_n . Например, если $n = 3$ (т. е. три ресурса), то производится попарное сложение первого и второго, второго и третьего столбцов и таким образом получают двухстолбцовую матрицу T_n . После преобразования следует проверить, выполняются ли вышеперечисленные условия. Если это не так, то задача планирования не имеет строгого решения и используют эвристические алгоритмы.

Для пояснения алгоритма Джонсона представим матрицу T_n , как двухстолбцовую:

$$T_n = \begin{array}{c|cc} & R_1 & R_2 \\ \hline Z_1 & t_{11} & t_{12} \\ Z_2 & t_{21} & t_{22} \\ \dots & \dots & \dots \\ Z_m & t_{m1} & t_{m2} \end{array}.$$

Алгоритм Джонсона состоит в следующем.

1. В матрице $T_{..}$ определяется $t_{\min} = \min\{t_{11}, t_{12}, \dots, t_{m2}\}$.
2. Из задач Z_1, \dots, Z_m выбираются задачи, для которых ресурсоемкость хотя бы по одному устройству была равна t_{\min} , т.е. в данном случае выбирают задачи Z_j , у которых хотя бы одна из двух $t_{ij} = t_{\min}$. (Напомним, что i — это номер задачи, j — номер устройства, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, 2$.)
3. Задачи группируют по минимальному времени их исполнения t_{\min} на первом и втором устройствах, т.е. $Z_i(t_{\min}, t_{i2})$ и $Z_i(t_{i1}, t_{\min})$.
4. В начало последовательности обрабатываемых задач ставят $Z_i(t_{\min}, t_0)$, в конец — $Z_i(t_{i1}, t_{\min})$.
5. Задачи, вставленные в последовательность обрабатываемых задач, исключаются из матрицы $T_{..}$.
6. Для новой матрицы повторяются пункты 1—3.
7. Задачи $Z_i(t_{\min}, t_{i2})$ и $Z_i(t_{i1}, t_{\min})$, полученные из новой матрицы, ставятся в середину составленной ранее последовательности обрабатываемых задач и т. д.

В основе эвристических алгоритмов лежат процедуры выбора из поступивших задач наиболее трудоемких и расположения их в порядке убывания времени выполнения.

При планировании по критерию максимума загрузки устройств вычислительной системы матрицы ресурсоемкости преобразуются в матрицы загрузки устройств. Из этих матриц формируют по каждому устройству потоки задач, выборки из которых позволяют сформировать оптимальную последовательность задач, подлежащих обработке.

Реализация функций и алгоритмов планирования вычислительного процесса происходит с помощью управляющих программ операционной системы ВС. Программа *планировщик* определяет ресурсоемкость каждой поступившей на обработку задачи и располагает их в оптимальной последовательности. Подключение ресурсов в требуемых объемах к программам выполнения задач осуществляет по запросу планировщика управляющая программа *супервизор*, которая тоже входит в состав операционной системы.

Таким образом, одной из важнейших процедур информационного процесса обработки данных является организация вычислительного процесса, т.е. обслуживание поступающих на обработку заданий (очереди) и планирование (оптимизация после-

довательности) их обработки. На программно-аппаратном уровне эти функции выполняют специальные управляющие программы, являющиеся составной частью операционных систем, т. е. систем, организующих выполнение компьютером операций обработки данных.

Разнообразие методов и функций, используемых в алгоритмах организации вычислительного процесса, зависит от допустимых режимов обработки данных в ВС. В наиболее простой ВС, такой, как персональный компьютер (ПК), не требуется управление очередями заданий и планирование вычислительных работ. В ПК применяют в основном **однопрограммный режим работы**, поэтому их операционные системы не имеют в своем составе программ диспетчеризации, планировщика и супервизора. Но в более мощных ЭВМ, таких, как серверы и особенно мэйнфреймы, подобные управляющие программы оказывают решающее влияние на работоспособность и надежность ВС. Например, к UNIX-серверам могут обращаться с заданиями одновременно сотни пользователей, а к мэйнфреймам типа S/390 - тысячи.

4.4. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАННЫХ

К важнейшим процедурам технологического процесса обработки относится также процедура преобразования данных. Она связана с рассмотренной выше процедурой ОВП, поскольку программа преобразования данных поступает в оперативную память ЭВМ и начинается исполняться после предварительной обработки управляющими программами процедуры ОВП. Процедура преобразования данных состоит в том, что ЭВМ выполняет типовые операции над структурами и значениями данных (сортировка, выборка, арифметические и логические действия, создание и изменение структур и элементов данных и т.п.) в количестве и последовательности, заданных алгоритмом решения вычислительной задачи, который на **физическом** уровне реализуется последовательным набором машинных команд (машинной программой).

На логическом уровне алгоритм преобразования данных выглядит как программа, составленная на формализованном человеко-машинном языке — алгоритмическом языке программиро-

вания. ЭВМ понимает только машинные команды, поэтому программы с алгоритмических языков с помощью программ-трансляторов переводятся в последовательность кодов машинных команд. Программа преобразования данных состоит из описания типов данных и их структур, которые будут применяться при обработке, и операторов, указывающих ЭВМ, какие типовые действия и в какой последовательности необходимо проделать над данными и их структурами.

Таким образом, управление процедурой преобразования данных осуществляется в первую очередь программой решения вычислительной задачи, и если решается автономная задача, то никакого дополнительного управления процедурой преобразования не требуется. Другое дело, если информационная технология организована для периодического решения комплекса взаимосвязанных функциональных задач управления, тогда необходимо оптимизировать процедуру преобразования данных либо по критерию минимизации времени обработки, либо по критерию минимизации объемов затрачиваемых вычислительных ресурсов. Первый критерий особо важен в режиме реального времени, а второй — в мультипрограммном режиме.

Программа решения вычислительной задачи преобразует *значения* объявленных типов данных, и, следовательно, в процессе выполнения программы происходит постоянная циркуляция потоков значений данных из памяти ЭВМ и обратно. При выполнении программы к одним и тем же значениям данных могут обращаться различные процедуры и операции, сами операции обработки могут между собой комбинироваться различным образом и многократно повторяться и дублироваться. Следовательно, задачей управления процедурой преобразования данных является, с одной стороны, минимизация информационных потоков между памятью ЭВМ и операциями (процессором), с другой — исключение дублирования операций в комплексах функциональных программ.

Первая часть задачи может быть формализована, если структурировать программу на типы применяемых в ней операций, совокупности используемых в них данных (назовем эти совокупности *информационными элементами*) и связи между ними. Тогда модель этой части задачи преобразования данных может быть представлена в виде двудольного графа, состоящего из множе-

ства узлов-операций, соединенных дугами с множеством узлов информационных элементов (рис. 4.4).

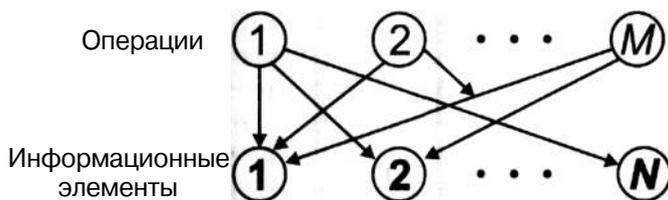


Рис. 4.4. Граф преобразования данных

Этот граф можно сделать *раскрашенным*, т. е. пометить различным цветом дуги, относящиеся к разным информационным элементам. Тогда задача минимизации информационных потоков в графовой интерпретации будет состоять в разбиении раскрашенного графа на подграфы (модули), при котором минимизируется суммарное число дуг различного цвета, связывающих выделенные подграфы [17].

Для удобства математического описания задачи управления процедурой преобразования данных и метода ее решения сведем граф, представленный на рис. 4.4. к табличной форме, расположив по строкам выполняемые операции, а по столбцам — элементы множества идентификаторов исходных, промежуточных и выходных данных, связанных с выполнением этих операций.

На пересечении строки и столбца ставится **1**, если операция и информационный элемент связаны. Другими словами, получим матрицу L :

$$L = \begin{array}{c|cccc} & D_1 & D_2 & \dots & D_n \\ \hline A_1 & l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1n} \\ A_2 & l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & l_{m1} & l_{m2} & \dots & l_{mn} \end{array}$$

где $l_{ij} = 1$ — если информационный элемент D_j используется при выполнении операции A_i ; $l_{ij} = 0$ — противном случае;
 $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$.

При таком представлении задача состоит в разбиении множества операций преобразования данных матрицы L на непересека-

ющиеся подмножества (модули), суммарное число информационных связей между которыми минимально. При решении задачи должны быть учтены ограничения: на число выделяемых подмножеств (модулей); на число информационных элементов, входящих в один модуль; на число информационных связей между выделяемыми модулями; на совместимость операций в модулях.

Данная задача может быть сведена к задаче линейного программирования и решена с использованием стандартных прикладных программ.

Алгоритм решения большой и сложной задачи, особенно комплекса задач, включает многократное использование типовых операций в различных комбинациях. Причем эти комбинации тоже могут многократно исполняться в соответствующих частях большой программной системы. Поэтому второй частью задачи управления процедурой преобразования данных являются выделение в алгоритмах решения задач (или задачи) общих операционных комбинаций, выделение их в общие модули и упорядочение таким образом общей схемы алгоритма обработки данных. Эта задача на логическом уровне может быть представлена как задача укрупнения графов алгоритмов [32].

Граф алгоритма представляет собой древовидный граф, узлами которого являются операции над данными, а дугами — связи (отношения) между операциями в алгоритме. В корне графа расположена головная (начальная) операция A_0 , от которой после ее выполнения происходит переход к операции A_1 или A_2 , затем к A_3 , A_4 , ..., A_m (рис. 4.5).

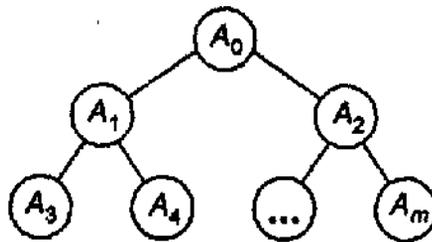


Рис. 4.5. Граф алгоритма

Приведенный граф можно разметить, написав возле дуг число обращений r_{ij} от операции A_i к операции A_j (например, от A_1

к A_3) в процессе выполнения алгоритма. Для детерминированных алгоритмов число обращений $r_{ij} > 1$, для вероятностного алгоритма число $r_{ij} < 1$, так как оно определяет вероятность обращения операции A_i к операции A_j . При анализе алгоритмов решения вычислительных задач можно выделить общие совокупности операций (пересечения графов). На рис. 4.6 алгоритмы P_1 и P_2 имеют три общие операции, составляющие подмножество операций, входящих одновременно и в множество операций алгоритма P_1 , и в множество операций алгоритма P_2 (заштрихованная часть рис. 4.6).

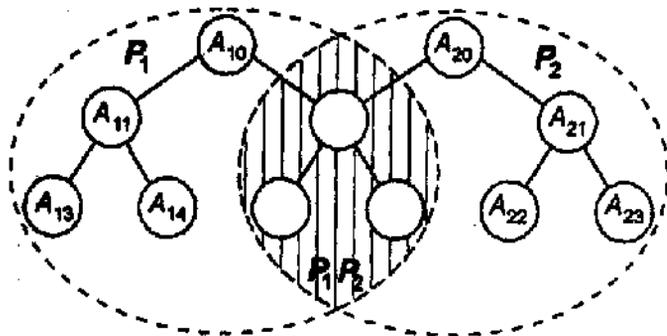


Рис. 4.6. Объединение графов алгоритмов

Найдя такие пересечения алгоритмов, общие операции вместе с их отношениями выделяют в модули. Тогда совокупность алгоритмов может быть представлена в виде вычислительного графа процедуры преобразования данных, в которой определена последовательность выполнения модулей программной системы.

На рис. 4.7, где представлен фрагмент вычислительного графа программной системы, головным является вычислительный модуль M_0 . Ему подчинены модули, находящиеся на нижележащих уровнях. На самом нижнем уровне расположены модули, выполняющие элементарные типовые операции.

Подобная организация алгоритмов преобразования данных позволяет на физическом уровне создать ясную и надежную систему обработки, минимизирующую межоперационные связи. Изложенный подход реализуется *методом структурного программирования*, применяемым при создании программных комплексов.

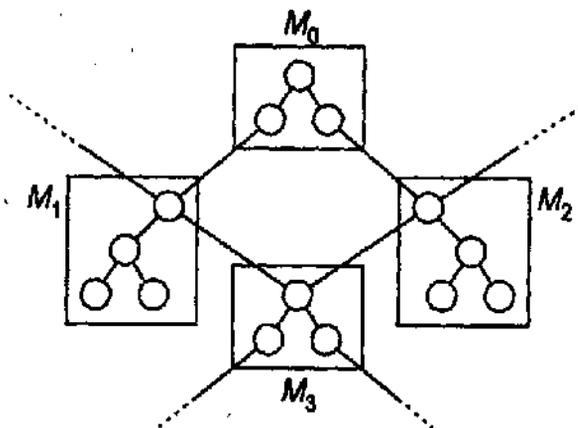


Рис. 4.7. Фрагмент вычислительного графа программной системы

Процедура преобразования данных на физическом уровне осуществляется с помощью аппаратных средств вычислительной системы (процессоры, оперативные и внешние запоминающие устройства), управление которыми производится машинными программами, реализующими совокупность алгоритмов решения вычислительных задач.

4.5. НЕТРАДИЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

4.5.1. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Необходимость параллельной обработки данных возникает, когда требуется сократить время решения данной задачи, увеличить пропускную способность, улучшить использование системы [20].

Для распараллеливания необходимо соответствующим образом организовать вычисления. Сюда входит следующее:

- составление параллельных программ, т.е. отображение в явной форме параллельной обработки с помощью надлежащих конструкций языка, ориентированного на параллельные вычисления;
- автоматическое обнаружение параллелизма. Последовательная программа автоматически анализируется, в результате мо-

жет быть выявлена явная или скрытая параллельная обработка. Последняя должна быть преобразована в явную.

Рассмотрим **граф**, описывающий последовательность процессов большой программы (рис. 4.8).

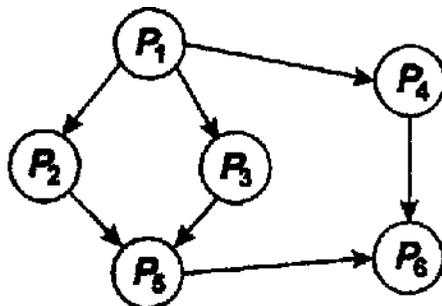


Рис. 4.8. Граф выполнения большой программы

Из рис. 4.8 видно, что выполнение процесса P_5 не может начаться до завершения процессов P_2 и P_3 и, в свою очередь, выполнение процессов P_2 и P_3 не может начаться до завершения процесса P_1 .

В данном случае для выполнения программы достаточно трех процессоров.

Ускорение обработки данных на многопроцессорной системе определяется отношением времени однопроцессорной обработки T_s к времени многопроцессорной обработки T_m , т.е.

$$U = \frac{T_s}{T_m}.$$

При автоматическом обнаружении параллельных вычислений мы различаем в последовательной программе возможность явной и скрытой параллельной обработки. Хотя в обоих случаях требуется анализ программы, различие между этими видами обработки состоит в том, что скрытая параллельная обработка требует некоторой процедуры преобразования последовательной программы, чтобы сделать возможным ее параллельное выполнение. При анализе программы строится граф потока данных. Чтобы обнаружить явную параллельность процессов, анализируются множества входных (считываемых) переменных R (Read)

и выходных (записываемых) переменных W (Write) каждого процесса. Два процесса i, j (ijj) могут выполняться параллельно при следующих условиях:

$$R_i \cap W_j = \emptyset;$$

Это означает, что входные данные одного процесса не должны модифицироваться другим процессом и никакие два процесса не должны модифицировать общие переменные. Явная параллельная обработка может быть обнаружена среди процессов, удовлетворяющих этим условиям. Для использования скрытой параллельной обработки требуются преобразования программных конструкций: такие, как уменьшение высоты деревьев арифметических выражений, преобразование линейных рекуррентных соотношений, замена операторов, преобразование блоков IF и DO в канонический вид и распределение циклов.

4.5.2. КОНВЕЙЕРНАЯ ОБРАБОТКА

Конвейерная обработка улучшает использование аппаратных ресурсов для заданного набора процессов, каждый из которых применяет эти ресурсы заранее предусмотренным способом. Хорошим примером конвейерной организации является сборочный транспортер на производстве, на котором изделие последовательно проходит все стадии вплоть до готового продукта. Преимущество этого способа состоит в том, что **каждое** изделие на своем пути использует одни и те же ресурсы, и как только некоторый ресурс освобождается данным изделием, он сразу же может быть использован следующим изделием, не ожидая, пока предыдущее изделие достигнет конца сборочной линии. Если транспортер несет аналогичные, но не тождественные изделия, то это последовательный конвейер; если же все изделия одинаковы, то это векторный конвейер.

Последовательные конвейеры. На рис. 4.9, *a* представлена схема устройства обработки команд, в котором имеются четыре ступени: выборка команды из памяти, декодирование, выборка операнда, исполнение.

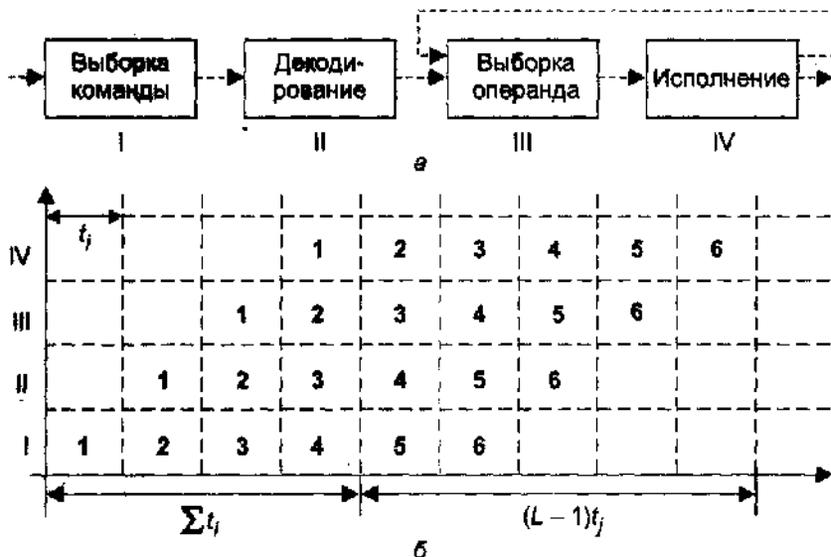


Рис. 4.9. Схема **четырёхступенного** устройства обработки команд:
a — ступени конвейера; *б* — временная диаграмма работы

Ускорение обработки в данном устройстве измеряется отношением времени T_s , необходимого для последовательного выполнения L заданий (т.е. выполнения L циклов на одной обрабатываемой ступени), ко времени T_p выполнения той же обработки на конвейере. Обозначим через t_i время обработки на i -й ступени, а через t_j — соответствующее время для самой медленной ступени (рис. 4.9, б). Тогда, если L заданий (команд) проходят через конвейер с n ступенями, эффективность конвейера определяется выражением

$$\frac{T_s}{T_p} = \frac{L \sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i + (L-1)t_j}$$

для

$$t_i = t_j \rightarrow \frac{nL}{n+L-1}$$

Векторные конвейеры. В них создается множество функциональных элементов, каждый из которых выполняет определенную операцию с парой операндов, принадлежащих двум разным векторам. Эти пары подаются на функциональное устройство, и функциональные преобразования со всеми элементами пар векторов проводятся одновременно. Для предварительной подготовки преобразуемых векторов используются векторные регистры, на которых собираются подлежащие обработке векторы.

Типичное использование векторного конвейера — это процесс, вырабатывающий по двум исходным векторам A и B результирующий вектор C для арифметической операции $C \leftarrow A + B$. В этом случае на конвейер поступает множество одинаковых команд.

4.5.3. КЛАССИФИКАЦИЯ АРХИТЕКТУР ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Многопроцессорные системы (**МПС**), ориентированные на достижение сверхбольших скоростей работы, содержат десятки или сотни сравнительно простых процессоров с упрощенными блоками управления. Отказ от универсальности применения таких вычислительных систем и специализация их на определенном круге задач, допускающих эффективное распараллеливание вычислений, позволяют строить их с регулярной структурой связей между процессорами.

Удачной признана классификация Флина, которая строится по признаку одинарности или множественности потоков команд и данных [21].

Структура **ОКОД** (один поток команд — один поток данных), или **SISD** (Single Instruction stream — Single Data stream), — однопроцессорная ЭВМ (рис. 4.10).

Структура **ОКМД** (один поток команд, много потоков данных), или **SIMD** (Single Instruction stream, Multiple Data stream), — матричная многопроцессорная система. МПС содержит некоторое число одинаковых и сравнительно простых быстродействующих процессоров, соединенных друг с другом и с памятью данных таким образом, что образуется сетка (матрица), в узлах которой размещаются процессоры (рис. 4.11). Здесь возникает

сложная задача распараллеливания алгоритмов решаемых задач для обеспечения загрузки процессоров. В ряде случаев эти вопросы лучше решаются в конвейерной системе.

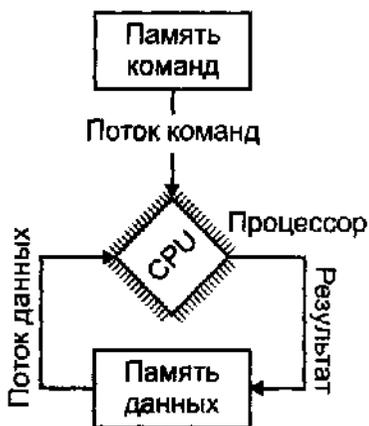


Рис. 4.10. Структура ОКОД (SISD):
CPU— процессор

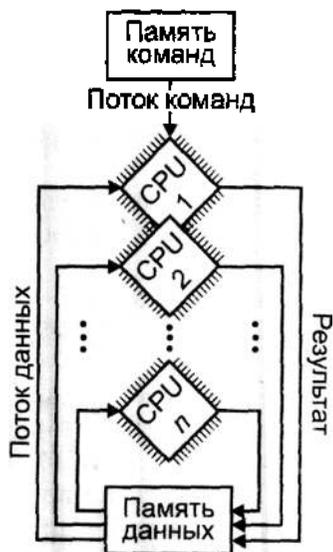


Рис. 4.11. Структура ОКМД (SIMD)

Структура *МКОД* (много потоков команд — один поток данных), или *MISD* (Multiple Instruction stream — Single Data stream), — конвейерная МГТС (рис. 4.12). Система имеет регулярную структуру в виде цепочки последовательно соединенных процессоров, или специальных вычислительных блоков (СВБ), так что информация на выходе одного процессора является входной информацией для следующего в конвейерной цепочке.

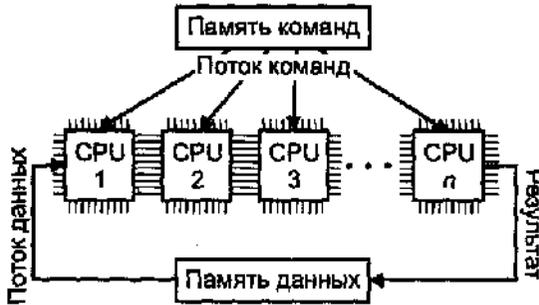


Рис. 4.12. Структура МКОД (MISD)

Процессоры (СВБ) образуют конвейер, на вход которого *одинарный поток данных* доставляет операнды из памяти. Каждый процессор обрабатывает соответствующую часть задачи, передавая результаты соответствующему процессору, который использует их в качестве исходных данных. Таким образом, решение

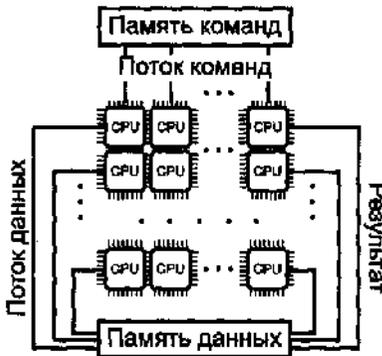


Рис. 4.13. Структура МКМД (MIMD)

задач для некоторых исходных данных развертывается последовательно в конвейерной цепочке. Это обеспечивает подведение к каждому процессору своего потока команд, т.е. имеется *множественный поток команд*.

Структура *МКМД* (много потоков команд — много потоков данных), или *MIMD* (Multiple Instruction stream — Multiple Data stream) — представлена на рис. 4.13.

Существует несколько типов МКМД. К ним относятся: мультипроцессорные системы, системы с мультиобработкой, **много-**машинные системы, компьютерные сети.

4.5.4. ТИПЫ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Системы параллельной обработки данных. Любая вычислительная система (будь то суперЭВМ или персональный компьютер) достигает своей наивысшей производительности благодаря использованию высокоскоростных элементов обработки информации и параллельному выполнению операций. Именно возможность параллельной работы различных устройств системы (работы с перекрытием) служит базой для ускорения основных операций обработки данных.

Можно выделить четыре типа архитектуры систем параллельной обработки.

1. Конвейерная и векторная обработка. Основу конвейерной обработки составляет раздельное выполнение некоторой операции в несколько этапов (за несколько ступеней) с передачей данных одного этапа следующему. Производительность при этом возрастает благодаря тому, что одновременно на различных ступенях конвейера выполняется несколько операций. Конвейеризация эффективна только тогда, когда загрузка конвейера близка к полной, а скорость подачи новых операндов соответствует максимальной производительности конвейера. Если происходит задержка операндов, то параллельно будет выполняться меньше операций и суммарная производительность снизится. Векторные операции обеспечивают идеальную возможность полной загрузки вычислительного конвейера.

При выполнении векторной команды одна и та же операция применяется ко всем элементам вектора (или чаще всего к соот-

ветствующим элементам пары векторов). Для настройки конвейера на **выполнение** конкретной операции может потребоваться **некоторое** установочное время, однако затем операнды могут поступать на конвейер с максимальной скоростью, допускаемой возможностями памяти. При этом не возникает пауз ни в связи с выборкой новой команды, ни в связи с определением ветви вычислений при условном переходе. Таким образом, главный принцип вычислений на векторной машине состоит в выполнении некоторой элементарной операции или комбинации из нескольких элементарных операций, которые должны повторно применяться к некоторому блоку данных. Таким операциям в исходной программе соответствуют небольшие компактные циклы.

2. Машины типа SIMD. Эти машины состоят из большого числа идентичных процессорных элементов, имеющих собственную память; все процессорные элементы в машине выполняют одну и ту же программу. Очевидно, что такая машина, составленная **из** большого числа процессоров, может обеспечить очень высокую производительность только на тех задачах, при решении которых все процессоры могут делать одну и ту же работу. Модель вычислений для машины SIMD очень похожа на модель вычислений для векторного процессора: одиночная операция выполняется над большим блоком данных.

В отличие от ограниченного конвейерного функционирования векторного процессора *матричный процессор* (синоним для большинства **SIMD-машин**) может быть значительно более гибким. Обработываемые элементы таких процессоров — универсальные программируемые ЭВМ, так что задача, решаемая параллельно, может быть достаточно сложной и содержать ветвления. Обычное проявление этой вычислительной модели в исходной программе примерно такое же, как и в случае векторных операций: циклы на элементах массива, в которых значения, вырабатываемые на одной итерации цикла, не используются на другой итерации цикла.

Модели вычислений на векторных и матричных ЭВМ настолько схожи, что эти ЭВМ часто обсуждаются как эквивалентные.

3. Машины типа MIMD. Термином *мультипроцессор* называют большинство машин типа **MIMD**, и он часто используется в качестве синонима для машин типа **MIMD** (подобно тому, как термин "матричный процессор" применяется к машинам типа **SIMD**). В мультипроцессорной системе каждый процессорный

элемент выполняет свою программу достаточно независимо от других процессорных элементов. Процессорные элементы, конечно, должны как-то связываться друг с другом, что делает необходимым более подробную классификацию машин типа MIMD. В мультипроцессорах с общей памятью (сильносвязанных мультипроцессорах) имеется память данных и команд, доступная всем процессорным элементам. С общей памятью процессорные элементы связываются с помощью общей шины или сети обмена. В противоположность этому варианту в слабосвязанных многопроцессорных системах (машинах с локальной памятью) вся память делится между процессорными элементами, и каждый блок памяти доступен только связанному с ним процессору. Сеть обмена связывает процессорные элементы друг с другом.

Базовой моделью вычислений на **MIMD-мультипроцессоре** является совокупность независимых процессов, эпизодически обращающихся к разделяемым данным. Существует большое количество вариантов этой модели. На одном конце спектра — модель распределенных вычислений, в которой программа делится на довольно большое число параллельных задач, состоящих из множества подпрограмм. На другом конце спектра — модель потоковых вычислений, в которых каждая операция в программе может рассматриваться как отдельный процесс. Такая операция ждет своих входных данных (операндов), которые должны быть переданы ей другими процессами. По их получении операция выполняется, и полученное значение передается тем процессам, которые в нем нуждаются. В потоковых моделях вычислений с большим и **средним** уровнем гранулярности процессы содержат большое число операций и выполняются в потоковой манере.

4. *Многопроцессорные машины с **SIMD-процессорами***. Многие современные суперЭВМ представляют собой многопроцессорные системы, в которых в качестве процессоров используются векторные процессоры, или процессоры типа SIMD. Такие машины относятся к машинам класса MSIMD.

Многопроцессорные системы за годы развития вычислительной техники прошли ряд этапов. Исторически первым стало освоение технологии SIMD. Однако в настоящее время наметился устойчивый интерес к архитектурам MIMD. Этот интерес главным образом определяется двумя факторами:

- архитектура MIMD обеспечивает большую гибкость — при наличии адекватной поддержки со стороны аппаратных средств

и программного обеспечения **MIMD** может работать как однопользовательская система. В результате достигается высокая производительность обработки данных для одной прикладной задачи, выполняется множество задач параллельно, как на многопрограммной машине;

- архитектура MIMD может использовать все преимущества современной микропроцессорной технологии на основе строгого учета соотношения "стоимость/производительность". В действительности практически все современные многопроцессорные системы строятся на тех же микропроцессорах, которые можно найти в персональных компьютерах, на рабочих станциях и небольших однопроцессорных серверах.

Одной из отличительных особенностей многопроцессорной вычислительной системы является сеть обмена, с помощью которой процессоры соединяются друг с другом или с памятью. Модель обмена настолько важна для многопроцессорной системы, что многие характеристики производительности и другие оценки выражаются отношением времени обработки к времени обмена, соответствующим решаемым задачам. Существуют две основные модели межпроцессорного обмена: одна основана на передаче сообщений, другая — на использовании общей памяти. В многопроцессорной системе с общей памятью один процессор осуществляет запись в конкретную ячейку, а другой процессор производит считывание из этой ячейки памяти. Чтобы обеспечить согласованность данных и синхронизацию процессов, обмен часто реализуется по принципу взаимно исключающего доступа к общей памяти методом "почтового ящика".

В архитектурах с локальной памятью непосредственное разделение памяти невозможно. Вместо этого процессоры получают доступ к совместно используемым данным посредством передачи сообщений по сети обмена. Эффективность схемы коммуникаций зависит от протоколов обмена, основных сетей обмена и пропускной способности памяти и каналов обмена.

Часто, и притом необоснованно, в машинах с общей памятью и векторных машинах затраты на обмен не учитываются, так как проблемы обмена в значительной степени скрыты от программиста. Однако накладные расходы на обмен в этих машинах имеются и определяются конфликтами шин, памяти и процессоров. Чем больше процессоров добавляется в систему, тем больше

процессов соперничает при использовании одних и тех же данных и шины, что приводит к состоянию насыщения. Модель системы с общей памятью очень удобна для программирования и иногда рассматривается как высокоуровневое средство оценки влияния обмена на работу системы, даже если основная система в действительности реализована с применением локальной памяти и принципа передачи сообщений.

Таким образом, существующие **MIMD-машины** распадаются на два основных класса в зависимости от количества объединяемых процессоров, которое определяет и способ организации памяти, и методику их соединений.

Многопроцессорные системы с общей памятью. К этой группе относятся машины с общей (разделяемой) основной памятью, объединяющие до нескольких десятков (обычно менее 32) процессоров. Сравнительно небольшое количество процессоров в таких машинах позволяет иметь одну централизованную общую память и объединить процессоры и память с помощью одной шины. При наличии у процессоров кэш-памяти достаточного объема высокопроизводительная шина и общая память могут удовлетворить обращения к памяти, поступающие от нескольких процессоров. Поскольку при этом имеется единственная память с одним и тем же временем доступа, эти машины иногда называются *UMA* (Uniform Memory Access). Такой способ организации со сравнительно небольшой разделяемой памятью в настоящее время является наиболее популярным. Архитектура подобной системы представлена на рис. 4.14.

Требования, предъявляемые современными процессорами к быстродействию памяти, можно существенно снизить путем применения больших многоуровневых кэш-модулей. При этом несколько процессоров смогут разделять доступ к одной и той же памяти. Начиная с 1980 г. эта идея, подкрепленная широким распространением микропроцессоров, стимулировала многих разработчиков на создание небольших мультипроцессоров, в которых несколько процессоров разделяют одну физическую память, соединенную с ними с помощью разделяемой шины. Из-за малого размера процессоров и заметного сокращения требуемой полосы пропускания шины, достигнутого за счет возможности реализации достаточно большой кэш-памяти, такие машины стали исключительно **эффективными** благодаря оптимальному соотношению "стоимость / производительность". В первых разработ-

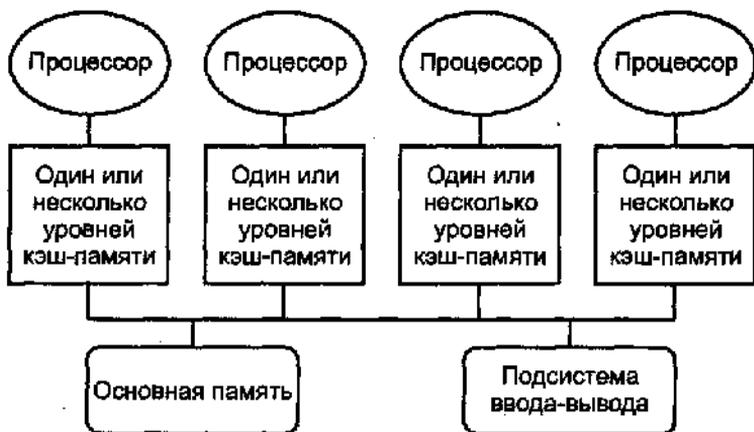


Рис. 4.14. Типовая архитектура мультимикропроцессорной системы с общей памятью

ках подобного типа машин удавалось разместить весь процессор и кэш-память на одной плате, которая затем вставлялась в заднюю панель, и с помощью последней реализовывалась шинная архитектура. Современные конструкции позволяют разместить до четырех процессоров на одной плате (рис. 4.14).

В такой машине кэш-память может содержать как **разделяемые**, так и частные данные. *Частные данные* — это данные, которые используются одним процессором, в то время как *разделяемые данные* используются многими процессорами, по существу обеспечивая обмен между ними. Когда кэшируется элемент частных данных, их значение переносится в кэш-память для сокращения среднего времени доступа, а также для уменьшения требуемой полосы пропускания. Поскольку никакой другой процессор не использует частные данные, этот процесс идентичен процессу для однопроцессорной машины с кэш-памятью. Если кэшируются разделяемые данные, то разделяемое значение реплицируется (от лат. *replicare* — обращать назад, отражать) и может содержаться не в одной кэш-памяти, а в нескольких. Кроме сокращения задержки доступа и уменьшения требуемой полосы пропускания такая репликация данных способствует также общему сокращению количества обменов. Однако кэширование разделяемых

данных создает новую проблему — когерентность (от лат. *cohaerentia* — сцепление, связь) кэш-памяти.

Мультипроцессорная когерентность кэш-памяти возникает из-за того, что значение элемента данных в памяти, хранящееся в двух разных процессорах, доступно этим процессорам только через их индивидуальные кэш-модули.

Проблема когерентности памяти для мультипроцессоров и устройств ввода-вывода имеет много аспектов. Обычно в малых мультипроцессорах используется аппаратный механизм — *протокол*, позволяющий решить данную проблему. Эти протоколы называются протоколами когерентности кэш-памяти. Существуют два класса таких протоколов:

протоколы на основе справочника (directory based). В этом случае информация о состоянии блока физической памяти содержится только в одном месте — *справочнике* (физически справочник может быть распределен по узлам системы);

протоколы наблюдения (snoring). При этом каждый кэш-модуль, который содержит копию данных некоторого блока физической памяти, имеет также соответствующую копию служебной информации о его состоянии. **Централизованная** система записей отсутствует. Обычно кэш-модули **располагаются** на общей (разделяемой) шине, и контроллеры всех кэш-модулей наблюдают за шиной (просматривают ее) для определения того, не содержат ли они копию соответствующего блока.

В мультипроцессорных системах, использующих микропроцессоры с кэш-памятью, подсоединенные к централизованной общей памяти, протоколы наблюдения приобрели популярность, поскольку для опроса состояния кэшей они могут использовать существующее физическое соединение — шину памяти.

Неформально проблема когерентности кэш-памяти состоит в необходимости **гарантировать**, что любое считывание элемента данных возвращает последнее по времени записанное в него значение. Гарантировать когерентность кэш-памяти можно в случае обеспечения двух условий:

операция чтения ячейки памяти одним процессором, которая следует за операцией записи в ту же ячейку памяти другим процессором, получит записанное значение, если операции чтения и записи достаточно отделены друг от друга по времени;

операции записи в одну и ту же ячейку памяти выполняются строго последовательно: это означает, что две подряд идущие

операции записи в одну и ту же ячейку памяти будут наблюдаться другими процессорами именно в том порядке, в котором они появляются в программе процессора, выполняющего эти операции записи.

- Первое условие, очевидно, связано с определением когерентного (согласованного) состояния памяти: если бы процессор всегда считывал только старое значение данных, мы сказали бы, что память некогерентна.

Необходимость строго последовательно выполнять операции записи также является очень важным условием. Представим себе, что строго последовательное выполнение операций записи не соблюдается. Тогда процессор P1 может записать данные в ячейку, а затем в эту ячейку выполнит запись процессор P2. Строго последовательное выполнение операций записи гарантирует два важных следствия для этой последовательности операций записи. Во-первых, оно гарантирует, что каждый процессор в машине в некоторый момент времени будет наблюдать запись, выполняемую процессором P2. Если последовательность операций записи не соблюдается, то может возникнуть ситуация, когда какой-нибудь процессор будет наблюдать сначала операцию записи процессора P2, а затем — **операцию** записи процессора P1 и будет хранить это записанное процессором P1 значение неограниченно долго.

Многопроцессорные системы с локальной памятью и много-машинные системы. Вторую группу машин составляют крупномасштабные системы с распределенной памятью. Для того чтобы поддерживать большое количество процессоров, приходится основную память распределять между ними, в противном случае полосы пропускания памяти может просто не хватить для удовлетворения запросов, поступающих от очень большого числа процессоров. Естественно, при таком подходе также требуется реализовать связь процессоров между собой. На рис. 4.15 показана структура такой системы.

Рост числа процессоров требует создания модели распределенной памяти с высокоскоростной сетью для связи процессоров. С быстрым ростом производительности процессоров и связанным с этим ужесточением требования увеличения полосы пропускания памяти масштаб систем (т.е. число процессоров в системе), для которых требуется организация распределенной памяти, уменьшается, так же как и сокращается число процессо-

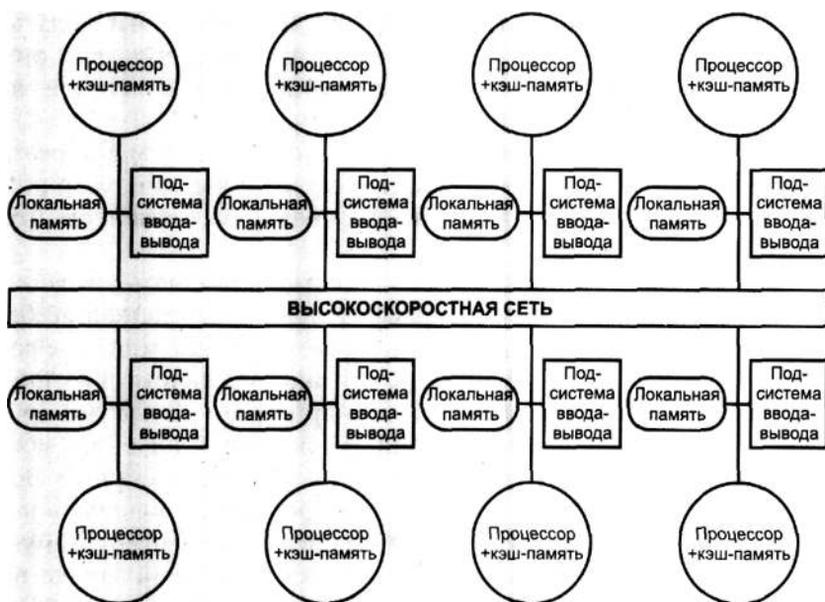


Рис. 4.15. Типовая архитектура мультипроцессорной системы с распределенной памятью

ров, которые удается поддерживать на **одной** разделяемой шине и общей памяти.

Распределение памяти между отдельными узлами системы имеет два главных преимущества. Во-первых, это выгодный относительно стоимости системы способ увеличения полосы пропускания памяти, поскольку большинство обращений может выполняться параллельно к локальной памяти в каждом узле. Во-вторых, это уменьшает задержку обращения (время доступа) к локальной памяти. Благодаря названным преимуществам количество процессоров, для которых архитектура с распределенной памятью имеет смысл, сокращается еще больше.

Обычно устройства ввода-вывода, так же как и память, распределяются по узлам, и в действительности узлы могут состоять из небольшого числа (**2—8**) процессоров, соединенных между собой другим способом. Хотя такая кластеризация нескольких процессоров с памятью и сетевой интерфейс могут быть достаточно полезными относительно стоимости системы, это не очень суще-

ственно для понимания того, как такая машина работает, поэтому мы пока остановимся на системах с одним процессором на узел. Основная разница в архитектуре, которую следует выделить в машинах с распределенной памятью, заключается в том, как осуществляется связь и какова логическая модель памяти.

Существуют два различных способа построения крупномасштабных систем с распределенной памятью. Простейший способ заключается в том, чтобы исключить аппаратные механизмы, обеспечивающие когерентность кэш-памяти, и сосредоточить внимание на создании масштабируемой системы памяти. Разработано несколько машин такого типа. Наиболее известным примером подобной системы является компьютер T3D компании Cray Research. В этих машинах память распределяется между узлами (процессорными элементами) и все узлы соединяются между собой посредством того или иного типа сети. Доступ к памяти может быть локальным или удаленным. Специальные контроллеры, размещаемые в узлах сети, могут на основе анализа адреса обращения принять решение о том, находятся ли требуемые данные в локальной памяти данного узла или они размещаются в памяти удаленного узла. В последнем случае контроллеру удаленной памяти посылается сообщение для обращения к требуемым данным.

Чтобы обойти проблемы когерентности, разделяемые (общие) данные не кэшируются. Конечно, с помощью программного обеспечения можно реализовать некоторую схему кэширования разделяемых данных путем их копирования из общего адресного пространства в локальную память конкретного узла. В этом случае когерентностью памяти также будет управлять программное обеспечение. Преимущество такого подхода состоит в том, что необходима минимальная поддержка со стороны аппаратуры, хотя наличие, например, таких возможностей, как блочное (групповое) копирование данных, было бы весьма полезным. Недостатком такой организации является то, что механизмы программной поддержки когерентности подобного рода кэш-памяти компилятором весьма ограничены. Существующая в настоящее время методика в основном подходит для программ с хорошо структурированным параллелизмом на уровне программного цикла.

Машины с архитектурой, подобной Cray T3D, называют процессорами (машинами) с массовым параллелизмом (MPP — Massively Parallel Processor). К машинам с массовым параллелизмом предъявляются взаимно исключающие требования. Чем боль-

ше объем устройства, тем большее число процессоров можно расположить в нем, тем длиннее каналы передачи управления и данных, а значит, меньше тактовая частота. Прошедшее возрастание нормы массивности для больших машин до 512 и даже 64000 байт процессоров обусловлено не увеличением размеров машины, а повышением степени интеграции схем, позволившей за последние годы резко поднять плотность размещения элементов в устройствах. Топология сети обмена между процессорами в такого рода системах может быть различной.

Для построения крупномасштабных систем может служить протокол на основе справочника, который отслеживает состояние кэш-памяти. Такой подход предполагает, что логически единый справочник хранит состояние каждого блока памяти, который может кэшироваться. В справочнике обычно содержится информация о том, в какой кэш-памяти имеются копии данного блока, модифицировался ли данный блок и т.д. В существующих реализациях этого направления справочник размещается рядом с кэш-памятью. Имеются также протоколы, в которых часть информации размещается в самой кэш-памяти. Положительной **стороной** хранения всей информации в едином справочнике является простота протокола, связанная с тем, что вся необходимая информация сосредоточена в одном месте. К недостаткам такого рода справочников относится их размер, который пропорционален общему объему памяти, а не размеру кэш-памяти. Это не создает проблемы для машин, состоящих, например, из нескольких сотен процессоров, поскольку связанные с реализацией такого справочника накладные расходы можно считать приемлемыми. Но для машин **ббльшего** размера необходима методика, позволяющая эффективно масштабировать структуру справочника.

4.5.5. КОНЦЕПЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С УПРАВЛЕНИЕМ ПОТОКОМ ДАННЫХ

Существуют трудности, связанные с автоматизацией параллельного программирования, необходимой для широкого круга задач матричных ВС. В связи с этим актуальными являются исследования новых путей построения высокопроизводительных вычислительных систем, к которым относятся вычислительные системы с управлением потоком данных, или потоковые ВС [13].

В системах с управлением потоками данных предполагается наличие большого числа специализированных операционных блоков для определения видов операций (сложения, умножения и т.п., отдельных для разных типов данных). Данные снабжаются указателями типа данных (тегами), на основании которых по мере готовности данных к обработке они загружаются в соответствующие свободные операционные блоки. При достаточном количестве операционных блоков может быть достигнут высокий уровень распараллеливания вычислительного процесса.

Во всех рассмотренных ранее машинах и вычислительных системах порядок выполнения операций над данными при решении задачи строго детерминирован, он однозначно определяется последовательностью команд программы.

Принципиальное отличие потоковых машин состоит в том, что команды выполняются здесь не в порядке их следования в тексте программы, а по мере готовности их операндов. Как только будут вычислены операнды команды, она может захватывать свободное операционное устройство и выполнять предписанную ей операцию. В этом случае последовательность, в которой выполняются команды, уже не является детерминированной.

Потоковая программа размещается в массиве ячеек команд (рис. 4.16).

Команда наряду с кодом операции содержит поля, куда заносятся готовые операнды, и поле, содержащее адреса команд, в которые должен быть направлен в качестве операнда результат

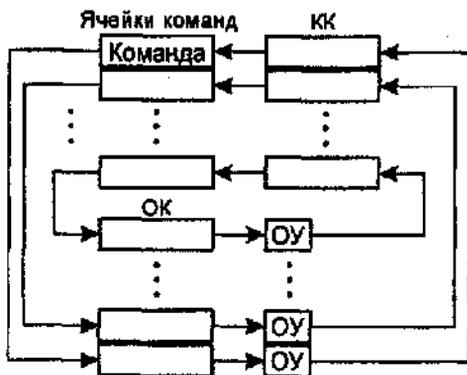


Рис. 4.16. Схема работы процессора с управлением потоком данных

операции. Кроме того, каждой команде поставлен в соответствие двухрядный тег (располагаемый в управляющем устройстве), разряды которого устанавливаются в 1 при занесении в тело команды соответствующих операндов. В состоянии тега 11 (оба операнда готовы) инициируется запрос к операционному коммутатору (ОК) на передачу готовой команды в соответствующее коду операции операционное устройство (ОУ).

Результат выполнения команды над ее непосредственно адресуемыми операндами направляется через командный коммутатор (КК) согласно указанным в команде адресам в ячейки команд и помещается в поля операндов. Далее указанная процедура циклически повторяется, причем управление этим процессом полностью децентрализовано и не нуждается в счетчике команд.

4.6. УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

4.6.1. ОДНОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ

В системах обработки данных в качестве основного критерия эффективности используется *среднее время обслуживания заявок*. При оперативной обработке вычислительных задач невозможно проводить одновременно и их сортировку. Задачи с различной длительностью решения поступают на процессор в случайном порядке. В связи с этим невозможно использовать режим SPT (**Shortest-Processing-Task-first**), назначающий задачи на решение в порядке убывания времени их решения. В реальных системах оперативной обработки априорная информация о времени решения задач, как правило, отсутствует. Чтобы воспользоваться принципами планирования на основе алгоритма SPT, в систему вводятся средства, которые выявляют короткие и длинные работы непосредственно в ходе вычислительного процесса.

Алгоритм RR. Простейшее правило планирования **работ**, обеспечивающее выполнение указанного требования, задается алгоритмом циклического обслуживания (рис. 4.17) — алгоритмом RR (Round-Robin).

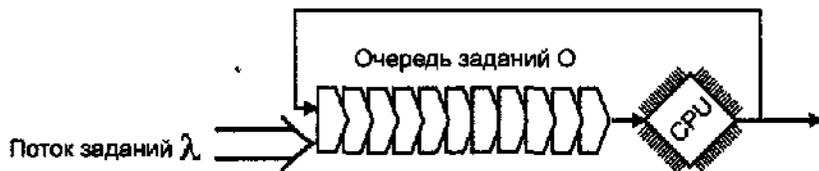


Рис. 4.17. Алгоритм **RR**

Заявки на выполнение работ поступают с интенсивностью λ в очередь O , откуда они выбираются и исполняются процессором CPU. Для обслуживания отдельной заявки отводится постоянный квант **времени** q , достаточный для выполнения нескольких тысяч операций. Если работа была выполнена за время q , она покидает систему. В противном случае она вновь поступает в конец очереди и ожидает предоставления ей очередного кванта процессорного времени.

Алгоритм FB. Для обеспечения еще более быстрой реакции системы на короткие работы в системах оперативной обработки используются алгоритмы многоуровневого циклического планирования. Одним из таких алгоритмов является алгоритм **FB** (Foreground-Background).

Заявки на выполнение работ поступают в очередь O_1 (рис. 4.18). Работы, стоящие в очереди O_1 , получают квант процессорного

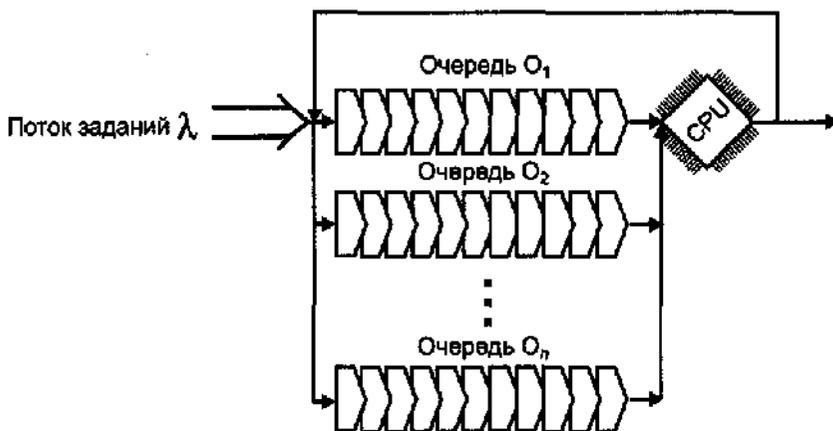


Рис. 4.18. Алгоритм **FB**

времени q . Если за это время работа была выполнена, то она покидает систему. В противном случае заявка на работу переносится в очередь O_2 , откуда она может быть занесена в очереди O_3, O_4, \dots, O_n . Очереди обслуживаются в следующем порядке. Если имеется хотя бы одна заявка в очереди O_1 , то эта заявка непременно обслуживается. Заявки из очереди S_B обслуживаются при условии, что нет заявок в очереди $O \setminus$. Аналогично заявки из очереди O_m обслуживаются только в том случае, если все очереди O_1, \dots, O_{m-1} пусты. Заявка, достигшая последней очереди O_n , остается в ней до полного завершения работы.

Применяются модификации алгоритма **FB**, различающиеся по величине квантов времени, предоставляемых заявкам из разных очередей. Возможно планирование на основе постоянной величины кванта или с использованием квантов переменной длительности, которая возрастает по мере увеличения номера очереди. Одна из таких модификаций — алгоритм планирования **EB** с учетом приоритетов работ. **Работы**, поступающие в систему, **разделяются** в зависимости от приоритетов $1 \dots n$ на и потоков $I_1 \dots I_n$. Приоритеты задач **относительны**, т.е. поступление в систему заявки более высокого приоритета не прерывает процесс обработки менее приоритетных заявок, но при освобождении ресурса более приоритетные заявки **будут** назначены в первую очередь. Работы с высшим приоритетом поступают в очередь O_1 , а работы с низким приоритетом — в очередь O_n . Работам, выбираемым на обслуживание из разных **очередей**, выделяются кванты времени различной длительности, причем заявкам из очереди O_m выделяется больший по продолжительности квант времени, чем заявкам из очереди $O_{m-1}, m = 2, n$.

Приоритеты работам могут назначаться исходя из трудоемкости последних. Если трудоемкости работ известны хотя бы приближенно, то работам с большой трудоемкостью присваиваются низкие приоритеты и они сразу же поступают в **очереди** соответствующего **приоритета**, в которых получают большие кванты времени. В результате этого трудоемкие работы не будут задерживать процесс выполнения менее трудоемких работ. Если трудоемкость работы была занижена, т.е. ее **приоритет** оказался завышен, то после окончания **выделенного** для нее кванта времени работа переместится в очередь следующего, более низкого приоритета.

Алгоритм планирования с учетом приоритетов очень эффективен для ЭВМ с ограниченной емкостью оперативной памяти, не позволяющей разместить в ней программы всех работ, выполняемых системой. В таком случае в оперативной памяти размещается только небольшая часть программ, а остальные программы хранятся во внешней памяти — на магнитном диске. Все программы циклически обслуживаются в предоставленном им кванте процессорного времени, поэтому они вызываются в оперативную память поочередно, а получив квант обслуживания, удаляются из нее во внешнюю память (вытесняются на диск). Процесс циклического завершения программ в оперативной памяти называется *свопингом*. Если система работает со свопингом и все без исключения работы поступают в первую очередь, причем всем очередям выделяются одинаковые кванты времени, то затраты ресурсов системы на свопинг крайне большие. Для уменьшения непроизводительных затрат целесообразно трудоемкие работы сразу же размещать в очередях с низкими приоритетами и выделять им большие по длительности кванты времени.

При выполнении процедур вытеснения на диск записывается информация о занимаемой задачей основной памяти и о текущем состоянии задачи, необходимая для продолжения работы системы. Разделение ресурсов задачами базируется на периодическом уменьшении приоритетов задач, находящихся в основной памяти, и как только приоритет задачи в основной памяти становится меньше приоритета задачи на диске, выполняется процедура вытеснения.

Алгоритм Корбатто. Приоритетность программ для систем со свопингом может назначаться в соответствии с алгоритмом Корбатто. Здесь априорно принимается следующее предположение: программы с большей длиной более трудоемкие. Исходя из этого предположения приоритеты программам присваиваются на основе **формулы**

$$p = \{\log_2(L_n / L_q + 1)\},$$

где $[x]$ — целая часть X ;

L_n — длина программы в байтах;

L_q — число байт, передаваемых между оперативной и внешней памятью за время q , равное минимальной длительности кванта.

Отношение L_n/L_q определяет число квантов времени, необходимых для загрузки программы в оперативную память и для вывода ее из оперативной **памяти**.

4.6.2. МНОГОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПАКЕТОВ ЗАДАЧ С ПРЕРЫВАНИЯМИ

Рассмотрим систему с n идентичными процессорами, с помощью которой необходимо решить L независимых задач; каждая задача решается одним процессором в течение времени t_i , $i = 1, \dots, L$. Требуется найти алгоритм, который для каждого данного пакета (набора) задач строит бы расписание решения задач на процессорах системы, обеспечивающее минимально возможное время решения. При этом достигается максимально возможная производительность системы. **Например**, в двухпроцессорной системе и при наборе задач с временем их **решения** 3; 3; 2; 2; 2 возможны различные варианты назначения задач на решение. Приведем некоторые из них (рис. 4.19).

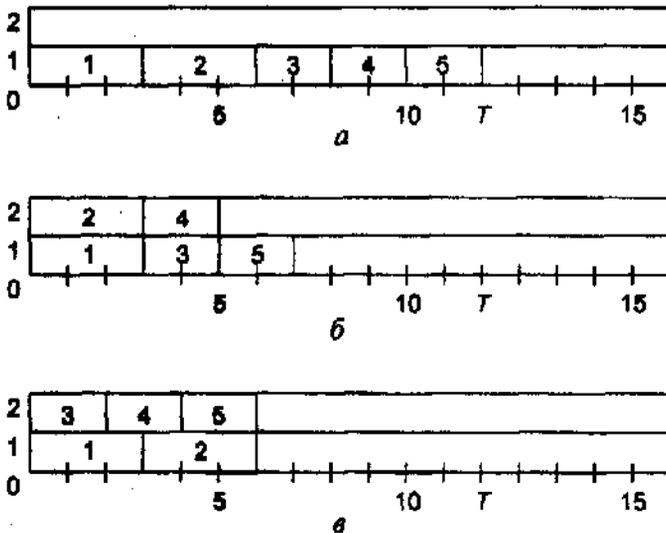


Рис. 4.19. Варианты расписаний для двухпроцессорной системы:

a — работает один процессор; **б** — работают два процессора;

в — используется алгоритм **Макнотона**

Очевидно, что наилучший в смысле минимизации общего времени решения задач вариант v , для которого время T решения пакета задач совпадает с соответствующим оптимальным значением $T = T_0 = 0$ и в данном случае равно величине $\theta = \max \{ \max t_i, (1/n) \sum t_i \}$.

Величина θ является нижней границей для оптимального значения T_0 . Действительно, длина T любого расписания не может быть меньше ни $\max t_i$ — максимального из времен решения задач пакета, ни величины $(1/n) \sum t_i$, определяющей длину расписания в том случае, когда до момента завершения решения последней из задач пакета ни один процессор не простаивает, т.е. все процессоры имеют 100 %-ную загруженность.

В общем случае даже при $n = 2$ задача поиска оптимального значения T при условии решения задач является NP-трудной, т.е. все известные алгоритмы ее решения имеют трудоемкость, экспоненциально зависящую от L . Однако если допустить возможность прерывания решения задач пакета до завершения их обслуживания, то могут быть предложены полиномиально-трудоемкие алгоритмы, приводящие к расписанию оптимальной длины T_0 . При этом считается, что после прерывания решение задачи может быть возобновлено с точки прерывания на любом процессоре, не обязательно на том, на котором задача решалась первоначально. Число прерываний должно быть по возможности меньшим, так как с каждым актом прерывания связаны потери машинного времени на загрузку-выгрузку задач из оперативной памяти.

Рассмотрим предложенный Макнотомом в 1959 г. алгоритм построения оптимального по длине расписания с не более чем $n-1$ прерываниями.

Алгоритм Макнотона заключается в предварительном упорядочении задач по убыванию времени решения и назначении задач последовательно по порядку номеров одну за другой на процессоры системы справа налево от уровня θ .

Пример: $n = 2$, $L = 4$, время решения задач: 5; 4; 3; 2. Тогда $\theta = \max \{ 5, 1/2 \cdot (5 + 4 + 3 + 2) \} = 7$; а расписание, полученное в соответствии с алгоритмом Макнотона, имеет вид, показанный на рис. 4.20.

В данном случае число прерываний равно единице.

Покажем, что $n-1$ (максимальное число прерываний для расписания, полученного в соответствии с алгоритмом Макнотона) является достижимой границей числа прерываний.

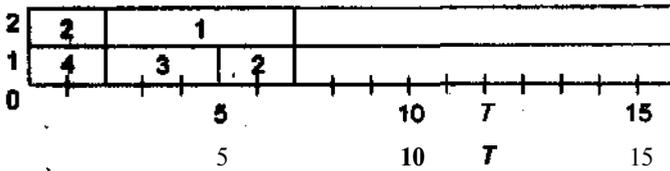


Рис. 4.20. Оптимальное расписание

Для доказательства этого построим такой пример пакета задач, для которого алгоритм Макнотона дает расписание с числом прерываний $n-1$.

Пусть: $L = n + 1$ и $t_i = n$, $i = 1, n + 1$.

Тогда: $8 = \max \{n, \sqrt{n(n+1)n}\} = n + 1$, а расписание, получаемое в соответствии с алгоритмом Макнотона, имеет вид, показанный на рис. 4.21.

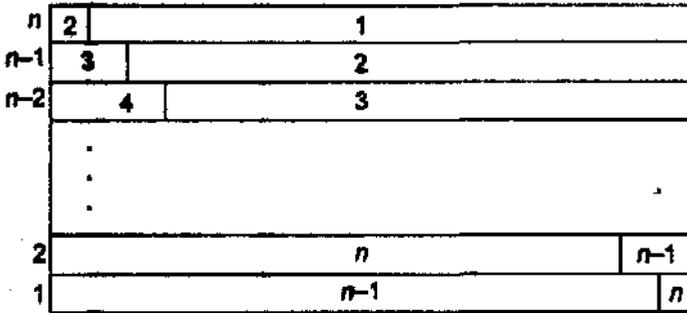


Рис. 4.21. Расписание для «-процессорной системы по Макнотону

Число прерываний в этом случае, как видно, равно $n-1$, что и требовалось показать. Покажем теперь, что любое оптимальное расписание для этого пакета задач также имеет не менее $n-1$ прерываний. Очевидно, что в любом оптимальном расписании ни один процессор не простаивает на интервале $[0, n + 1]$. Предположим, что существует некоторое оптимальное расписание с числом прерываний, меньшим $n-1$. Тогда по крайней мере два процессора (для определенности возьмем P_k и P_l) обслуживают заявки без прерываний. Очевидно, эти процессоры обслуживают **некоторые** задачи Z_{ik} и Z_{il} в интервале $[0, n]$ без прерываний (если решение этих задач начинается позже момента времени $t = 0$, значит, до этого момента на этих процессорах решались некоторые другие задачи, решение которых прерывается в мо-

менты начала решения задач Z_{ik} и Z_{ij}). Найдутся моменты времени t, t' , такие, что $n < t < t' < n + 1$, и в интервале $[t, t']$ хотя бы один процессор простаивает, а потому рассматриваемое решение не может быть оптимальным.

Так как мы пришли к противоречию, делаем вывод о том, что предположение о числе прерываний, меньшем $n-1$, в оптимальном расписании ложно.

4.6.3. МНОГОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПАКЕТОВ НЕЗАВИСИМЫХ ЗАДАЧ БЕЗ ПРЕРЫВАНИЙ

Рассмотрим систему, содержащую n идентичных процессоров, на которой необходимо решить без прерываний набор из L независимых задач с временами решения $t_i, i = 1, \dots, L$. Получение расписания с минимальным временем решения и в этом случае является NP-трудной задачей. Один из наиболее эффективных и нетрудоёмких алгоритмов организации таких **вычислений — алгоритм LPT** (Longest-Processing Task first — самая длинная задача решается первой), являющийся частным случаем алгоритма критического пути для независимых задач. Суть этого алгоритма заключается в назначении задач в порядке убывания времени решения на освобождающиеся процессоры. Сотрудником фирмы Bell Laboratories, США, Грэхемом в 1967 г. был получен следующий результат: при использовании алгоритма LPT для распределения любого пакета $\Pi = \{Z_i\}$ независимых задач без прерываний в системе с n идентичными процессорами справедливо:

$$T \leq (4/3 - 1/3n)T_0,$$

где T — время решения пакета Π при распределении задач алгоритмом **LPT**;

T_0 — длина оптимального расписания.

Очевидно, что

$$T_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^L t_i.$$

Приведенная оценка является наилучшей.

4.6.4. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ С ОБЩЕЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПАМЯТЬЮ

Для увеличения производительности в состав вычислительной системы может вводиться несколько процессоров, способных функционировать параллельно во времени и независимо друг от друга и вместе с тем взаимодействовать между собой и с другим оборудованием системы. Вычислительные системы, содержащие несколько процессоров, связанных между собой и с общим для них комплектом внешних устройств, называются *мультипроцессорными системами (МПС)*.

Производительность МПС увеличивается по сравнению с однопроцессорной системой за счет того, что мультипроцессорная организация создает возможность для одновременной обработки нескольких задач или параллельной обработки различных частей одной задачи.

В ряде случаев требуется обеспечить непрерывность функционирования системы во времени. Это означает, что отказ в любом устройстве ВС, в том числе и в процессоре, не должен приводить к катастрофическим последствиям, т.е. система должна сохранять работоспособность и после отказа. В таком случае все устройства ВС должны быть по крайней мере задублированы и система должна содержать не менее двух процессоров, т.е. строиться как МПС.

Наиболее существен в структурной организации МПС способ связи между процессорами и памятью системы. В этом аспекте МПС разделяются на МПС с памятью общей (полнодоступной) и индивидуальной (раздельной).

В МПС с общей памятью каждый из процессоров имеет доступ к любому модулю памяти, которые могут функционировать независимо друг от друга и в каждый момент времени обеспечивать одновременные обращения в целях записи или чтения слов информации, число которых определяется числом модулей. Конфликтные ситуации (обращение к одному и тому же модулю памяти) разрешаются коммутатором, начинающим обслуживать первым устройство с наибольшим приоритетом, например процессор с наименьшим номером. Каждый из процессоров может инициировать работу любого канала ввода-вывода.

Структура МПС с общей памятью наиболее универсальна: любая информация, хранящаяся в памяти системы, в равной степени доступна любому процессору и каналу ввода-вывода. **Отрицательное** свойство МПС с общей памятью — большие затраты оборудования в коммутаторах (эти затраты пропорциональны произведению числа устройств, подключенных к памяти, и числа модулей памяти).

В МПС с индивидуальной памятью каждый из процессоров обращается в основном к своему модулю памяти. Для обмена данными между подсистемами "процессор — модуль памяти" в процессорах предусмотрены блоки обмена, обеспечивающие передачу сегментов информации между общей памятью и модулем памяти. При этом блок обмена может работать как селекторный канал: операция обмена инициируется процессором, и передача данных выполняется с параллельной работой последнего. Принцип индивидуальной памяти позволяет исключить коммутаторы в интенсивно используемом канале "процессор — модуль памяти", вследствие чего увеличивается номинальное быстродействие процессоров и **уменьшаются** затраты оборудования по сравнению с системами с общей памятью. **Отрицательным** последствием разделения памяти между процессорами является потеря ресурсов быстродействия в процессе обмена информацией между модулями памяти и общей памятью системы. Потери возникают, во-первых, из-за возможных приостановок работы процессоров для ожидания моментов окончания обмена данными с общей памятью и, во-вторых, из-за дополнительной загрузки модулей памяти операциями обмена.

Если класс задач, решение которых возлагается на МПС, таков, что работа каждого процессора связана с использованием в основном ограниченного подмножества данных и обращение к остальным данным происходит сравнительно редко, то индивидуализация памяти приводит к экономии оборудования и обеспечивает высокое номинальное быстродействие процессоров в системе. В противном случае, когда каждый из процессоров почти равновероятно обращается к любому сегменту данных, МПС должна строиться по схеме с общей памятью, исключая необходимость в обмене информацией между модулями памяти.

МПС С ОБЩЕЙ ПАМЯТЬЮ

Рассмотрим мультипроцессорную систему с общей памятью, в которой размещаются все программы и данные, используемые в процессе функционирования системы. Такая организация типична для управляющих систем, жесткие ограничения на время реакции которых исключают возможность размещения информации во внешней памяти. Будем считать, что в МПС используются одинаковые процессоры, т.е. МПС - однородная система. Наличие общей оперативной памяти, в которой размещается вся необходимая информация, и однородность системы позволяют выполнять любую программу на любом процессоре, т.е. любой процессор может принять на обслуживание любую заявку. Режим работы МПС, при котором каждый из процессоров может обслуживать любую заявку, называется *режимом разделения нагрузки*. При этом режиме каждый из N процессоров принимает на обслуживание N -ю часть заявок, т.е. N -ю часть общей нагрузки.

В модели МПС с общей памятью процесс обслуживания заявок в режиме разделения нагрузки можно рассматривать как процесс функционирования одной многоканальной системы массового обслуживания (рис. 4.22) с интенсивностью входящего потока заданий X , общей очередью O , заявки из которой выбираются в порядке поступления их в систему, и средней длительностью обслуживания заявки каждым из процессоров $\text{Pr}_1, \dots, \text{Pr}_N$, равной θ . Заявка, поступающая в систему, содержащую N процессоров, при наличии хотя бы одного свободного процессора немедленно принимается последним на обслуживание. Если все процессоры заняты обслуживанием ранее поступивших заявок, поступающая заявка размещается в очереди.

Определим характеристики МПС на основе модели, показанной на рис. 4.22.

Пусть в МПС поступает M потоков с интенсивностями $\lambda_1, \dots, \lambda_M$. Обслуживание заявок сводится к выполнению соответствующих программ, средние трудоемкости которых равны $\theta_1, \dots, \theta_M$ операций в расчете на один прогон программы. Примем, что обслуживание заявок выполняется на основе дисциплины FIFO. В таком случае можно считать, что система обслуживает однородный поток заявок, поступающих с интенсивностью

M

$i=1$

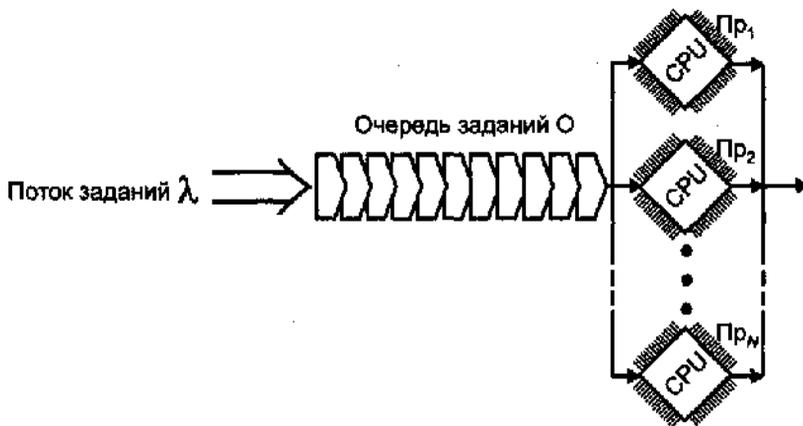


Рис. 4.22. Модель МПТС с общей памятью

Для обслуживания любой заявки из суммарного потока требуется в среднем

$$\Theta = \sum_{i=1}^M (\lambda_i / \Lambda) \Theta_i$$

процессорных операции.

Примем, что заявка, поступившая на обслуживание, захватывает процессор до полного завершения обслуживания. В таком случае средняя длительность обслуживания заявки процессором с быстродействием B равна $\theta = 0 / B$, а интенсивность обслуживания заявок одним процессором $\mu = 1/\theta$.

Параметры системы Λ , N и $\theta = 0 / B$ должны отвечать условию существования стационарного режима, при котором в очереди пребывает конечное число заявок и, следовательно, конечны времена ожидания и пребывания заявок. На каждый из процессоров поступает N -я доля заявок, и поэтому отдельный процессор обслуживает поток с интенсивностью Λ/N . Загрузка процессора

где $\mu_{\Sigma} = N\mu$ — суммарная интенсивность обслуживания заявок ТВ-процессорной системой.

Стационарный режим существует, если $\rho < 1$. Следовательно, параметры МПС должны отвечать соотношению $X0 / (NB) < 1$.

Характеристики системы **МОЖНО** получить в явной аналитической форме, если принять предположение о том, что входящий поток заявок — пуассоновский и длительность обслуживания распределена по экспоненциальному закону со средним θ .

В теории массового обслуживания доказывается, что при указанных предположениях вероятность пребывания в системе $N = 0, 1, 2, \dots$ заявок, обслуживаемых процессорами и стоящих в очереди

$$P_n = \begin{cases} P_0 \frac{R^n}{n!} & \text{при } 0 \leq n \leq N; \\ P_0 \frac{R^n}{N! N^{n-N}} & \text{при } n > N, \end{cases} \quad (4.1)$$

где

$$P_0 = \left[\frac{R^N}{(N-1)!(N-R)} + \sum_{n=0}^{N-1} \frac{R^n}{n!} \right]^{-1}, \quad (4.2)$$

есть вероятность того, что в системе нет ни одной заявки, т.е. все N процессоров простаивают; R — суммарная загрузка TV-канальной системы:

$$R = \Lambda / \mu = N\Lambda / N\mu = N\rho. \quad (4.3)$$

Суммарная загрузка R в отношении TV-канальной системы массового обслуживания определяет среднее число каналов, которые заняты обслуживанием заявок. Для стационарного режима $R < N$. С учетом формулы (4.3) выражения (4.1) и (4.2) можно представить в виде

$$P_n = \begin{cases} P_0 \frac{N^n}{n!} \rho^n & \text{при } 0 \leq n \leq N; \\ P_0 \frac{N^N}{N!} \rho^n & \text{при } n > N; \end{cases} \quad (4.4)$$

$$P_0 = \left[\frac{N^{N-1} \rho^N}{(N-1)!(1-\rho)} + \sum_{n=0}^{N-1} \frac{N^n \rho^n}{n!} \right]^{-1}, \quad (4.5)$$

где $\rho = \lambda/(N)\mu$ — нагрузка процессора N -процессорной системы.

Характер изменения вероятностей P_n при изменении суммарной загрузки **четырёхпроцессорной** системы представлен на рис. 4.23.

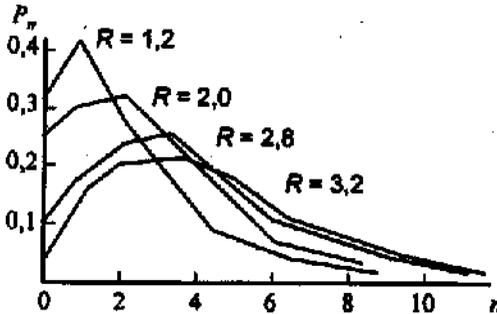


Рис. 4.23. Кривые вероятностей пребывания n заявок в **четырёхпроцессорной** системе с различной суммарной загрузкой R

Распределение числа заявок в системе носит унимодальный характер, причем с увеличением загрузки максимальное значение P_n сдвигается в сторону больших N . Распределение (4.4) содержит всю информацию, необходимую для определения характеристик **МПС**. Средняя длина очереди заявок, ожидающих обслуживания в N -процессорной системе, находится исходя из формулы (4.4) как математическое ожидание случайной величины $i = n - N > 0$, равной числу заявок в очереди:

$$\begin{aligned} l &= \sum_{i=1}^{\infty} iP_{N+i} = \sum_{i=1}^{\infty} iP_0 \frac{N^N}{N!} \rho^{N+i} = P_0 \frac{N^N}{N!} \rho^N \sum_{i=1}^{\infty} i \rho^i = \\ &= P_0 \frac{N^N}{N!} \rho^N \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} \rho^j = \frac{N^{N-1} \rho^{N+1}}{(N-1)!(1-\rho)^2} P_0, \end{aligned} \quad (4.6)$$

где P_0 определяется из формулы (4.5).

Среднее число заявок, пребывающих в системе:

$$m = l + R, \quad (4.7)$$

где l — среднее число заявок, находящихся в очереди, определяемое выражением (4.6);

R — суммарная нагрузка МПС, определяемая выражением (4.3).

Для систем без потерь заявок среднее время ожидания W и среднее время пребывания u заявок в системе равны соответственно $W - 1/\mu$ и $u - m/\mu$. Подставляя в эти соотношения выражения (4.6) и (4.7), получим:

$$W = \frac{N^{N-1} \rho^N}{N!(1-\rho)^2} P_0; \quad (4.8)$$

$$u = W + \theta = W + 1/\mu$$

или с использованием формулы (4.3)

$$W = \frac{R^N}{\mu(N-1)!(N-R)^2} P_0.$$

Одна из важных характеристик системы — вероятность ненулевого ожидания заявок $P_r(W > 0)$, т.е. вероятность того, что в момент поступления очередной заявки все N процессоров заняты обслуживанием. Эта вероятность равна:

$$P_r(W > 0) = P_r(n \geq N) = \sum_{n=N}^{\infty} P_n = P_0 \frac{N^N}{N!} \sum_{n=N}^{\infty} \rho^n = \frac{N^N \rho^N}{N!(1-\rho)} P_0. \quad (4.9)$$

Из сравнения формул (4.8) и (4.9) вытекает следующее выражение для среднего времени ожидания заявок:

$$W = P_r(W > 0) / [\mu N(1-\rho)].$$

В свою очередь, вероятность нулевого ожидания заявок, т.е. вероятность того, что в момент поступления заявки хотя бы один процессор свободен, равна: $P_r(W = 0)$ и $1 - P_r(W > 0)$.

МПС С ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПАМЯТЬЮ

В МПС с индивидуальной памятью множество программ обслуживания и связанных с ними данных $P = \{P_1, \dots, P_M\}$ разделяется на подмножества Q_1, \dots, Q_N , $Q_i = \{P_{\alpha}, \dots, P_{\omega}\} \in P (i = 1, \dots, N)$, размещаемые в памяти соответствующих процессоров Pr_1, \dots, Pr_N . В результате этого каждый из процессоров ориентируется на обслуживание заявок определенных типов, а именно тех, программы обслуживания которых размещены в памяти процессора. Режим работы МПС, при котором каждый из процессоров обслуживает заявки определенных типов и не может обслуживать заявки других типов, называется *режимом разделения функций*.

Рассмотрим модель МПС с индивидуальной памятью. В наиболее простом случае процессоры обмениваются информацией с общей памятью. Количество информации, передаваемой при обменах, может быть столь незначительно, что допустимо пренебречь влиянием процессов обмена на процесс обслуживания заявок. В таком случае можно считать, что процессоры функционируют независимо и работу jV-процессорной системы в режиме разделения функций можно рассматривать как процесс функционирования N одноканальных систем массового обслуживания (рис. 4.24). Каждая из систем массового обслуживания состоит из потока заявок, поступающих с интенсивностью λ_i , очереди O_i и процессора Pr_i .

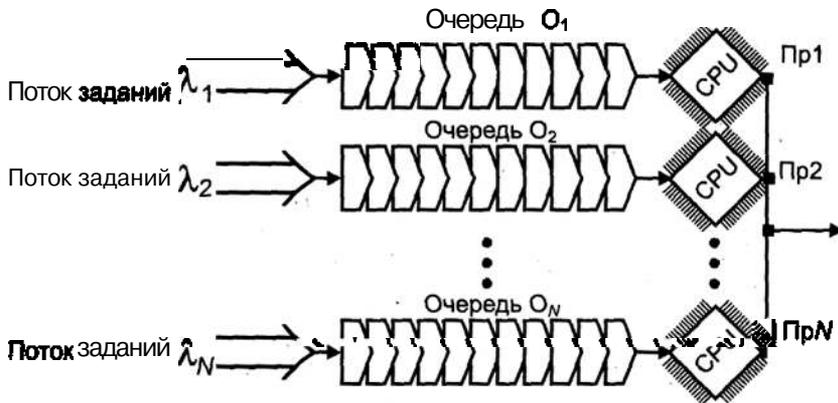


Рис. 4.24. Модель МПС с индивидуальной памятью

Для этой модели характеристики обслуживания заявок каждого типа могут быть вычислены в предположении, что входящие потоки — пуассоновские при произвольном распределении длительностей обслуживания и различных дисциплинах обслуживания заявок. В частности, при экспоненциальном распределении длительности обслуживания и дисциплине FIFO среднее время ожидания заявок в системе с номером $i = 1, \dots, N$ и загрузкой $\rho_i = \lambda_i / \mu_i < 1$ равно:

$$W_i = \{\rho_i / (1 - \rho_i)\} \theta_i, \quad (4.10)$$

среднее время пребывания заявок

$$u_i = W_i + \theta_i = [1 / (1 - \rho_i)] \theta_i, \quad (4.11)$$

среднее число заявок в очереди $l_i = W_i \lambda_i = \rho_i^2 / (1 - \rho_i)$ и среднее число заявок в системе $m_i = u_i \lambda_i = \rho_i / (1 - \rho_i)$.

МПС как единый объект обслуживает суммарный поток заявок, поступающий на вход системы с интенсивностью

$$\Lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i.$$

Заявка из суммарного потока с вероятностью λ_i / Λ будет ожидать обслуживания в среднем W_i единиц времени. С учетом этого среднее время ожидания заявки из суммарного потока определяется выражением:

$$W = \sum_{i=1}^N (\lambda_i / \Lambda) W_i. \quad (4.12)$$

Аналогично определяется среднее время пребывания заявки в системе:

$$U = \sum_{i=1}^N (\lambda_i / \Lambda) u_i. \quad (4.13)$$

В случае, когда каждый из процессоров обслуживает точно N -ю часть суммарного потока заявок и средняя длительность обслуживания одинакова для всех процессоров и равна θ . В та-

ком случае $X \setminus = \dots = \lambda_N = \Lambda / n$ и $\rho_1 = \dots = \rho_N = \rho$. При равномерном распределении нагрузки из выражений (4.12) и (4.10), а также (4.13) и (4.11) следует, что средние времена ожидания и пребывания заявок равны соответственно:

$$W = [\rho / (1 - \rho)]\theta;$$

$$U = [1 / (1 - \rho)]\theta.$$

4.7. ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ

Процедура отображения данных — одна из важнейших в информационной технологии. Без возможности восприятия результата обработки информации человеческими органами чувств этот результат оставался бы вещью в себе (ведь мы не ощущаем машинное представление информации).

Наиболее активно из человеческих органов — зрение, поэтому процедуры отображения в информационных технологиях, особенно организационно-экономических, преследуют цель как можно лучше представить информацию для визуального наблюдения. Конечно, в мультимедийных системах сейчас используется и аудио-, и видео-, и даже тактильное отображение данных, но при управлении предприятием более важным является отображение данных в текстовой или в графической форме. Основные устройства, воспроизводящие текст или графические фигуры, — это дисплеи и принтеры, на использование которых (особенно первых) и направлены операции и процедуры отображения.

Для того чтобы получить на экране дисплея (или на бумаге с помощью принтера) изображение, отображающее выводимую из компьютера информацию, данные (т.е. машинное представление этой информации) должны быть соответствующим образом преобразованы, затем адаптированы (согласованы) с параметрами дисплея и, наконец, воспроизведены. Все эти операции должны выполняться в строгом соответствии с заданной формой воспроизведения и возможностями воспроизводящего устройства. Согласование операций процедуры отображения производится с помощью управляющей процедуры ОВП (рис. 4.25).

В современных информационных технологиях при воспроизведении информации предпочтение отдано не текстовым режимам

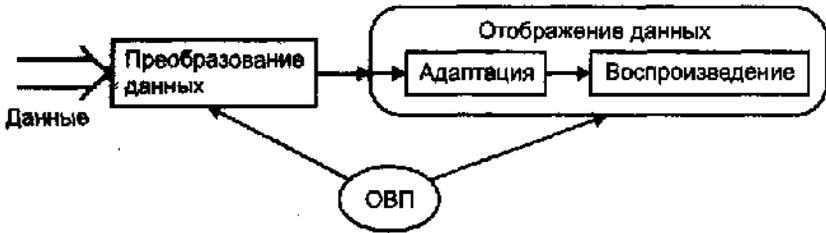


Рис. 4.25. Схема взаимодействия процедур при отображении данных

(исторически они появились раньше), а графическим режимам работы дисплеев как наиболее универсальным. Графический режим позволяет выводить на экран дисплея любую графику (ведь буквы и цифры тоже графические объекты), причем с возможностью изменения масштаба, проекции, цвета и т.д. В последнее время развитие информационных технологий относительно ввода и вывода информации идет по пути создания объектно-ориентированных систем, в которых настройка систем, программирование функциональных задач, ввод и вывод информации осуществляются с помощью графических объектов, отображаемых на экране дисплея (примером могут служить широко распространенный графический интерфейс Windows, объектно-ориентированные языки Delphi, Java и т.д.).

Отображение информации на экране дисплея (или на бумаге принтера, графопостроителя) в виде графических объектов (графиков, геометрических фигур, изображений и т. д.) носит название *компьютерной (машинной) графики*, начало которой было положено в 1951 г. инженером Массачусетского технологического института Дж. У. Форрестом.

На логическом уровне процедура отображения использует законы аналитической геометрии, разработанной французским философом и математиком Р. Декартом в XVII в., согласно которой положение любой точки на плоскости (а экран дисплея — плоскость) задается парой чисел — координатами. Пользуясь декартовой системой **координат**, любое плоское изображение можно свести к списку координат составляющих его точек. И наоборот, заданные оси координат, масштаб и список координат легко превратить в изображение. Геометрические понятия, формулы и факты, относящиеся прежде всего к плоскому и трехмерному изображениям, играют в задачах компьютерной графики особую роль. Основой математических моделей компьютерной графики являются аффинные преобразования и сплайн-функции [38].

4.7.1. МОДЕЛИ ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ

В компьютерной графике все, что относится к двумерному случаю, принято обозначать символом 2D (2-dimension). Допустим, на **плоскости** введена прямолинейная координатная система. Тогда каждой точке M ставится в соответствие **упорядоченная** пара чисел (x, y) ее координат (рис. 4.26).

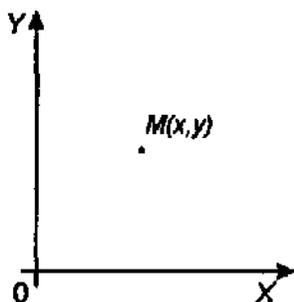


Рис. 4.26. Точка в прямоугольной системе координат

Вводя на плоскости еще одну прямолинейную систему координат, мы ставим в соответствие той же точке M другую пару чисел — (x^*, y^*) .

Переход от одной прямолинейной координатной системы на плоскости к другой описывается следующими соотношениями: $x^* = \alpha x + \beta y + \lambda$; $y^* = \gamma x + \delta y + \mu$, где $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda, \mu$ — произвольные числа, связанные неравенством

$$\begin{vmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{vmatrix} \neq 0.$$

В аффинных (от лат. **affinis** — родственный) преобразованиях* плоскости особую роль играют несколько важных частных случаев, имеющих хорошо прослеживаемые геометрические характеристики.

* Аффинная геометрия — раздел геометрии, в котором изучаются свойства фигур на плоскости (или в пространстве), сохраняющиеся при любых *аффинных преобразованиях* плоскости (или пространства), т.е. инвариантные относительно таких преобразований.

При исследовании геометрического смысла числовых коэффициентов в формулах, помеченных символом «*», для этих случаев удобно считать, что заданная система координат является прямоугольной декартовой.

Рассмотрим простейшие аффинные преобразования.

А. Поворот (вокруг начальной точки на угол φ) (рис. 4.27) описывается формулами: $x^* = x \cos \varphi - y \sin \varphi$, $y^* = x \sin \varphi + y \cos \varphi$.

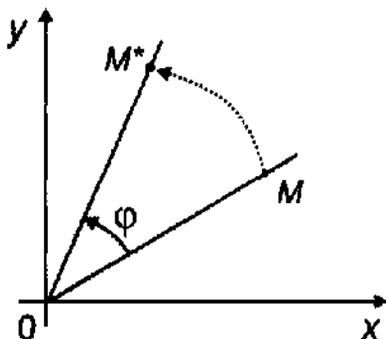


Рис. 4.27. Поворот точки на угол φ

Б. Растяжение (сжатие) вдоль координатных осей можно задать так: $x^* = ax$, $y^* = by$, $a > 0$, $b > 0$.

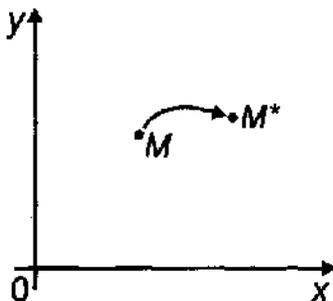


Рис. 4.28. Растяжение вдоль осей

Растяжение (сжатие) вдоль оси абсцисс обеспечивается при условии, что $a > 1$ ($a < 1$). На рис. 4.28 $a = \delta > 1$.

В. Отражение (относительно оси абсцисс) (рис. 4.29) задается при помощи формул: $x^* = x$; $y^* = -y$.

Г. На рис. 4.30 вектор переноса MM^* имеет координаты X и μ . Перенос обеспечивают соотношения: $x^* = x + X$; $y^* = y + \mu$.

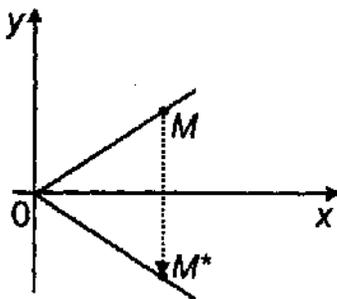


Рис. 4.29. Отражение относительно оси абсцисс

Выбор этих четырех частных случаев определяется двумя обстоятельствами.

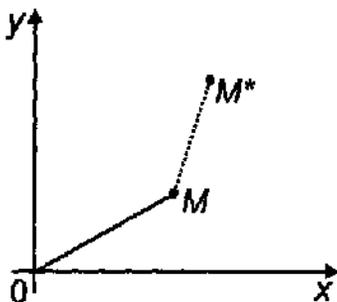


Рис. 4.30. Перенос точки

Каждое из приведенных выше преобразований имеет простой и наглядный геометрический смысл (геометрическим смыслом наделены и постоянные числа, входящие в приведенные формулы).

Как доказывается в курсе аналитической геометрии, любое преобразование вида (*) всегда можно представить как последо-

вательное использование (суперпозицию) простейших преобразований вида А, Б, В и Г (или части этих преобразований).

Таким образом, справедливо следующее важное свойство аффинных преобразований плоскости: любое отображение вида (*) можно описать при помощи отображений, задаваемых формулами для случаев А, Б, В и Г.

Для эффективного использования этих формул в задачах компьютерной графики более удобной является их матричная запись. Матрицы, соответствующие случаям А, Б и В, строятся легко и имеют следующий вид:

$$\begin{pmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \delta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Однако для решения задач компьютерной графики весьма желательно охватить матричным подходом все четыре простейших преобразования (в том числе и перенос), а значит, и общее аффинное преобразование. Этого можно достичь, например, так: перейти к описанию произвольной точки на плоскости, не упорядоченной парой чисел, как это было сделано выше, а упорядоченной тройкой чисел.

ОДНОРОДНЫЕ КООРДИНАТЫ ТОЧКИ

Пусть M — произвольная точка на плоскости с координатами x и y , вычисленными относительно заданной прямолинейной координатной системы. Однородными координатами этой точки называется любая тройка одновременно не равных нулю чисел X , x_2 , x_3 , связанных с заданными числами x и y следующими соотношениями:

$$\frac{x_1}{x_3} = x; \quad \frac{x_2}{x_3} = y.$$

При решении задач компьютерной графики однородные координаты обычно вводятся так: произвольной точке $M(x, y)$ на плоскости ставится в соответствие точка $M^*(x, y, 1)$ в пространстве (рис. 4.31).

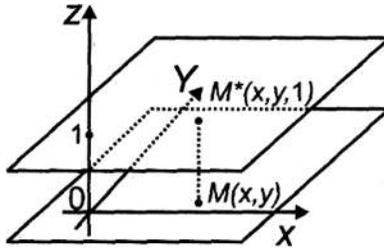


Рис. 4.31. Преобразование координат точки на плоскости в однородные координаты

Заметим, что производная точка на прямой, соединяющей начало координат, точку $O(0, 0, 0)$ с точкой $M^*(x, y, 1)$, может быть задана тройкой чисел вида (hx, hy, h) . Будем считать, что

Вектор с координатами hx, hy, h является направляющим вектором прямой, соединяющей точки $O(0, 0, 0)$ и $M^*(x, y, 1)$. Эта прямая пересекает плоскость $z = 1$ в точке $(x, y, 1)$, которая однозначно определяет точку (x, y) координатной плоскости xy . Тем самым между произвольной точкой с координатами (x, y) и множеством троек чисел вида (hx, hy, h) , $h \neq 0$, устанавливается (взаимно однозначное) соответствие, позволяющее считать числа hx, hy, h новыми координатами этой точки.

В проективной геометрии для однородных координат принято следующее обозначение: $x : y : 1$ или более общо: $x_1 : x_2 : x_3$ (напомним, что здесь непременно требуется, чтобы числа x_1, x_2, x_3 одновременно в нуль не обращались).

Применение однородных координат оказывается удобным уже при решении простейших задач.

Рассмотрим, например, вопросы, связанные с изменением масштаба. Если устройство отображения работает только с целыми числами (или если необходимо работать только с целыми числами), то для произвольного значения h (например, $h = 1$) точку с однородными координатами $(0,5 \ 0,1 \ 2,5)$ представить нельзя. Однако при разумном выборе h можно добиться того, чтобы координаты этой точки были целыми числами. В частности, при $h = 10$ для рассматриваемого примера имеем: $(5 \ 1 \ 25)$.

Рассмотрим другой случай. Чтобы результаты преобразования не приводили к арифметическому переполнению, для точки

с координатами (80 000 40 000 1000) можно взять, например, $h = 0,001$. В результате получим: (80 40 1).

Приведенные примеры показывают полезность использования однородных координат при проведении расчетов. Однако основной целью введения однородных координат в компьютерной графике является их несомненное удобство в применении к геометрическим преобразованиям.

При помощи троек однородных координат и матриц третьего порядка можно описать любое аффинное преобразование плоскости.

В самом деле, считая $h = 1$, сравним две записи: помеченную символом * и матричную:

$$(x^* y^* 1) = (x \ y \ 1) \begin{pmatrix} \alpha & \gamma & 0 \\ \beta & \delta & 0 \\ \lambda & \mu & 1 \end{pmatrix}$$

Нетрудно заметить, что после перемножения выражений, стоящих в правой части последнего соотношения, мы получим обе формулы (*) и тождество $1 = 1$.

Тем самым сравниваемые записи можно считать равносильными.

Элементы произвольной матрицы аффинного преобразования не несут в себе явно выраженного геометрического смысла. Поэтому чтобы реализовать то или иное отображение, т.е. найти элементы соответствующей матрицы по заданному геометрическому описанию, необходимы специальные приемы. Обычно построение этой матрицы в соответствии со сложностью рассматриваемой задачи и с описанными выше частными случаями разбивают на несколько этапов.

На каждом этапе ищется матрица, соответствующая тому или иному из выделенных выше случаев А, Б, В и Г, обладающих хорошо выраженными геометрическими свойствами.

Выпишем соответствующие матрицы третьего порядка.

А. Матрица вращения (rotation):

$$[R] = \begin{pmatrix} \cos\varphi & \sin\varphi & 0 \\ -\sin\varphi & \cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Б. Матрица растяжения (сжатия) (dilatation):

$$[D] = \begin{pmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & \delta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

В. Матрица отражения (reflection):

$$[M] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Г. Матрица переноса (translation):

$$[T] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \lambda & \mu & 1 \end{pmatrix}$$

Эти матрицы трактуются как составляющие общей матрицы, преобразующей исходную матрицу A графического объекта в матрицу A^* преобразованного объекта.

Общая матрица преобразования при известных u , X , α , β и μ получается перемножением матриц простейших преобразований $V = [R][D][M][T]$.

Основные свойства матричных преобразований при переходе к трехмерному (3D) преобразованию сохраняются, однако более сложной становится операция вращения, требующая задания оси вращения. Напомним, что однородное представление трехмерной точки имеет вид: (hx, hy, hz, h) .

Наличие точных математических моделей графических объектов позволяет относительно легко отображать их на экране монитора, а вычисленные матрицы преобразований дают возможность манипуляции этими объектами на экране как в статике, так и в динамике.

Но далеко не всегда удастся получить точное функциональное описание объекта. Чаще всего оказывается возможным вы-

числить только ряд точек графической фигуры. И тогда возникает задача плавного соединения (а не прямыми) этих точек для восстановления на экране изображения воспроизводимой фигуры. Эта задача в компьютерной графике решается с помощью геометрических сплайнов, или сплайн-функций [38].

СПЛАЙН-ФУНКЦИИ

Сам термин "сплайн" происходит от английского spline. Именно так называется гибкая полоска стали, при помощи которой чертежники проводили через заданные точки плавные кривые. В былые времена подобный способ построения плавных обводов различных тел, таких, как, например, корпус корабля, кузов автомобиля, а потом фюзеляж или крыло самолета, был довольно широко распространен в практике машиностроения. В результате форма тела задавалась при помощи набора очень точно изготовленных сечений — плазов. Появление компьютеров позволило перейти от этого, плазово-шаблонного, метода к более эффективному способу задания поверхности обтекаемого тела. В основе этого подхода к описанию поверхностей лежит использование относительно несложных формул сплайн-функций, позволяющих восстанавливать облик изделия с необходимой точностью.

Рассмотрим сплайны, в построении которых используются кубические (для одномерных сплайнов — сплайновых кривых) и бикубические (для двумерных сплайнов — сплайновых поверхностей) многочлены. В компьютерной графике подобные сплайны применяются наиболее часто.

Достаточно типичной является следующая задача: по заданному массиву точек на плоскости (2D) или в пространстве (3D) построить кривую, проходящую либо через все эти точки (задача интерполяции), либо вблизи от этих точек (задача сглаживания).

Совершенно естественно возникают вопросы: в каком классе кривых искать решение поставленной задачи? как искать?

А. Случай одной переменной. Обратимся для определенности к задаче интерполяции и начнем рассмотрение с обсуждения правил выбора класса кривых. Ясно, что допустимый класс кривых должен быть таким, чтобы решение задачи было единственным (это обстоятельство сильно помогает в преодолении многих труд-

ностей поиска). Кроме того, желательно, чтобы построенная кривая изменялась плавно.

Пусть на плоскости задан набор точек (x_i, y_i) , $i = 0, 1, \dots, m$, таких, что $x_0 < x_1 < \dots < x_{m-1} < x_m$ (рис. 4.32).

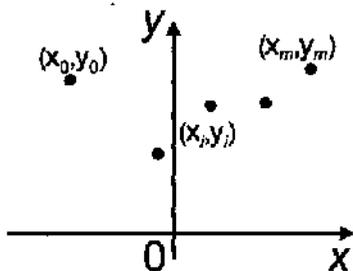


Рис. 4.32. Набор точек на плоскости

Благодаря тому, что точки заданного набора занумерованы в порядке возрастания их абсцисс, можно искать кривую в классе графиков функции, а основные моменты сглаживания этого дискретного набора описывать, ограничившись многочленами.

Как известно из курса математического анализа, существует интерполяционный многочлен Лагранжа:

$$L_m(x) = \sum_{i=0}^m y_i \frac{\omega_m(x)}{(x-x_i)\omega_m(x_i)},$$

где $\omega_m(x) = \prod_{j=0}^m (x-x_j)$,

график которого проходит через все заданные точки (x_i, y_i) , $i = 0, 1, \dots, m$.

Это обстоятельство и простота описания (заметим, что многочлен однозначно определяется набором своих коэффициентов; в данном случае их число совпадает с количеством точек в заданном наборе) являются несомненными достоинствами построенного интерполяционного многочлена (разумеется, есть и другие).

Однако полезно остановиться и на некоторых недостатках предложенного подхода.

1. Степень многочлена Лагранжа на единицу меньше числа заданных точек. Поэтому чем больше точек задано, тем выше степень такого многочлена. И хотя график интерполяционного члена Лаг-

ранжа всегда будет проходить через все точки массива, **его** уклонение (от ожидаемого) может оказаться довольно значительным.

2. Изменение одной точки (ситуация, довольно часто встречающаяся на практике) требует полного пересчета коэффициентов интерполяционного многочлена и к тому же может существенно повлиять на вид задаваемой им кривой.

Приближенную кривую можно построить и совсем просто: если последовательно соединить точки заданного набора прямолинейными отрезками, то в результате получится ломаная (рис. 4.33).

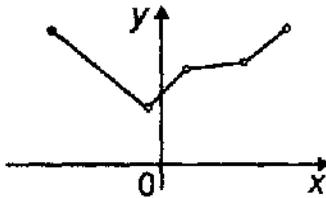


Рис. 4.33. Приближенная ломаная

При такой, кусочно-линейной, интерполяции требуется найти всего $2m$ чисел (каждый прямолинейный отрезок определяется ровно двумя коэффициентами), но, к сожалению, построенная таким образом аппроксимирующая кусочно-линейная функция не обладает нужной гладкостью: уже первая производная этой функции терпит разрывы в узлах интерполяции.

Рассмотрев эти две крайние ситуации, попробуем найти класс функций, которые сохранили бы перечисленные выше достоинства обоих подходов и были бы в известной степени свободны от их недостатков.

Для этого будем использовать многочлены (как и в случае 1) и строить их последовательно, звено за звеном (как и в случае 2). В результате получится так называемый полиномиальный многозвенник. При подобном подходе важно правильно выбрать степени привлекаемых многочленов, а для плавного изменения результирующей кривой необходимо еще тщательно подобрать коэффициенты многочленов (из условия гладкого сопряжения соседних звеньев). То, что получится в результате описанных условий, называют *сплайн-функциями* или просто *сплайнами*.

Для того чтобы понять, какое отношение имеют сплайн-функции к чертежным сплайнам, возьмем гибкую стальную линейку, поставим ее на ребро и, закрепив один из концов в заданной точке, поместим ее между опорами, которые располагаются в плоскости OXY в точках (x_i, y_i) , $i = 0, 1, \dots, m$, где $x_0 < x_1 < \dots < x_{m-1} < x_m$ (рис. 4.34).

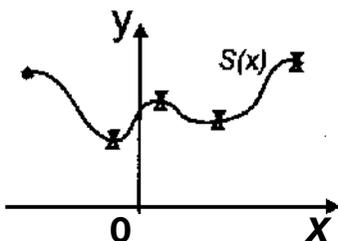


Рис. 4.34. Приближение сплайном

Интересно отметить, что функция $y = S(x)$, описывающая профиль линейки, обладает следующими свойствами:

- с довольно большой точностью часть графика этой функции, заключенную между любыми двумя соседними опорами, можно считать многочленом **третьей** степени;
- на всем промежутке $[x_0, x_m]$ функция $y = S(x)$ дважды непрерывно дифференцируемая.

Построенная функция $S(x)$ относится к так называемым интерполяционным кубическим сплайнам.

Перейдем, однако, к точным формулировкам.

Интерполяционным кубическим сплайном называется функция $S(x)$, обладающая следующими свойствами:

- 1) график функции проходит через каждую точку массива, $S(x_i) = y_i$, $i = 0, 1, \dots, m$;
- 2) на каждом из отрезков $[x_i, x_{i+1}]$, $i = 0, 1, \dots, m-1$, функция является многочленом третьей степени;

- 3) на всем отрезке задания $[x_0, x_m]$ функция $S(x_i)$ имеет непрерывную вторую производную.

На каждом из отрезков $[x_i, x_{i+1}]$ сплайн $S(x)$ определяется четырьмя коэффициентами, поэтому для полного построения на всем отрезке задания необходимо найти $4m$ чисел.

Условие 3 будет выполнено, если потребовать непрерывности сплайнов во всех внутренних узлах $x_i, i = 0, 1, \dots, m-1$ (это дает $m-1$ условий на коэффициенты), а также его первой ($m-1$ условий) и второй (еще $m-1$ условий) производных в этих узлах. Вместе с условием 1 получаем равенство

$$m-1 + m-1 + m-1 + m+1 = 4m-2.$$

Недостающие два условия для полного определения коэффициентов можно получить, задав, например, значения первых производных на концах отрезка $[x_0, x_m]$ (граничные условия):

$$S'(x_0) = l_0, \quad S'(x_m) = l_m.$$

Существуют граничные условия и других типов.

Б. Случай двух переменных. Более сложная задача построения по заданному набору точек в трехмерном пространстве интерполяционной функции двух переменных решается похожим образом. Определим прежде всего интерполяционный бикубический сплайн.

Пусть на плоскости задан набор из $(m+1)(n+1)$ точек (рис. 4.35)

$$(x_i, y_j), \quad i = 0, 1, \dots, m; \quad j = 0, 1, \dots, n,$$

где $x_0 < x_1 < \dots < x_{m-1} < x_m, \quad x_0 < y_1 < \dots < y_{n-1} < y_n.$

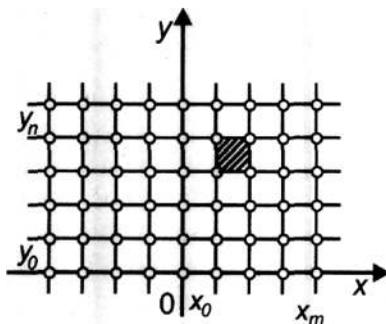


Рис. 4.35. Набор $(m+1)(n+1)$ точек на плоскости

Добавим к каждой паре (x_i, y_j) третью координату $z_{ij}(x_i, y_j, z_{ij})$. Тем самым получаем массив $(x_i, y_j, z_{ij}, i = 0, 1, \dots, m; j = 0, 1, \dots, n)$.

Прежде чем строить поверхность, проходящую через все точки заданного массива, определим функцию, графиком которой будет эта поверхность.

Интерполяционным бикубическим сплайном называется функция двух переменных $S(x, y)$, обладающая следующими свойствами:

1) график функции проходит через каждую точку заданного массива: $S(x_i, y_j) = z_{ij}, i = 0, 1, \dots, m; j = 0, 1, \dots, n$;

2) на каждом частичном прямоугольнике $[x_i, x_{j+1}] \times [y_j, y_{j+1}]$, $i = 0, 1, \dots, m-1; j = 0, 1, \dots, n-1$, функция представляет собой многочлен третьей степени по каждой из переменных:

$$S(x, y) = \sum_{l,k=0}^3 a_{lk}^{ij} (x - x_i)^l (y - y_j)^k;$$

3) на всем прямоугольнике задания $[x_0, x_m] \times [y_0, y_n]$ функция $S(x, y)$ имеет по каждой переменной непрерывную вторую производную.

Для того чтобы построить по заданному массиву $\{(x_i, y_j, z_{ij})\}$ интерполяционный бикубический сплайн, достаточно определить все $16mn$ коэффициентов. Как и в одномерном случае, отыскание коэффициентов сплайн-функции сводится к построению решения системы линейных уравнений, связывающих искомые коэффициенты a_{lk}^{ij} .

Последняя возникает из условий 1 и 3, после добавления к ним недостающих соотношений путем задания значений произвольной искомой функции z в граничных узлах прямоугольника $[x_0, x_m] \times [y_0, y_n]$ (или иных соображений).

Достоинства предложенного способа несомненны: для решения линейных систем, возникающих в ходе построения сплайн-функций, существует много эффективных методов, к тому же эти системы достаточно просты; графики построенных сплайн-функций проходят через все заданные точки, полностью сохраняя первоначально заданную информацию.

Вместе с тем изменение лишь одной точки (случай на практике довольно типичный) при описанном подходе заставляет пересчитывать заново, как правило, все коэффициенты.

Однако во многих задачах исходный набор точек задается приближенно, и, значит, требование неукоснительного прохождения графика искомой функции через каждую точку этого набора оказывается излишним. В этом случае используются методы сглаживания, при которых можно отказаться от требования строго однозначного проектирования искомой кривой на координатную ось, а поверхности — на координатную плоскость.

4.7.2. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ОТОБРАЖЕНИЯ

На физическом уровне отображение производится в основном с помощью компьютерных дисплеев. При необходимости получения твердой копии используются принтеры и плоттеры. Основное использование дисплея в качестве оконечного устройства отображения связано с его высоким быстродействием, значительно превышающим скорость реакции человеческого глаза, что особенно важно в системах реального времени и при отображениях анимации и видеоизображении.

Для получения графического изображения на экране дисплея используются два основных метода: векторный (функциональный) и растровый. *Векторный* метод предполагает вывод графического изображения с помощью электронного луча, последовательно "вычерчивающего" на экране дисплея линии и кривые в соответствии с математической моделью (функцией) этого объекта. "Вычерчивание" — это последовательное засвечивание пикселей экрана. Так как каждый пиксель имеет свою координату (пару чисел), то этот метод преобразует последовательность чисел (вектор) в светящиеся точки. Отсюда название метода. Для того чтобы изображение на экране было неподвижным для глаза человека, луч пробегает по определенным пикселям многократно (не менее 16 раз в секунду). Векторный метод — наиболее быстродействующий и применяется при выводе относительно несложных графических объектов (графики, чертежи, номограммы и т.п.) при научных и инженерных исследованиях. Еще одним очень важным достоинством метода являются минимальные для графических систем требования к ресурсам ЭВМ (памяти и производительности).

Растровый (экранный) метод привнесен в компьютерную графику из телевидения. При использовании этого метода электрон-

ный луч сканирует экран монитора (дисплея) слева направо, после каждого прохода опускаясь на одну строку пикселей, сотни раз в секунду (обычно 625 раз). После прохождения нижней строки луч возвращается к первой строке (обратный ход). Чтобы при обратном ходе на экране не прочерчивалась диагональная линия, луч на это время гасится. Такое сканирование экрана проводится 25 раз в секунду. Полностью просканированный экран называется *кадром*. Если интенсивность электронного луча постоянна, то на экране создается равномерный фон из одинаково светящихся пикселей. При выводе на экран графического объекта в соответствующих его модели точках интенсивность луча изменится, в результате чего "прорисовывается" сам графический объект. В цветных дисплеях можно задавать цвета как фона, так и изображения. Современные графические адаптеры дисплеев позволяют в принципе создавать бесчисленное множество цветов.

Растровый метод дает возможность отображать на экране дисплеев практически любое изображение, как статическое (неподвижное), так и динамическое (движущееся). Другими словами, метод универсален, но, как и все универсальное, требует больших затрат ресурсов ЭВМ. Поэтому если основной функцией вычислительной системы является работа с изображениями (системы автоматизации проектирования, системы создания и обработки изображений, анимация, создание киноэффектов и т.д.), то в этом случае разрабатываются специальные комплексы, называемые графическими станциями, в которых все ресурсы ЭВМ направлены на обработку, хранение и отображение графических данных.

Процедуры отображения реализуются с помощью специальных программ, оперирующих громадными объемами данных и требующих поэтому значительной емкости оперативной памяти ЭВМ и высокой производительности процессора. Не случайно современный графический пользовательский интерфейс операционной системы ПК удовлетворительно работает при емкости оперативной памяти в 256 Мбайт и тактовой частоте процессора не менее 1 ГГц. У графических станций требования к ресурсам ЭВМ существенно выше. Поэтому, помимо дополнительного процессора дисплея, в ЭВМ графических станций используются и нетрадиционные методы обработки данных (конвейеризация и параллелизация) и, следовательно, нетрадиционные архитектуры вычислительных систем.

Информационный процесс обработки данных на физическом уровне представляется аппаратно-программным комплексом, включающим ЭВМ и программное обеспечение, реализующее модели организации вычислительного процесса, преобразования и отображения данных. В зависимости от сложности и функций информационной технологии аппаратно-программный комплекс обработки данных строится на базе или одного персонального компьютера, или специализированной рабочей станции, или на мейнфрейме, или на суперЭВМ, или на многомашинной вычислительной системе.

Вопросы для самопроверки

1. Каково назначение процесса обработки данных?
2. Нарисуйте схему и объясните состав и назначение процедур процесса обработки данных.
3. Поясните работу ЭВМ в основных режимах обработки данных: пакетном, разделения времени, реального времени.
4. Как организуется обслуживание задач в вычислительной системе?
5. Опишите модель обслуживания задач в многомашинной вычислительной системе с очередью.
6. Каковы показатели эффективности вычислительной системы, описанной в п. 5?
7. Как организуется планирование обработки вычислительных задач в вычислительной системе?
8. Поясните модель планирования вычислительного процесса при минимизации суммарного времени обработки.
9. Какие программы операционной системы ЭВМ реализуют процедуры организации вычислительного процесса?
10. В чем состоит суть процедуры преобразования данных и как она реализуется в ЭВМ?
11. Опишите модели преобразования данных.
12. Нарисуйте и объясните примеры графов алгоритмов и вычислительного графа программной системы.
13. В чем состоит принцип параллельной обработки данных?
14. Что такое конвейерная обработка данных?
15. Поясните работу ассоциативной памяти.
16. Объясните принцип управления потоком данных.
17. Как назначаются задачи на решение в алгоритме SPT?

18. Что такое алгоритм RR(Round-Robin)?
19. В чем заключается алгоритм Макнотона?
20. В чем состоит главный недостаток прерывания решения задачи?
21. В чем заключается основное достоинство обработки пакетов независимых задач без прерывания?
22. За счет чего увеличивается производительность мультипроцессорных систем по сравнению с однопроцессорными системами?
23. Как строятся мультипроцессорные системы с общей памятью?
24. Как строятся мультипроцессорные системы с индивидуальной памятью?
25. Какие недостатки имеет структура МПС с общей памятью перед МПС с индивидуальной памятью?
26. В каких случаях используют режим с разделением нагрузки?
27. В каких случаях используют режим с разделением функций?
28. Для чего служит процедура отображения данных и какие операции ее реализуют?
29. Что служит теоретической базой для создания моделей компьютерной графики?
30. Какие вы знаете преобразования на плоскости?
31. Что такое однородные координаты точки и при решении каких задач они применяются?
32. Определите понятие геометрического сплайна и приведите формальное описание сплайн-функций.
33. Опишите два основных метода получения графического изображения на экране монитора.
34. На каких аппаратно-программных средствах реализуется информационный процесс обработки данных?

Глава

5

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ДАННЫХ

Назначение информационного процесса накопления данных состоит в создании, хранении и поддержании в актуальном состоянии информационного фонда, необходимого для выполнения функциональных задач системы управления, для которой построен контур информационной технологии. Кроме того, хранимые данные по запросу пользователя или программы должны быть быстро (особенно для систем реального времени) и в достаточном объеме извлечены из области хранения и переведены в оперативные запоминающие устройства ЭВМ для последующего либо преобразования по заданным алгоритмам, либо отображения, либо передачи.

Указанные функции, выполняемые в процессе накопления данных, реализуются по алгоритмам, разработанным на основе соответствующих математических моделей.

Процесс накопления данных состоит из таких процедур, как выбор хранимых данных, хранение данных, их актуализация и извлечение.

Информационный фонд систем управления должен формироваться на основе принципов необходимой полноты и минимальной избыточности хранимой информации. Эти принципы реализуются процедурой *выбора хранимых данных*, в процессе выполнения которой проводится анализ циркулирующих в системе данных, и на основе их группировки на входные, промежуточные и выходные определяется состав хранимых данных. *Входные данные* — это данные, получаемые из первичной информации и создающие информационный образ предметной области. Они подлежат хранению в первую очередь. *Промежу-*

точные данные — это данные, формирующиеся из других данных при алгоритмических преобразованиях. Как правило, они не хранятся, но накладывают ограничения на емкость оперативной памяти **компьютера**. *Выходные данные* являются результатом обработки первичных (**входных**) данных по соответствующей модели, они входят в состав управляющего информационного потока своего уровня и подлежат хранению в определенном временном интервале. Вообще, данные имеют свой жизненный цикл существования, который фактически и отображается в процедурах процесса накопления.

Процедуры хранения, актуализации и извлечения данных должны периодически сопровождаться оценкой необходимости их хранения, так как данные подвержены старению. Устаревшие данные должны быть удалены.

Процедура *хранения* состоит в том, чтобы сформировать и поддерживать структуру хранения данных в памяти ЭВМ. Современные структуры хранения данных должны быть независимы от программ, использующих эти данные, и реализовывать вышеуказанные принципы (полнота и минимальная избыточность). Такие структуры получили название *баз данных*. Процедуры создания структуры хранения (базы данных), актуализации, извлечения и удаления данных осуществляются с помощью специальных программ, называемых *системами управления базами данных*.

Процедура *актуализации данных* позволяет изменить значения данных, записанных в базе, либо дополнить определенный раздел, группу данных. Устаревшие данные могут быть удалены с помощью соответствующей операции.

Процедура *извлечения данных* необходима для пересылки из базы данных требующихся данных либо для преобразования, либо для отображения, либо для передачи по вычислительной сети.

При выполнении процедур актуализации и извлечения обязательно выполняются операции *поиска* данных по заданным признакам и их *сортировки*, состоящие в изменении порядка расположения данных при их хранении или извлечении.

На логическом уровне все процедуры процесса накопления должны быть формализованы, что отображается в математических и алгоритмических моделях этих процедур.

5.1. ВЫБОР ХРАНИМЫХ ДАННЫХ

Информационный фонд системы управления должен обеспечивать получение выходных наборов данных из входных с помощью алгоритмов обработки и корректировки данных. Это возможно, если создана инфологическая модель предметной области, которая вместе с наборами хранимых данных и алгоритмами их обработки позволяет построить каноническую модель (схему) информационной базы, а затем перейти к логической схеме и далее — к физическому уровню реализации.

Инфологической (концептуальной) моделью предметной области называют описание предметной области без ориентации на используемые в дальнейшем программные и технические средства. Однако для построения информационной базы инфологической модели недостаточно. Необходимо провести анализ информационных потоков в системе в целях установления связи между элементами данных, их группировки в наборы входных, промежуточных и выходных элементов данных, исключения избыточных связей и элементов данных. Получаемая в результате такого анализа безызыбочная структура носит название канонической структуры информационной базы и является одной из форм представления инфологической модели предметной области.

Для анализа информационных потоков в управляемой системе исходными являются данные о парных взаимосвязях, или отношениях (т.е. есть отношение или нет отношения), между наборами информационных элементов. Под информационными элементами понимают различные типы входных, промежуточных и выходных данных, которые составляют наборы входных N_1 , промежуточных N_2 и выходных N_3 элементов данных.

Формализованно связи (парные отношения) между наборами информационных элементов отображаются в виде *матрицы смежности* B , под которой понимают квадратную бинарную матрицу, проиндексированную по обеим осям множеством информационных элементов $D = \{d_1, d_2, \dots, d_s\}$, где s — число этих элементов:

$$B = \begin{array}{c|cccccc} & d_1 & d_2 & \dots & d_j & \dots & d_s \\ d_1 & q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1j} & \dots & q_{1s} \\ & q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2j} & \dots & q_{2s} \\ \hline d_i & q_{i1} & q_{i2} & \dots & q_{ij} & \dots & q_{is} \\ \hline d_s & q_{s1} & q_{s2} & \dots & q_{sj} & \dots & q_{ss} \end{array}$$

$\begin{cases} 1, \text{ если между } d_i \text{ и } d_j \text{ отношение существует;} \\ 0, \text{ в противном случае;} \end{cases}$
 $i = \overline{1, S}; j = \overline{1, S}.$

В позиции (i, j) матрицы смежности записывают 1 (т.е. $q_{ij} = 1$), если между информационными элементами d_i и d_j существует отношение R_0 , такое, что для получения значения информационного элемента d_j необходимо непосредственное обращение к элементу d_i . Наличие такого отношения между d_i и d_j обозначают в виде $d_i R_0 d_j$, чему соответствует $q_{ij} = 1$, а отсутствие — в виде $d_i \bar{R}_0 d_j$, т.е. $q_{ij} = 0$. Для простоты принимают, что каждый информационный элемент недостижим из самого себя:

$$d_i \bar{R}_0 d_i; i = \overline{1, S}.$$

Матрице B ставится в соответствие информационный граф $G - (D, R_0)$. Множеством вершин графа $G - (D, R_0)$ является множество D информационных элементов, а каждая дуга (d_i, d_j) соответствует условию $d_i R_0 d_j$, т.е. записи 1 в позиции (ij) матрицы B .

Например, задано множество D из четырех наборов информационных элементов, т.е. $D = \{d_1, d_2, d_3, d_4\}$. Пусть матрица смежности B этих элементов имеет вид:

$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \end{matrix}.$$

Из этой матрицы видно, что для вычисления элемента d_3 необходимо обращение к элементам d_1 и d_2 , а для получения элемента d_4 — к элементу d_3 . Чтобы получить элемент d_1 , надо обратиться к d_3 . Элемент d_2 не зависит от других элементов матрицы. Информационный граф в этом простейшем случае будет соответствовать рис. 5.1.

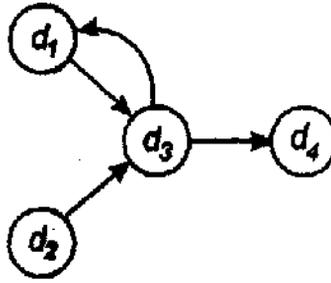


Рис. 5.1. Информационный граф $G = (D, R_0)$

В общем случае структура графа $G = (D, R_0)$ вследствие неупорядоченности сложна для восприятия и анализа. Составленная на основе инфологической модели, она не гарантирована от неточностей, ошибок, избыточности и транзитивности. Для формального выделения входных, промежуточных и выходных наборов информационных элементов, определения последовательности операций их обработки, анализа и уточнения взаимосвязей на основе графа $G = (D, R_0)$ строят матрицу достижимости.

Матрицей достижимости M называют квадратную бинарную матрицу, проиндексированную по обеим осям множеством информационных элементов D аналогично матрице смежности B . Запись 1 в каждой позиции (y) матрицы достижимости соответствует наличию для упорядоченной пары информационных элементов (dj, dj) смыслового отношения достижимости R . Элемент d_j достижим из элемента d_j , т.е. выполняется условие $d_j R_0 d_j$, если на графе $G = (D, R_0)$ существует направленный путь от вершины d_i к вершине d_j (в процессе получения значения элемента d_j используется значение элемента d_j). Если $d_i R_0 d_j$, то отношение достижимости между элементами d_j и d_j отсутствует и в позиции (y) матрицы M записывают 0. Отношение достижимости транзитивно, т.е. если $d_j R_0 d_k$ и $d_k R_0 d_j$, то $d_j R_0 d_j$; $i, j, k = 1, S$.

Записи 1 в j -м столбце матрицы M соответствуют информационным элементам d_i , которые необходимы для получения значений элементов d_j и образуют множество элементов предшествования $A(d_j)$ для этого элемента. Записи 1 в i -й строке матрицы M соответствуют всем элементам d_j , достижимым из рассматриваемого

мого элемента d_j и образующим множество достижимости $R(d_j)$ этого элемента. Информационные элементы, строки которых в матрице M не содержат единиц (нулевые строки), являются *выходными* информационными элементами, а информационные элементы, соответствующие нулевым столбцам матрицы M , являются *входными*. Это условие может служить проверкой правильности заполнения матриц B и M , если наборы входных и выходных информационных элементов известны. Информационные элементы, не имеющие нулевой строки или столбца, являются *промежуточными*.

Для полученного графа (см. рис. 5.1) матрица M будет выглядеть следующим образом:

$$M = \begin{array}{c} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{array} \begin{array}{c|cccc} & d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \\ \hline & 0 & 0 & 1 & 1 \\ & 1 & 0 & 1 & 1 \\ & 1 & 0 & 0 & 1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}.$$

Отличие столбцов матриц M и B объясняется тем, что в матрице M учитывается смысловое отношение R между информационными элементами, а в матрице B — только непосредственно R_0 . Например, элемент d_4 в матрице M достижим из элементов d_1 , d_2 и d_3 , т.е. $d_1 R d_4$, $d_2 R d_4$ и $d_3 R d_4$, в то время как в матрице B для этих элементов d_4 достижим только из d_3 , т.е. только $d_3 R_0 d_4$. Из анализа матрицы M следует, что элемент d_2 является входным, d_4 — выходным, остальные — промежуточные. На основе матрицы M строится информационный граф $G_S(A, R)$ системы, структурированный по входным (N_1), промежуточным (N_2) и выходным (N_3) наборам информационных элементов и полученный из анализа множества элементов предшествования $A(d_j)$ и достижимости $R(d_j)$ (рис. 5.2).

В общем случае информационный граф системы в отличие от вычисленного графа может иметь контуры и петли, что объясняется необходимостью повторного обращения к отдельным элементам данных.

Информационный граф системы $G_S(D, R)$ структурируется по уровням (N_1, N_2, N_3) с использованием итерационной процедуры, что позволяет определить информационные входы и выходы системы, выделить основные этапы обработки данных, их последова-

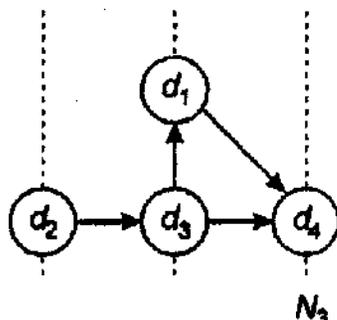


Рис. 5.2. Информационный граф $G_S(D, R)$

тельность и циклы обработки на каждом уровне. Кроме того, удаляются избыточные (лишние) дуги и элементы. Граф, получаемый после структуризации по наборам информационных элементов и удаления избыточных элементов и связей, определяет каноническую структуру информационной базы. Таким образом, каноническая структура задает логически неизбыточную информационную базу. Выделение наборов элементов данных по уровням позволяет объединить множество значений конечных элементов в логические записи и тем самым упорядочить их в памяти ЭВМ.

От канонической структуры переходят к логической структуре информационной базы, а затем к физической организации информационных массивов. Каноническая структура служит также основой для автоматизации основных процессов предпроектного анализа предметных областей систем управления.

Процедуры хранения, актуализации и извлечения данных непосредственно связаны с базами данных, поэтому логический уровень этих процедур определяется моделями баз данных.

5.2. БАЗЫ ДАННЫХ

База данных (БД) определяется как совокупность взаимосвязанных данных, характеризующихся возможностью использования для большого количества приложений, возможностью быстрого получения и модификации необходимой информации, минимальной избыточностью информации, независимостью от прикладных программ, общим управляемым способом поиска [10].

Возможность применения баз данных для многих прикладных программ пользователя упрощает реализацию комплексных запросов, снижает избыточность хранимых данных и повышает эффективность использования информационной технологии. Минимальная избыточность и возможность быстрой модификации позволяют поддерживать данные на одинаковом уровне актуальности. Основное свойство баз данных — независимость данных и использующих их программ. Независимость данных подразумевает, что изменение данных не приводит к изменению прикладных программ и наоборот.

Модели баз данных базируются на современном подходе к обработке информации, состоящем в том, что структуры данных обладают относительной устойчивостью. Действительно, типы объектов предприятия, для управления которым создается информационная технология, если и изменяются во времени, то достаточно редко, а это приводит к тому, что структура данных для этих объектов достаточно стабильна. В результате возможно построение информационной базы с постоянной структурой и изменяемыми значениями данных. Каноническая структура информационной базы, отображающая в структурированном виде информационную модель предметной области, позволяет сформировать логические записи, их элементы и взаимосвязи между ними. Взаимосвязи могут быть типизированы по следующим основным видам:

- "один к одному", когда одна запись может быть связана только с одной записью;
- "один ко многим", когда одна запись взаимосвязана со многими другими;
- "многие ко многим", когда одна и та же запись может входить в отношения со многими другими записями в различных вариантах.

Применение того или иного вида взаимосвязей определило три основные модели баз данных: иерархическую, сетевую и реляционную.

Для пояснения логической структуры основных моделей баз данных рассмотрим такую простую задачу: необходимо разработать логическую структуру БД для хранения данных о трех поставщиках: Π_1 , Π_2 и Π_3 , которые могут поставлять товары T_1 , T_2 и T_3 в следующих комбинациях: поставщик Π_1 — все три вида товаров, поставщик Π_2 — товары T_1 и T_3 , поставщик Π_3 — товары T_2 и T_3 . Сначала построим логическую модель БД, основанную на иерархическом подходе.

Иерархическая модель представляется в виде древовидного графа, в котором объекты выделяются по уровням соподчиненности (иерархии) объектов (рис. 5.3).

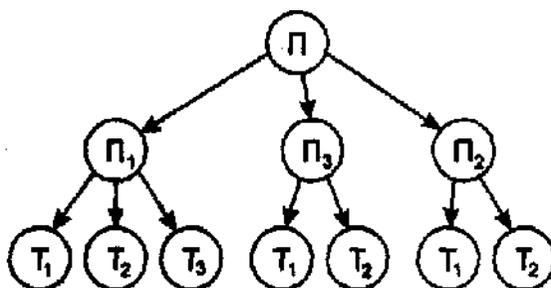


Рис. 5.3. Иерархическая модель БД

На верхнем, первом уровне находится информация об объекте "поставщики" (П), на втором — о конкретных поставщиках Π_1 , Π_2 и Π_3 , на нижнем, третьем, уровне — о товарах, которые могут поставлять конкретные поставщики. В иерархической модели должно соблюдаться правило: каждый порожденный узел не может иметь больше одного порождающего узла (только одна входящая стрелка); в структуре может быть только один **непорожденный** узел (без входящей стрелки) — корень. Узлы, не имеющие входных стрелок, носят название листьев. Узел интегрируется как запись. Для поиска необходимой записи нужно двигаться от корня к листьям, т.е. сверху вниз, что значительно упрощает доступ.

Достоинство иерархической модели данных состоит в том, что она позволяет описать их структуру как на логическом, так и на физическом уровне. Недостатками данной модели являются жесткая фиксированность взаимосвязей между элементами данных, вследствие чего любые изменения связей требуют изменения структуры, а также жесткая зависимость физической и логической организации данных. Быстрота доступа в иерархической модели достигнута за счет потери информационной гибкости (за один проход по дереву невозможно получить информацию о том, какие поставщики поставляют, например, товар T_1). Указанные недостатки ограничивают применение иерархической структуры.

В иерархической модели используется вид связи между элементами данных "один ко многим". Если применяется взаимосвязь вида "многие ко многим", то приходят к сетевой модели данных.

Сетевая модель базы данных для поставленной задачи представлена в виде диаграммы связей (рис. 5.4). На диаграмме указаны независимые (основные) типы данных Π_1 , Π_2 и Π_3 , т.е. информация о поставщиках, и зависимые — информация о товарах T_1 , T_2 и T_3 . В сетевой модели допустимы любые виды связей между записями и отсутствует ограничение на число обратных связей. Но должно соблюдаться одно правило: связь включает основную и зависимую записи.

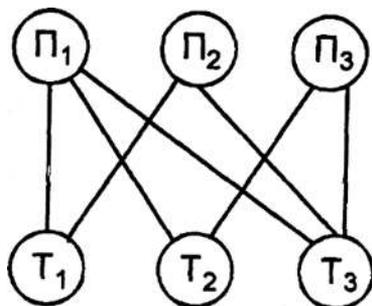


Рис. 5.4. Сетевая модель БД

Достоинство сетевой модели БД — большая информационная гибкость по сравнению с иерархической моделью. Однако сохраняется общий для обеих моделей недостаток — достаточно жесткая структура, что препятствует развитию информационной базы системы управления. При необходимости частой реорганизации информационной базы (например, при использовании настраиваемых базовых информационных технологий) применяют наиболее совершенную модель БД — реляционную, в которой отсутствуют различия между объектами и взаимосвязями.

В реляционной модели базы данных взаимосвязи между элементами данных представляются в виде двумерных таблиц, называемых *отношениями*. Отношения обладают следующими свойствами: каждый элемент таблицы представляет собой один элемент данных (повторяющиеся группы отсутствуют); элементы столб-

ца имеют одинаковую природу, и столбцам однозначно присвоены имена; в таблице нет двух одинаковых строк; строки и столбцы могут просматриваться в любом порядке вне зависимости от их информационного содержания.

Преимуществами реляционной модели БД являются простота логической модели (таблицы привычны для представления информации); гибкость системы защиты (для каждого отношения может быть задана правомерность доступа); независимость данных; возможность построения простого языка манипулирования данными с помощью математически строгой теории реляционной алгебры (алгебры отношений). Собственно, наличие строгого математического аппарата для реляционной модели баз данных и обусловило ее наибольшее распространение и перспективность в современных информационных технологиях.

Для приведенной выше задачи о поставщиках и товарах логическая структура реляционной БД будет содержать три таблицы (отношения): R_1 , R_2 , R_3 , состоящие соответственно из записей о поставщиках, о товарах и о поставках товаров поставщиками (рис. 5.5).

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| R_1 (поставщики) | R_2 (товары) | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₁</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₂</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₃</td></tr> </table> | П ₁ | П ₂ | П ₃ | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₁</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₂</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₃</td></tr> </table> | Т ₁ | Т ₂ | Т ₃ | | | | | | | | |
| П ₁ | | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₂ | | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₃ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т ₁ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т ₂ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т ₃ | | | | | | | | | | | | | | | |
| R_3 (поставка товаров) | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₁</td><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₁</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₁</td><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₂</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₁</td><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₃</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₂</td><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₁</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₂</td><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₃</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₃</td><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₂</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">П₃</td><td style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">Т₃</td></tr> </table> | | П ₁ | Т ₁ | П ₁ | Т ₂ | П ₁ | Т ₃ | П ₂ | Т ₁ | П ₂ | Т ₃ | П ₃ | Т ₂ | П ₃ | Т ₃ |
| П ₁ | Т ₁ | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₁ | Т ₂ | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₁ | Т ₃ | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₂ | Т ₁ | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₂ | Т ₃ | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₃ | Т ₂ | | | | | | | | | | | | | | |
| П ₃ | Т ₃ | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 5.5. Реляционная модель БД

Учитывая широкое применение реляционных моделей баз данных в информационных технологиях (особенно экономических), дадим более подробное описание этой структуры.

5.2.1. РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БАЗ ДАННЫХ

Реляционная база данных — это такая база данных, которая воспринимается ее пользователем как совокупность таблиц [8]. Если детализировать записи приведенного на рис. 5.5 примера, то получим структуру БД, изображенную на рис. 5.6. Эта база данных состоит из трех таблиц: $R\setminus$, R_2 , R_3 .

Таблица $R\setminus$ представляет поставщиков. Каждый поставщик имеет номер, уникальный для этого поставщика, фамилию (естественно, неуникальную), значение рейтинга и местонахождение (город).

Таблица R_2 , описывает виды товаров. Каждый товар имеет уникальный номер, название, вес и цвет.

В таблице R_3 отражена поставка товаров. Она служит для того, чтобы связать между собой две другие таблицы. Например, первая строка этой таблицы связывает определенного поставщика из таблицы $R\setminus$ (поставщика P_1) с определенным товаром из таблицы R_2 (с товаром T_1). Иными словами, она представляет поставку товаров вида T_1 поставщиком по фамилии P_1 и объем поставки, равный 300 шт. Таким образом, для каждой поставки имеются номер поставщика, номер товара и количество товара.

Из приведенных на рис. 5.6 таблиц следует:

- все значения данных являются *атомарными*, т.е. в каждой таблице на пересечении строки и столбца всегда имеется в точности одно значение данных и никогда не бывает множества значений;
- полное информационное содержание базы данных представляется в виде *явных значений данных*. Такой метод представления — единственный, имеющийся в распоряжении реляционной базы данных. В частности, не существует связей и указателей, соединяющих одну таблицу с другой. Для этой цели служат тоже таблицы. Так, таблица R_3 отражает связь таблиц $R\setminus$ и R_2 .

Как указывалось ранее, математическим термином для обозначения таблицы **является отношение** (relation), и реляционные системы берут свое начало в математической теории отношений. Основы реляционной модели данных впервые были сформулированы и опубликованы в 1970 г. доктором Э.Ф. Коддом. **Предло-**

R₁ (поставщики)

| Номер поставщика | Фамилия | Рейтинг | Город |
|------------------|---------|---------|-----------|
| П ₁ | Иванов | 20 | Москва |
| П ₂ | Петров | 10 | Курск |
| П ₃ | Сидоров | 30 | Краснодар |

R₂ (товары)

| Номер товара | Название | Масса | Цвет |
|----------------|----------|-------|---------|
| Т ₁ | Гайка | 12 | Красный |
| Т ₂ | Болт | 17 | Зеленый |
| Т ₃ | Шайба | 5 | Голубой |

R₃ (поставка товаров)

| Номер поставщика | Номер детали | Количество |
|------------------|----------------|------------|
| П ₁ | Т ₁ | 300 |
| П ₁ | Т ₂ | 200 |
| П ₁ | Т ₃ | 400 |
| П ₂ | Т ₁ | 300 |
| П ₂ | Т ₃ | 400 |
| П ₃ | Т ₂ | 200 |
| П ₃ | Т ₃ | 300 |

Рис. 5.6. Реляционная БД поставщиков и товаров

женные им идеи оказали большое влияние на технологию баз данных во всех ее аспектах, а также на другие области информационных технологий, например на искусственный интеллект и обработку текстов на естественных языках.

При работе с реляционными моделями используется как математическая терминология, так и терминология, исторически принятая в сфере обработки данных. Для того чтобы не возникало разночтений, ниже приведены основные формальные реляционные термины и соответствующие им неформальные эквиваленты:

| <i>Формальный реляционный термин</i> | <i>Неформальный эквивалент</i> |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Отношение | Таблица |
| Кортеж | Запись, строка |
| Атрибут | Поле, столбец |

Реляционная модель БД имеет дело с тремя аспектами данных: со структурой данных, с целостностью данных и с манипулированием данными. Под *структурой* понимается логическая организация данных в БД, под *целостностью* данных — безошибочность и точность информации, хранящейся в БД, под *манипулированием данными* — действия, совершаемые над данными в БД. Эти три аспекта отражают и основные процедуры процесса накопления данных (хранение, актуализацию и извлечение).

РЕЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА ДАННЫХ

Наименьшей единицей данных в реляционной модели является отдельное значение данных. Такие значения рассматриваются как атомарные, т.е. неразложимые, когда речь идет о данной модели. Множество подобных значений одного и того же типа называют *доменом*. Например, домен номеров поставщиков — это множество допустимых номеров поставщиков, домен объемов поставки — множество целых, больших нуля и меньших, например 10 000. Таким образом, домены представляют собой *нули значений*, из которых берутся фактические значения, появляющиеся в атрибутах (столбцах). Смысл доменов заключается в следующем. Если значения двух атрибутов берутся из одного домена, то имеют смысл их сравнение, а следовательно, и соединение, и объединение, и т.д. Если же значения атрибутов берутся из разных доменов, то всякие их сравнения лишены смысла. Отметим, что домены по своей природе являются в большей степени понятиями концептуальными и могут и храниться, и не храниться в базе данных как фактическое множество значений. Но они должны специфицироваться как часть определения базы данных, а определение каждого атрибута должно включать ссылку на соответствующий домен во избежание каких-либо двусмысленностей.

Теперь определим главный элемент реляционной структуры — отношение.

Отношение на доменах D_1, D_2, \dots, D_n состоит из *заголовка* и *тела*. Заголовок содержит такое фиксированное множество *атрибутов* A_1, A_2, \dots, A_n **что** существует взаимно однозначное соответствие между этими атрибутами A_i и определяющими их доменами D_i ($i = 1, n$). Тело — это меняющееся во времени множество

кортежей, где каждый кортеж, в свою очередь, состоит из множества пар атрибутов-значений $(A_i : V_i)$, $(i = 1, n)$, по одной такой паре для каждого атрибута A_i в заголовке. Для любой заданной пары **атрибут-значение** $(A_i : V_i)$ V_i является значением из единственного домена D_i , с которым связан атрибут A_i . Таким образом, все отношения (см. рис. 5.6) соответствуют приведенному определению отношения.

Строго говоря, когда мы изображаем отношение в виде таблицы, мы просто используем удобный способ представления отношения на бумаге. Таблица и отношение в действительности не одно и то же. Дело в том, что при изображении таблицы мы явно или неявно упорядочиваем расположение столбцов (атрибутов) и строк (кортежей), хотя отношение — это математическое множество, а множество в математике не обладает каким-либо упорядочением.

Значение n — число атрибутов в отношении — называется *степенью отношения*. Отношение степени один называется унарным, степени два — **бинарным**, степени три — тернарным, степени n — **n -арным**. В приведенной на рис. 5.6 базе данных степень отношений R_1 и R_2 равна четырем, а отношения R_3 — пяти. Число кортежей в отношении называется *кардинальным числом* этого отношения. Кардинальные числа отношений R_1 , R_2 и R_3 равны соответственно 3, 3 и 7. Кардинальное число отношения изменяется во времени (кортеж может быть добавлен или удален) в отличие от его степени.

ЦЕЛОСТНОСТЬ РЕЛЯЦИОННЫХ ДАННЫХ

Важным следствием определений, сделанных выше, является то, что каждое отношение имеет *первичный ключ*, идентифицирующий это отношение. Поскольку отношение — это множество, а множества, по определению, не содержат совпадающих элементов, никакие два кортежа отношения не могут в произвольный заданный момент времени быть дубликатами друг друга. Пусть R — отношение с атрибутами A_1, A_2, \dots, A_n . Говорят, что множество атрибутов $K = (A_i, A_j, \dots, A_k)$ отношения R является возможным **ключом** R тогда и только тогда, когда удовлетворяются два независимых от времени условия: уникальность и минимальность.

Первое условие указывает на то, что в произвольный заданный момент времени никакие два различных кортежа отношения R не имеют одного и того же значения (A_i, A_j, \dots, A_k) .

Второе условие свидетельствует о том, что ни один из атрибутов (A_i, A_j, \dots, A_k) не может быть исключен из множества K без нарушения условий уникальности.

Каждое отношение обладает по крайней мере одним возможным ключом, поскольку комбинация всех его атрибутов удовлетворяет условиям уникальности. Один произвольно выбранный возможный ключ для данного отношения принимается за его первичный ключ, а остальные возможные ключи называются *альтернативными*.

Помимо первичных и альтернативных ключей, идентифицирующих данное отношение, есть еще внешний ключ. В общем случае *внешний ключ* — это атрибут или комбинация атрибутов одного отношения R , значение которого обязательно должно совпадать со значением первичного ключа некоторого другого отношения R' , причем внешний и первичный ключи должны быть определены на одних и тех же доменах. Внешние ключи в неявном виде связывают отношения. Примером внешнего ключа является атрибут "Номер поставщика" в отношении R_1 (см. рис. 5.6), поскольку этот атрибут может быть первичным ключом отношения R_1 .

Целостность реляционной модели данных определяется двумя общими правилами.

1. Целостность по сущностям. Не допускается, чтобы какой-либо атрибут, участвующий в первичном ключе базового отношения, принимал неопределенные значения. *Базовым отношением* называют независимое именованное отношение (для БД поставщиков и товаров — это отношения R_1 и R_2). Мотивировка этого правила определяется тем, что базовые отношения соответствуют сущностям в реальном мире, а следовательно, отличимы друг от друга, т.е. имеют уникальную идентификацию. В реальной же модели функцию уникальной идентификации выполняют первичные ключи, и, таким образом, ситуация, **когда** первичный ключ принимает неопределенное **значение**, является противоречивой и говорит о том, что некоторая **сущность** не обладает индивидуальностью, а значит, не существует. Отсюда и название — целостность по сущностям.

2. Целостность по ссылкам. Если базовое отношение R включает некоторый внешний ключ FK , соответствующий некоторо-

му первичному ключу PK какого-либо базового отношения R' , то каждое значение FK в R'' должно быть либо равным значению PK в некотором кортеже R' , либо полностью неопределенным. Неопределенность внешнего ключа может возникнуть в ситуации, когда, например, имеется вакансия на должность в некоторый отдел. Для такой должности атрибут "Фамилия служащего", являющийся внешним ключом, имеет неопределенное значение в кортеже, представляющем эту штатную должность отдела.

МАНИПУЛИРОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННЫМИ ДАННЫМИ

Виды действий (манипуляций) над данными в реляционной модели представляют собой множество операций, получивших в совокупности *название реляционной алгебры*.

Каждая операция реляционной алгебры использует одно или два отношения в качестве операндов и создает в результате некоторое новое отношение. Э.Ф. Коддом были определены восемь таких операций, объединенных в две группы по четыре операции в каждой.

Первая группа — *традиционные теоретико-множественные операции* (рис. 5.7).

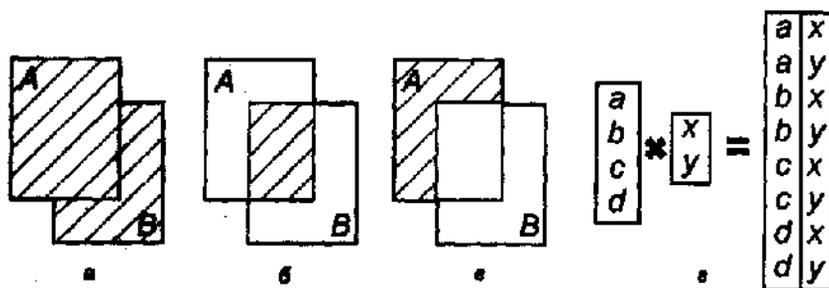


Рис. 5.7. Диаграммы традиционных теоретико-множественных операций:
 а — объединение; б - пересечение; в — разность;
 г — декартово произведение

В каждой из этих операций используются два операнда (отношения). Для всех операций, кроме декартова произведения, эти два операнда должны быть совместимы по объединению, т.е. они должны быть одной степени и их i -е атрибуты ($i = 1, n$) должны быть связаны с одним и тем же доменом.

Операция "объединение". Объединением двух отношений A и B называется множество всех кортежей t , принадлежащих либо отношению A , либо B , либо им обоим. Символически эта операция показана на рис. 5.7, а. Математически операция объединения записывается так:

$$A \cup B = \{t: t \in A \text{ или } t \in B\},$$

где \cup — символ объединения;

\in — знак принадлежности определенному отношению (множеству).

Операция "пересечение". Пересечением двух отношений A и B называется множество всех кортежей t , каждый из которых принадлежит как A , так и B (рис. 5.7, б):

$$A \cap B = \{t: t \in A \text{ и } t \in B\},$$

где \cap — символ пересечения.

Операция "разность". Разностью между двумя отношениями A и B называется множество всех кортежей t , каждый из которых принадлежит A и не принадлежит B (рис. 5.7, в):

$$A \setminus B = \{t: t \in A, t \notin B\},$$

где \setminus — символ разности;

\notin — символ отсутствия принадлежности отношению (множеству).

Операция "декартово произведение". Декартовым произведением двух отношений A и B называется множество всех кортежей t , таких, что t является конкатенацией (соединение в цепочки) некоторого кортежа a , принадлежащего A , и какого-либо кортежа b , принадлежащего B (рис. 5.7, г):

$$A \times B = \{ax, ay, bx, by, cx, cy, dx, dy\}.$$

Вторая группа — *специальные реляционные операции* (рис. 5.8).

Операция "селекция". Пусть θ представляет собой любой достижимый оператор сравнения скаляров, например $=, \neq, >, >, <$ и т.д. θ -селекцией отношения A по атрибутам x и y называется

ся множество всех кортежей t из A , таких, что истин предикат $t.x \text{ theta } t.y$. Атрибуты x и y должны быть определены на одном и том же домене, и для этого домена оператор theta должен иметь смысл. Вместо атрибута y может быть задана константа (например, выбрать из платежной ведомости записи о сотрудниках, имеющих зарплату 500 руб.). Таким образом, оператор theta -селекции позволит получать "горизонтальные" подмножества заданного отношения, т.е. подмножества таких кортежей заданного отношения, для которых выполняется поставленное условие (см. рис. 5.8, *а*).

Операция "проекция". Она позволяет получить "вертикальное" подмножество заданного отношения, т.е. такое подмножество, которое получается выбором специфицированных (определенных) атрибутов с последующим исключением, если это необходимо, избыточных дубликатов кортежей, состоящих из значений выбранных атрибутов (см. рис. 5.8, *б*).

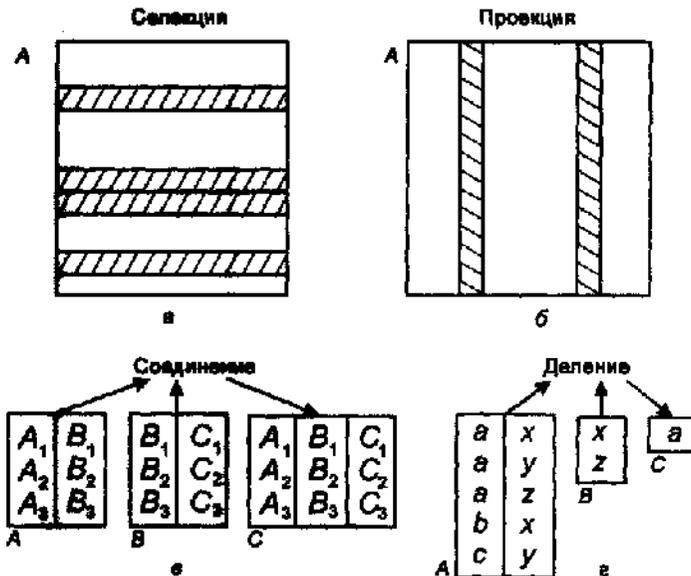


Рис. 5.8. Диаграммы специальных реляционных операций:
а — селекция; *б* — проекция; *в* — соединение; *г* — деление

Операция "соединение" (рис. 5.8, в). Пусть $theta$ имеет тот же смысл, что и в операции селекции. Тогда **$theta$ -соединением** отношения A по атрибуту x с отношением B по атрибуту y называется множество всех кортежей \mathbf{t} , таких, что \mathbf{t} является конкатенацией какого-либо кортежа a , принадлежащего A , и какого-либо кортежа b , принадлежащего B , и предикат $a.x \theta b.y$ принимает значение "истина". При этом атрибуты $A.x$ и $B.y$ должны быть определены на одном и том же домене, а оператор $theta$ должен иметь смысл для этого домена. Если оператор — $theta$ -равенство, **то** соединение называется **эквисоединением** (лат. aequus — равный). Из этого определения следует, что результат эквисоединения должен включать два идентичных атрибута. Если один из этих атрибутов исключается, что соединение можно осуществить с помощью проекции, результат называется *естественным соединением*. Под неуточненным термином "соединение" понимают естественное соединение.

Операция "соединение" похожа на декартово произведение. Отличие состоит в том, что декартово произведение предполагает сцепление **каждого** кортежа из отношения A с каждым кортежем из B , а в операции "соединение" кортеж из отношения A сцепляется только с теми кортежами из B , для которых выполнено условие $a.x = b.y$.

Операция "деление". В простейшей форме операция деления делит отношение степени два (делимое) на отношение степени один (делитель) и создает (продуцирует) результирующее отношение степени один (частное). Пусть делимое A имеет атрибуты x и y , а делитель B — атрибут y (см. рис. 5.8, г). Атрибуты $A.y$ и $B.y$ должны быть определены на одном домене. Результатом деления A на B является отношение C с единственным атрибутом x , таким, что каждое значение x этого атрибута $C.x$ появляется как значение $A.x$, а пара значений (x,y) входит в A для всех значений y , входящих в B . Другими словами, кортеж включается в результирующее отношение C только в том случае, если его декартово произведение с отношением B содержит отношение A .

Из восьми рассмотренных нами реляционных операций пять являются базовыми. Это селекция, проекция, декартово произведение, объединение и разность. Остальные три операции могут быть определены через базовые. Например, естественное соединение может быть выражено как проекция селекции декартова произведения.

Назначение реляционной операции присваивания состоит в том, чтобы сохранить значение какого-либо алгебраического выражения.

Операции реляционной модели данных дают возможность произвольно манипулировать отношениями, позволяя обновлять БД, а также выбирать подмножества хранимых данных и представлять их в нужном виде. Таким образом, особенностями, определившими преимущества реляционной модели, являются:

- множество объектов реляционной модели БД однородно — структура БД определяется только в терминах отношений;
- основная единица обработки в операциях реляционной модели не запись (как в сетевых и иерархических моделях), а множество записей — отношение.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОПИСАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕЛЯЦИОННЫХ БД

Функционирование материальных систем может быть описано в форме сообщений. Сообщение о событиях, происходящих в материальной системе, представляет собой информационное отображение материальных процессов.

Сообщение может быть выражено на естественном языке, однако часто применяют форматированные сообщения, когда в них приводятся названия опорных свойств (параметров) происходящего события и их значения.

Форматированные сообщения — наиболее массовый вид сообщений, хранимых и обрабатываемых в **ЭИС**.

Набор сообщений, истинных для соответствующей материальной системы, непротиворечивых по отношению друг к другу и к концептуальной схеме, является базой данных.

Сообщения в БД обычно представляются в форматированном виде и хранятся в виде единиц информации. *Единицей информации* называется набор символов, которому придается определенный **смысл**.

Минимально необходимы две единицы информации — атрибут и составная единица информации (СЕИ).

Атрибутом называется информационное отображение отдельного свойства некоторого объекта, процесса или явления. Лю-

бое сообщение, как правило, записывается в форматированном виде как указание свойств (параметров) предметов, о которых мы говорим. Поэтому информационное отображение любого явления представляет собой набор соответствующим образом подобранных атрибутов.

Составная единица информации — это набор, состоящий из атрибутов и, возможно, других СЕИ. Простейшими СЕИ являются таблицы. СЕИ позволяет создавать произвольные комбинации из атрибутов.

Разработка баз данных, как известно, начинается с построения ее концептуальной схемы (модели).

Концептуальная схема (от слова *concept* — понятие) представляет собой описание структуры всех единиц информации, хранящихся в БД. Под структурой понимается вхождение одних единиц информации в состав других единиц информации. Следует отметить, что БД в целом также является **с. единицей** информации. Если рассматривать единицы информации как информационные объекты, то можно говорить об их свойствах. В то же время единицы информации — это нефизические объекты, так как они не занимают место в пространстве.

Простейшими характеристиками СЕИ являются имя, структура и значение. *Имя СЕИ* — это ее условное обозначение в процессах обработки информации. *Структура СЕИ* показывает взаимосвязь входящих в нее единиц информации.

Существует сравнительно много способов описания структуры СЕИ. Для описания, не зависящего от конкретных языков программирования и СУБД, достаточно указывать после имени СЕИ список имен входящих в нее атрибутов и СЕИ. Этот список указывается в круглых скобках, а имена внутри скобок перечислять через запятую. Имя СЕИ может сопровождаться размерностью, т.е. указанием на количество одинаковых по структуре значений этой СЕИ. Размерность, если она не равна 1, указывается в скобках после имени СЕИ.

Значением СЕИ называются набор значений непосредственно входящих в нее атрибутов и набор собраний непосредственно входящих в нее СЕИ. Одно значение СЕИ при хранении ее в памяти ЭВМ часто называется *записью*. Все языки программирования содержат средства описания структуры СЕИ. Над СЕИ производятся нижеследующие операции.

Присвоение единице информации нового имени называется переименованием, объявление синонима — это установление второго, третьего и т.д. равноценного имени для единицы информации.

Над значением атрибута производится всего одна операция — *перекодирование*, т.е. существующий код заменяется на новый для всех значений.

Выборка — операция выделения подмножества значений СЕИ, которые удовлетворяют заранее поставленным условиям выборки.

Корректировка означает выполнение одной из операций:

- добавление нового значения СЕИ;
- исключение существующего значения СЕИ;
- замена некоторого значения СЕИ на новое значение.

Декомпозиция — операция преобразования исходной СЕИ в несколько СЕИ с различными структурами. В результате декомпозиции одновременно производится преобразование множества значений.

Композиция — операция преобразования нескольких СЕИ с различными структурами в одну СЕИ. Декомпозиция и композиция являются взаимнообратными операциями.

Нормализация — это операция перехода от СЕИ с произвольной структурой к СЕИ с двухуровневой структурой. Одновременно происходит перекомпоновка значений СЕИ.

Свертка — операция преобразования СЕИ с двухуровневой структурой в СЕИ с произвольной многоуровневой структурой.

При анализе экономических документов ставится задача разделения документа на элементарные осмысленные фрагменты, называемые показателями. Это позволяет установить смысловые взаимосвязи между различными **документами**, обеспечить одинаковое понимание всеми пользователями применяемых единиц информации и их единое обозначение, использовать полученные результаты для определения структуры базы данных.

Показатель представляет собой полное описание количественного параметра, **характеризующего** некоторый объект или процесс. Соответствующее описание произвольного свойства (необязательно количественного) называется атомарным фактом.

Чтобы точнее характеризовать атрибуты, образующие показатель, необходимо отметить существенные различия свойств, которые отображаются атрибутами. Материальные процессы, как известно, имеют качественную и количественную характери-

стики. Соответственно и атрибуты должны разделяться на два класса, которые называются "атрибуты-признаки" и "атрибуты-основания". *Атрибут-признак* представляет собой информационное отображение качественного свойства некоторого объекта, предмета, процесса, а *атрибут-основание* является отображением их количественного свойства. В состав показателя должны входить один атрибут-основание и несколько атрибутов-признаков, однозначно характеризующих условия существования основания.

Как единица информации, показатель является разновидностью СЕИ. Схематично структура показателя Π представляется выражением

$$\Pi (P_1, P_2, \dots, P_k, Q),$$

где P_1, P_2, \dots, P_k — атрибуты-признаки;
 Q — атрибут-основание.

Если представить себе показатель с двумя, например, атрибутами-основаниями, то его можно разделить на две части, в каждой из которых будут один атрибут-основание и характеризующие его признаки. Полученные части содержат меньше атрибутов и поэтому соответствуют определению показателя.

Таким образом, в показателях отображаются количественные свойства объектов и процессов. Вместе с тем существуют документы, не содержащие атрибутов-оснований, например анкеты кадрового учета, сведения о структуре подразделений предприятия и т. д. Следовательно, не вся экономическая информация может быть представлена в форме показателей.

Минимальный набор атрибутов показателя должен содержать:

- атрибуты, отображающие идентификаторы объектов;
- атрибуты, отображающие признак времени;
- атрибут, отображающий некоторое количественное свойство объекта или взаимодействия.

При установлении признаков и оснований в конкретных документах необходимо учитывать следующие закономерности:

- 1) если значение атрибута является исходным данным или результатом арифметической операции — это основание;
- 2) если значение текстовое — это признак;

- 3) если атрибут обозначает предмет — это признак;
- 4) если атрибут в некотором показателе является признаком (основанием), он будет играть эту роль и в других показателях;
- 5) если показатели описывают сходные процессы, их признанные части совпадают;
- 6) если основание показателя вычисляется по значениям других оснований, то набор признаков такого показателя есть объединение признаков, связанных с этими основаниями.

Критерием качества создания базы данных может служить минимальная избыточность хранимой информации. Обычно минимальная избыточность выражается принципом: *каждое сообщение хранится в БД один раз*. Соблюдение этого принципа дает ряд преимуществ:

- сокращается объем памяти ЭВМ, требуемой для хранения базы данных;
- сокращается трудоемкость ввода данных в ЭВМ и упрощается контроль за достоверностью вводимой информации;
- упрощаются алгоритмы корректировки данных, так как корректировка сообщения может быть проведена за одно обращение к базе данных.

Использование аппарата экономических показателей позволяет создать структуру БД с минимальной избыточностью, если сначала расчленим все сведения, циркулирующие в ЭИС, на показатели, а потом объединить атрибуты родственных показателей по принципу: *в один файл включается группа экономических показателей с одинаковым составом атрибутов-признаков*.

Одна из причин выделения показателей в особую разновидность единиц информации заключается в том, что показатель является минимальной группой атрибутов, сохраняющей информативность (осмысленность) и поэтому достаточной для образования самостоятельного документа.

Для показателей, описывающих экономические процессы (взаимодействие объектов), можно классифицировать их составные части:

- формальную характеристику, указывающую на алгоритм получения атрибута-основания в показателе;
- перечень объектов, участвующих в процессе;
- название процесса;
- единицу измерения атрибута-основания;
- определение момента времени или периода времени;
- название функции управления;

- название **экономической** системы, в **которой** происходит описываемый процесс.

Указание всех названных частей необходимо для точного обозначения показателя. Атрибуты-признаки показателя должны отображать в обязательном порядке лишь перечень объектов, участвующих в процессе, и период (момент) времени. Очень часто в показатель включается признак, отмечающий единицу измерения, а остальные характеристики показателя обычно указываются в его названии, а не в хранимых значениях.

Показатель удобно применять как обобщающую единицу измерения объема данных.

Существует аналогия между экономическими показателями и переменными с индексами, которые рассматриваются, например, в линейной алгебре. Так, показатель П (Код материала, Цена) соответствует величине $C(i)$, где C — цена материала с i -м Кодом материала. Переменная C соответствует атрибуту-основанию Цена, индекс i — атрибуту-признаку Код материала. В общем случае переменная всегда отображает атрибут-основание, а индексы этой переменной — значения соответствующих атрибутов-признаков показателя.

Естественное отличие состоит в том, что индекс i переменной C обычно изменяется от 1 до некоторого фиксированного значения, а номенклатурные номера материалов (и вообще любые значения атрибутов-признаков) могут кодироваться не только порядковыми кодами, но и другими способами.

Закономерности, установленные в математике для арифметических операций над переменными с индексами, естественно, трансформируются в правила арифметических действий над показателями.

5.2.2. ОБЪЕКТНАЯ МОДЕЛЬ БАЗ ДАННЫХ

В последние годы все большее признание и развитие получают объектные базы данных (**ОБД**), толчок к появлению которых дали объектно-ориентированное программирование и использование компьютера для обработки и представления практически всех форм информации, воспринимаемых человеком.

Объектно-ориентированное программирование (ООП) в отличие от структурного делает акцент не на программные структуры (циклы, условия и т.д.), а на объекты. *Объектом* называют

почти все, что представляет интерес для решения **поставленной** задачи на компьютере. Это могут быть экранное окно, кнопка в окне, поле для ввода данных, пользователь программы, сама программа и т.д. Тогда любые действия можно привязать к такому объекту, а также описать, что произойдет с объектом при выполнении определенных действий (например, при "нажатии" кнопки). Многократно используемый объект можно сохранить и применять его в различных программах.

Таким образом, при объектно-ориентированном программировании создают необходимые объекты и описывают действия с ними и их реакцию на действия пользователя. Если создан и определен достаточно большой набор объектов, то написание программы будет состоять в том, чтобы включить в нее и связать с ней те или иные объекты, обеспечивающие выполнение необходимых пользователю функций.

Объект — достаточно крупный блок функционально взаимосвязанных данных, при извлечении которого из ОВД включаются процедуры преобразования и отображения данных по программам, входящим в состав объекта. Типы и структуры данных, из которых состоит объект, могут быть различными у разных объектов и создаваться самим программистом на основе стандартных типов данных используемого языка программирования. Создаваемые и описываемые программистом типы данных получили название *абстрактных типов данных*.

Таким образом, *объектом* называется программно-связанный набор методов (функций) и свойств, выполняющих одну функциональную задачу. Например, кнопка управления на экране — это объект, с которым происходят события, который обладает свойствами, описывающими его внешний вид и назначение, и набором методов для управления его поведением на экране.

Свойство — это характеристика, с помощью которой описываются внешний вид и работа объекта.

Событие — это действие, которое связано с объектом. Событие может быть вызвано пользователем (щелчок мышью), инициировано прикладной программой или операционной системой.

Метод — это функция или процедура, управляющая работой объекта при его реакции на событие.

Объекты могут быть как визуальными, т.е. их можно увидеть на экране дисплея (окно, пиктограмма, текст и т.д.), так и невизу-

альными (например, программа решения какой-либо функциональной задачи).

Если набор объектов имеет описание (концептуальная модель), указаны свойства и логические связи между объектами (логическая модель) и известно их местонахождение в памяти ЭВМ (физическая модель), то это позволяет извлекать объекты и применять их в соответствии с назначением многими пользователями. Следовательно, организуется объектная база данных.

Создание объектов — весьма трудоемкая программистская работа. Поэтому для облегчения труда прикладных программистов системными программистами созданы программы и развиваются системы программирования, поддерживающие ООП. В этих системах упорядочены и унифицированы многие процедуры создания объектов, разработаны шаблоны (классы) для описания методов и свойств объектов и т.д.

В настоящее время многие известные фирмы, занимающиеся разработкой программных продуктов, предлагают системы ООП. Например, широко известны такие продукты фирмы Microsoft, как Visual Basic, Visual FoxPro, Access, SQL Server. Такие системы не только упрощают создание объектов, но и позволяют организовать ОБД, и предоставляют средства работы с ней. Помимо поддержки ООП и ОБД перечисленные системы дают возможность создавать реляционную БД и манипулировать ею, что, впрочем, является их основным **назначением**.

Объектные модели данных еще не имеют строгой теоретической основы (как, например, реляционные), что затрудняет их создание и использование. Однако развитие средств мультимедиа, вычислительных сетей и передачи по ним аудио- и видеообъектов заставляет интенсифицировать поиски в направлениях как создания теории, как и практической реализации надежных систем объектных баз данных.

5.3. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ УРОВЕНЬ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ДАННЫХ

Логический (модельный) уровень процесса накопления данных связан с физическим через программы, осуществляющие создание канонической структуры БД, схемы ее хранения и работу с данными (**рис. 5.9**).

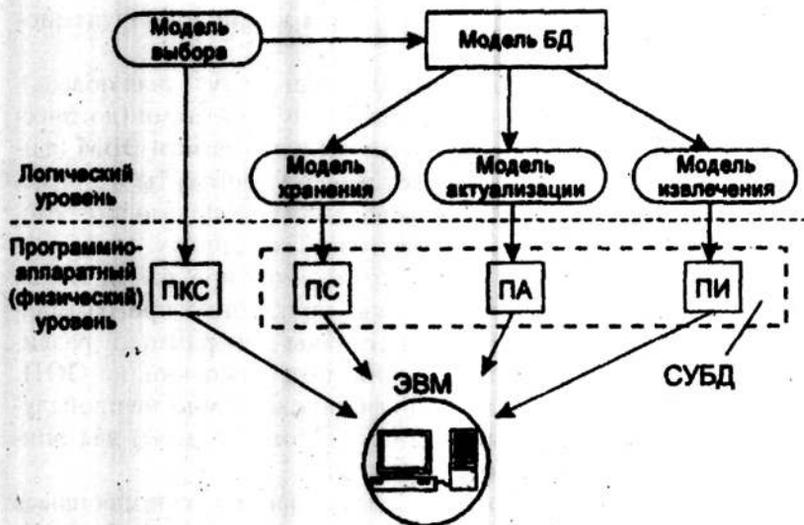


Рис. 5.9. Состав моделей и программ процесса накопления

Каноническая структура БД создается с помощью модели выбора хранимых данных. Формализованное описание БД производится с помощью трех моделей: модели хранения данных (структура БД), модели актуализации данных и модели извлечения данных. На основе этих моделей разрабатываются соответствующие программы: создания канонической структуры БД (ПКС), создания структуры хранения БД (ПС), актуализации (ПА) и извлечения данных (ПИ) [10], [32].

Таким образом, переход к физической модели базы данных, реализуемой и используемой на компьютере, производится с помощью системы программ, позволяющих создавать в памяти ЭВМ (на магнитных и оптических дисках) базу хранимых данных и работать с этими данными, т.е. извлекать, изменять, дополнять, уничтожать их — *системы управления базами данных (СУБД)*. На рис. 5.9 программы, входящие в СУБД, заключены в пунктирный прямоугольник.

Современная СУБД содержит в своем составе программные средства создания баз данных, средства работы с данными и дополнительные, сервисные средства (рис. 5.10) [48]. С помощью средств создания БД проектировщик, используя язык описания

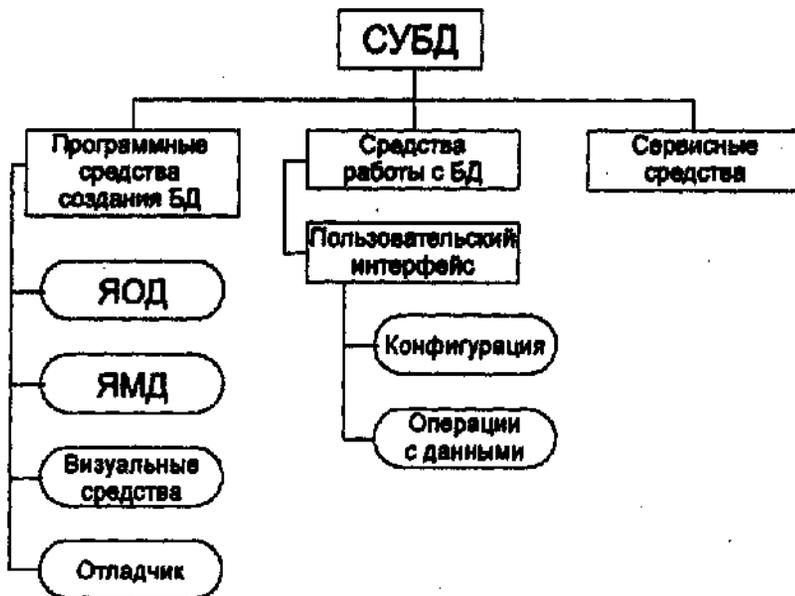


Рис. 5.10. Состав системы управления базой данных

данных (ЯОД), переводит логическую модель БД в физическую структуру, а применяя язык манипуляции данными (ЯМД), разрабатывает программы, реализующие основные операции с данными (в реляционных БД — это реляционные операции). При проектировании привлекаются визуальные средства, т.е. объекты, и программа-отладчик, с помощью которой соединяются и тестируются отдельные блоки разработанной программы управления конкретной БД.

Средства работы с данными предназначены для пользователя БД. Они позволяют установить удобный (как правило, графический многооконный) интерфейс с пользователем, **создать** необходимую функциональную конфигурацию экранного представления выводимой и вводимой информации (цвет, размер и количество окон, пиктограммы пользователя и т.д.), производить операции с данными БД, манипулируя текстовыми и графическими экранными объектами.

Дополнительные (сервисные) средства позволяют при проектировании и использовании БД привлечь к работе с БД другие системы. Например, воспользоваться текстом из системы редак-

тирования Word или таблицей из табличной системы Excel или обратиться к сетевому серверу.

СУБД принципиально различаются по моделям БД, с которыми они работают. Если модель БД реляционная, то нужно использовать *реляционную СУБД*, если сетевая — *сетевую СУБД* и т.д.

В технологическом информационном процессе накопления данных наибольший вес имеют базы данных как независимые от прикладных программ хранилища данных. Однако это не единственный способ накопления данных. Напомним, что любой вид представления информации, будь то числа, текст, программа, изображение, графический объект или звук, в ЭВМ превращается в двоичные коды — данные. Одной из форм хранения данных на дисках компьютеров является *файловая форма*. Она по-прежнему широко распространена и поддерживается всеми современными операционными системами. *Файл* — это теоретически неограниченный, статистический набор данных, физически расположенный на магнитном или оптическом диске, имеющий уникальное имя и метки начала и конца. Файлы не связаны между собой функционально, но для облегчения их поиска и проведения необходимых операций, таких, как запись, копирование, переименование, удаление и т.п., они имеют иерархическую логическую организацию, создаваемую операционной системой компьютера. Современные операционные системы предоставляют пользователю разнообразный набор графических экранных средств манипуляции файлами.

Данные, полученные в процессе накопления данных, используются в информационной технологии для процессов обработки и обмена.

Вопросы для самопроверки

1. Каково назначение процесса накопления?
2. Перечислите состав и определите назначение процедур процесса накопления.
3. Нарисуйте и объясните структурную схему жизненного цикла существования данных.
4. Что такое инфологическая модель предметной области?
5. Дайте формализованное описание модели выбора хранимых данных.
6. Нарисуйте информационный граф и объясните его назначение.

7. Чем отличаются матрицы достижимости и смежности?
8. В чем состоит отличие входных, промежуточных и выходных наборов данных? Какие из них подлежат хранению?
9. Что такое каноническая структура информационной базы?
- 10.** Определите понятие *база данных*.
- 11.** Расскажите об основных моделях баз данных.
- 12.** В каком виде воспринимается пользователем реляционная база данных?
- 13.** Приведите примеры структуры реляционной БД.
14. Что такое *отношение, атрибут, кортеж; степень отношения, кардинальное число*?
- 15.** Определите понятие *ключа*. Каковы требования к ключам отношений?
- 16.** Каковы правила целостности реляционной БД?
- 17.** Перечислите и объясните традиционные теоретико-множественные операции.
- 18.** Перечислите и объясните специальные реляционные операции.
- 19.** Объясните суть объектно-ориентированного программирования и объектной модели базы данных.
20. Нарисуйте схему состава и взаимосвязей моделей и программ процесса накопления данных.
- 21.** Объясните назначение средств реализации системы управления базами данных.
22. Расскажите о файловой системе хранения данных.

Глава

6

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ОБМЕНА ДАННЫМИ

Обмен данными происходит в любой вычислительной системе. Например, в персональном компьютере **через** системную (магистральную) шину* производится обмен данными, их адресами и командами между оперативной памятью и процессором. К этой же шине через контроллеры (согласующие устройства) подключены внешние устройства (дисплей, клавиатура, накопители на гибких и жестких магнитных и оптических дисках, манипуляторы и т.д.), которые обмениваются данными с оперативной памятью.

Обмен данными между устройствами ЭВМ обусловлен ограничениями функций, выполняемых этими устройствами, и должен быть запрограммирован. Выполняемая программа хранится в оперативной памяти компьютера и через системную шину передает в процессор команды на выполнение определенных операций. Процессор на их основе формирует свои команды управления, которые по системной шине поступают на соответствующие устройства. Для выполнения операций обработки данных процессор передает в оперативную память адреса необходимых данных и получает их. Результаты обработки направляются в оперативную память. Данные из оперативной памяти могут быть переданы на хранение во внешние запоминающие устройства, для отображения на дисплее или принтере, для передачи в вычислительную сеть. Напомним, что **программа, адреса,** команды, собственные данные в компьютере имеют одну и ту же двоичную

* Шина — это жгут **проводов**, число которых зависит от разрядности ЭВМ.

форму представления и обрабатываются, хранятся и передаются с помощью одних и тех же устройств.

Таким образом, в компьютере все три основных информационных процесса (обработка, накопление и обмен) тесно связаны на основе общности среды передачи (системная шина) и устройств обработки и накопления. Процессами обмена данными в компьютере управляет операционная система совместно с прикладными программами (приложениями).

В компьютерах любого класса (ПК, серверы, мини-компьютеры, мейнфреймы) информационные процессы предельно локализованы и их физическое протекание ограничено размером конструкции ЭВМ. Поэтому процесс обмена, являющийся в ЭВМ связующим между процессами обработки и накопления, реализуется относительно просто через системную шину небольшой протяженности, соединяющую процессор и оперативную память непосредственно. Внешние устройства подключаются к ней через контроллеры, выполняющие функции согласования форматов данных и электрических уровней сигналов. На физическом уровне предоставления информационных технологий компьютер может быть специализирован для выполнения отдельных технологических информационных процессов. Так, в настоящее время созданы специальные компьютеры, называемые *хранилищами данных*, главное назначение которых накапливать громадные объемы данных. Многопроцессорные архитектуры, реализующие параллельную и конвейерную обработку данных, предназначены для максимизации производительности процесса *обработки*. Технологическая же **природа** процесса обмена данными в современных информационных технологиях такова, что не может быть реализована на одном специализированном компьютере. Выделению процесса обмена как базового в информационной технологии способствует бурное развитие вычислительных сетей, как локальных, так и распределенных, включая глобальную сеть Интернет.

Системы, состоящие из двух и более компьютеров, разнесенных в пространстве и объединенных линиями связи, называются распределенными вычислительными системами или *сетями ЭВМ*. Именно в таких системах процесс обмена данными реализуется в наиболее полном виде и составляет основу функционирования *открытых систем*. Под открытыми системами в современном мире понимается концепция объединения с помощью процессов обмена

на данными информационного ресурса мирового сообщества. В более узком смысле — это информационно-вычислительные сети, к которым может подключиться через компьютер любой человек Земли, любая организация, корпорация, фирма и т.д. и воспользоваться информационными ресурсами этой системы или предложить ей свой информационный ресурс. Наиболее ярким представителем такой системы является мировая вычислительная сеть Интернет. Ее еще называют *сеть сетей*, так как она объединяет многие открытые системы (сети) на всех континентах нашей планеты.

6.1. ПОНЯТИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Распределенные вычислительные системы (вычислительные сети) создаются в целях объединения информационных ресурсов нескольких компьютеров (под словом "несколько" понимается от двух до нескольких миллионов компьютеров). Ресурсы компьютера — это прежде всего память, в которой хранится информация, и производительность процессора (процессоров), определяющая скорость обработки данных. Поэтому в распределенных системах общая память и производительность системы как бы распределены между входящими в нее ЭВМ. Совместное использование общих ресурсов сети породило такие понятия и методы, как *распределенные базы и банки данных, распределенная обработка данных*. В концептуальном плане вычислительные сети, как и отдельные компьютеры, являются средством реализации информационных технологий и их процессов.

Вычислительные сети принято подразделять на два класса: локальные вычислительные сети (ЛВС) и глобальные вычислительные сети (ГВС).

Подлокальной вычислительной сетью понимают распределенную вычислительную систему, в которой передача данных между компьютерами не требует специальных устройств, так как при этом достаточно соединения компьютеров с помощью электрических кабелей и разъемов. Электрический сигнал, как известно, ослабевает (его мощность уменьшается) при передаче по кабелю, и тем сильнее, чем протяженнее кабель, поэтому длина проводов, соединяющих компьютеры, ограничена. В связи с этим ЛВС объединяют компьютеры, локализованные на весьма ограниченном

пространстве. Длина кабеля, по которому передаются данные между компьютерами, не должна превышать в лучшем случае 1 км. Указанные ограничения обусловили расположение компьютеров ЛВС в одном здании или в рядом стоящих зданиях. Обычно службы управления предприятий так и расположены, что и определило широкое использование в них для реализации процессов обмена локальных вычислительных сетей.

Глобальные сети объединяют ресурсы компьютеров, расположенных на значительном удалении, таком, что простым кабельным соединением не обойтись и приходится добавлять в междокомпьютерные соединения специальные устройства, позволяющие передавать данные без их искажения и по назначению. Эти устройства коммутируют (соединяют, переключают) между собой компьютеры сети и в зависимости от ее конфигурации могут быть как пассивными коммутаторами, соединяющими кабели, так и достаточно мощными ЭВМ, выполняющими логические функции выбора наименьших маршрутов передачи данных. В глобальных вычислительных сетях, помимо кабельных линий, применяют и другие среды передачи данных. Большие расстояния, через которые передаются данные в глобальных сетях, требуют особого внимания к процедуре передачи цифровой информации с тем, чтобы посланные в сети данные дошли до компьютера-получателя в полном и неискаженном виде. В глобальных сетях компьютеры отдалены друг от друга на расстояние не менее 1 км. В этих сетях объединяются ресурсные возможности компьютеров в рамках района (округа) города или сельской местности, региона, страны и т.д.

Отдельные локальные и глобальные вычислительные сети могут объединяться, и тогда возникает сложная сеть, которую называют *распределенной сетью*.

Таким образом, в общем виде вычислительные сети представляют собой систему компьютеров, объединенных линиями связи и специальными устройствами, позволяющими передавать без искажения и переключать между компьютерами потоки данных. Линии связи вместе с устройствами передачи и приема данных называют *каналами связи*, а устройства, производящие переключение потоков данных в сети, можно определить одним общим названием — *узлы коммутации*.

6.2. БАЗОВЫЕ ТОПОЛОГИИ ЛОКАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Термин *топология сетей* характеризует физическое расположение компьютеров, узлов коммутации и каналов связи в сети.

Проблема синтеза структуры (топологии) сети является одной из важнейших, но до конца не решенной, в связи с чем при решении задач определения числа и взаимосвязи компонентов сети используются приближенные, эмпирические методы.

Все сети строятся на основе трех базовых топологий [40]: "звезда" (star), "кольцо" (ring), "шина" (bus).

Звезда. Топология *звезда* характерна тем, что в ней все узлы соединены с одним центральным узлом (рис. 6.1).

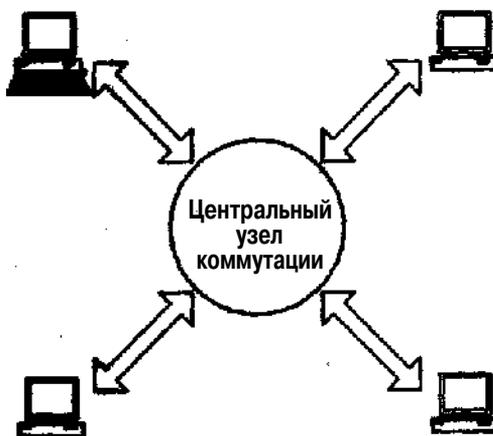


Рис. 6.1. Звездообразная топология сети

Достоинства подобной структуры заключаются в экономичности и удобстве с точки зрения организации управления взаимодействием компьютеров (абонентов). Звездообразную сеть легко расширить, поскольку для добавления нового компьютера нужен только один новый канал связи. Существенным недостатком звездообразной топологии является низкая надежность: при отказе центрального узла выходит из строя вся сеть.

Кольцо. В топологии *кольцо* компьютеры подключаются к повторителям (репитерам) сигналов, связанных в однонаправленное кольцо (рис. 6.2).

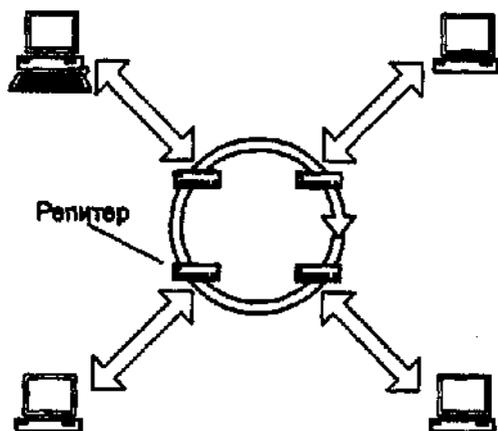


Рис. 6.2. Кольцевая топология сети

По методу доступа к каналу связи (среде передачи данных) различают два основных типа кольцевых сетей: маркерное и тактированное кольца.

В *маркерных* кольцевых сетях по кольцу передается специальный управляющий маркер (метка), разрешающий передачу сообщений из компьютера, который им "владеет".

Если компьютер получил маркер и у него есть сообщение для передачи, то он "захватывает" маркер и передает сообщение в кольцо. Данные проходят через все повторители, пока не окажутся на том повторителе, к которому подключен компьютер с адресом, указанным в данных. Получив подтверждение, передающий компьютер создает новый маркер и возвращает его в сеть. При отсутствии у компьютера сообщения для передачи он пропускает движущийся по кольцу маркер.

В *тактированном* кольце по сети непрерывно вращается замкнутая последовательность тактов — специально закодированных интервалов фиксированной длины. В каждом такте имеется бит — указатель занятости. Свободные такты могут заполняться передаваемыми сообщениями по мере необходимости либо за каждым узлом могут закрепляться определенные такты.

Достоинствами кольцевых сетей являются равенство компьютеров по доступу к сети и высокая расширяемость. **К недостаткам** можно отнести выход из строя всей сети при выходе из строя одного повторителя и остановку работы сети при изменении ее конфигурации.

Шина. В топологии *шина*, широко применяемой в локальных сетях, все компьютеры подключены к единому **каналу** связи с помощью трансиверов (приемопередатчиков) (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Шинная топология сети

Канал оканчивается с двух сторон пассивными терминаторами, поглощающими передаваемые сигналы. Данные от передающего компьютера передаются всем компьютерам сети, однако воспринимаются только тем компьютером, адрес которого указан в передаваемом сообщении. Причем в каждый момент только один компьютер может вести передачу. "Шина" — пассивная топология. Это означает, что компьютеры только "слушают" передаваемые по сети данные, но не перемещают их от отправителя к получателю. Поэтому если один компьютер выйдет из строя, это не скажется на работе **остальных**, что является достоинством шинной топологии. В активных топологиях компьютеры регенерируют сигналы и передают их по сети (как повторители компьютеров в кольцевой топологии). Другими достоинствами этой технологии являются высокая расширяемость и экономичность в организации каналов связи. К недостаткам шинной организации сети относится уменьшение пропускной способности сети при значительных объемах трафика (трафик — объем данных).

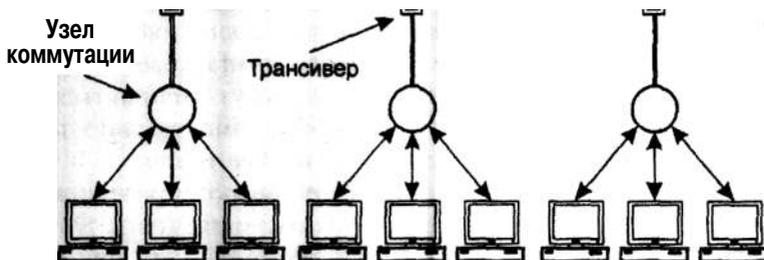


Рис. 6.4. Топология звезда — шина

В настоящее время часто используются топологии, комбинирующие базовые: "звезда — шина", "звезда — кольцо".

Топология *звезда — шина* чаще всего выглядит как объединение с помощью магистральной шины нескольких звездообразных сетей (рис. 6.4).

При топологии *звезда — кольцо* несколько звездообразных сетей соединяется своими центральными узлами коммутации в кольцо (рис. 6.5).

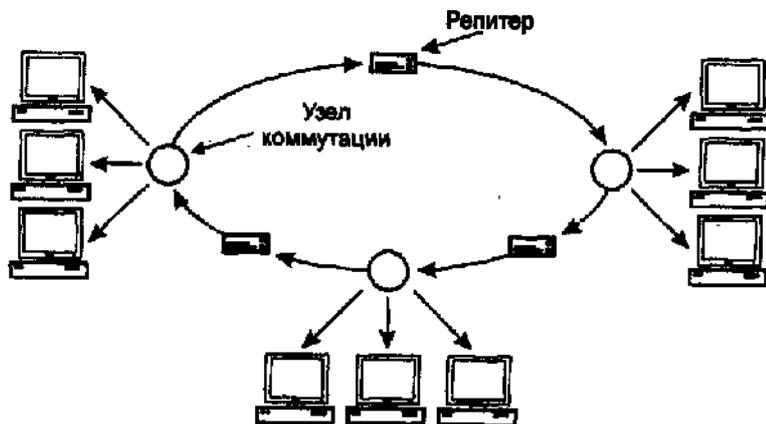


Рис. 6.5. Топология звезда — кольцо

6.3. ТОПОЛОГИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Расширение локальных сетей как базовых, так и комбинированных топологий из-за удлинения линий связи приводит к необходимости их расчленения и создания *распределенных сетей*, в которых компонентами служат не отдельные компьютеры, а отдельные локальные сети, иногда называемые сегментами [31]. Узлами коммутации таких сетей являются активные *концентраторы* (К) и *мосты* (Мст) — устройства, коммутирующие линии связи (в том числе разного типа) и одновременно усиливающие проходящие через них сигналы. Мосты, кроме того, еще и управляют потоками данных между сегментами сети.

При соединении компьютеров или сетей (локальных или распределенных), удаленных на большие расстояния, используются

каналы связи и устройства коммутации, называемые *маршрутизаторами* (М) и *шлюзами* (Ш). Маршрутизаторы взаимодействуют друг с другом и соединяются между собой каналами связи, образуя распределенный магистральный канал связи. Для согласования параметров данных (форматов, уровней сигналов, протоколов и т.п.), передаваемых по магистральному каналу связи, между **маршрутизаторами** и терминальными абонентами включаются устройства сопряжения (УС). *Терминальными абонентами* называют отдельные компьютеры, локальные или распределенные сети, подключенные через маршрутизаторы к магистральному каналу. При подключении к магистральному каналу вычислительных сетей (например, мейнфреймов), которые невозможно согласовать с помощью стандартных устройств сопряжения, используются стандартные средства, называемые *шлюзами*. Таким образом возникает глобальная вычислительная сеть, типовая топология которой приведена на рис. 6.6.

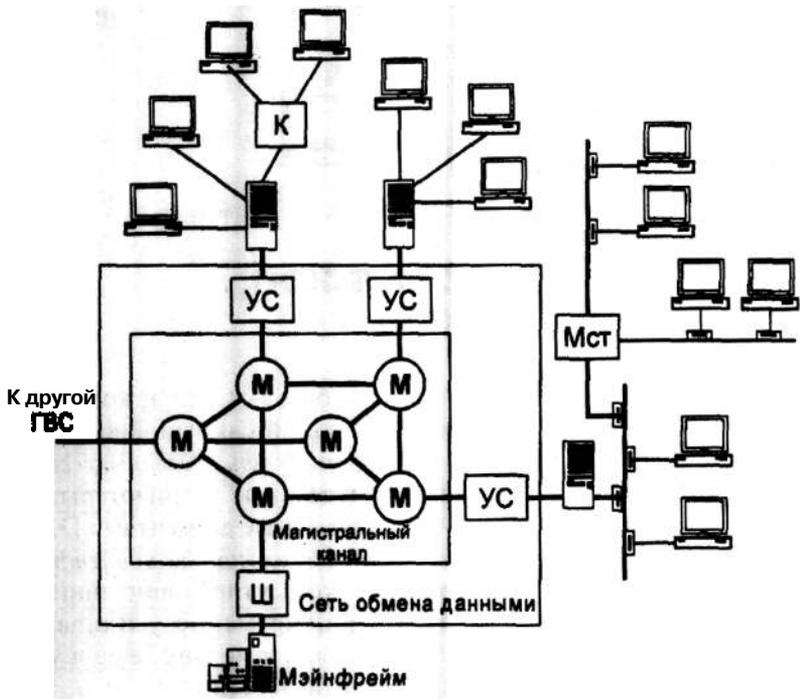


Рис. 6.6. Типовая топология глобальной информационно-вычислительной сети

Глобальные сети могут, в свою очередь, объединяться между собой через маршрутизаторы магистральных каналов, что в конечном итоге приводит к созданию мировой (действительно глобальной) информационно-вычислительной сети.

6.4. БАЗОВАЯ ЭТАЛОННАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Координация разработок сетей осуществляется на основе базовой эталонной модели **OSI** (Open System Interconnection), являющейся *стандартом 7498* Международной организации стандартов (ISO — International Organization for Standardization). Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем — **ВОС** (рис. 6.7) является гибкой в том смысле, что допускает эволюцию сетей в зависимости от развития теории и новых технических достижений, а также обеспечивает постепенность перехода от существующих реализаций к новым стандартам.

Основным понятием модели является *система* — автономная совокупность вычислительных средств, осуществляющих обра-

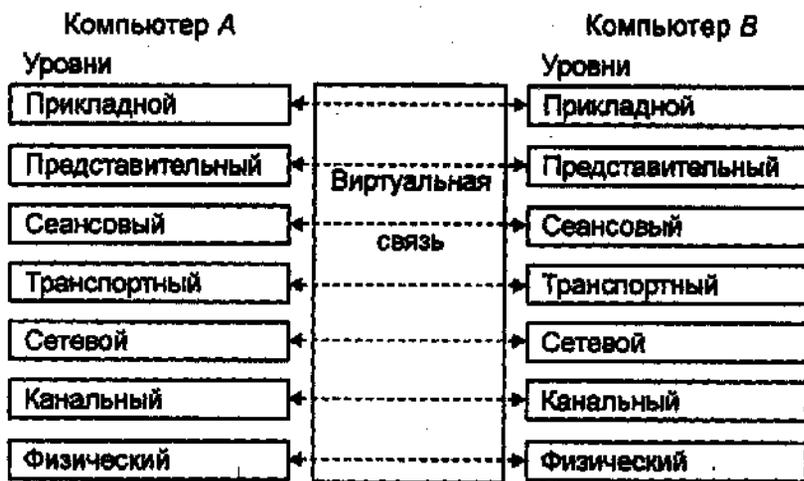


Рис. 6.7. Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем

ботку данных прикладных процессов пользователей. *Прикладной процесс* — важнейший компонент системы, обеспечивающий обработку информации. Роль прикладного процесса в системе выполняет человек-оператор, программа или группа программ. Основная задача сети состоит в обеспечении взаимодействия прикладных процессов, расположенных в различных системах. При этом система считается открытой, если она выполняет стандартное множество функций взаимодействия, принятое в сети.

Область взаимодействия открытых систем определяется последовательно-параллельными группами функций, или модулями взаимодействия, реализуемыми программными или аппаратными средствами. Модули, образующие область взаимодействия прикладных процессов и физических средств соединения, делятся на семь иерархических уровней. Каждый из них выполняет определенную функциональную задачу (табл. 6.1).

Три верхних уровня (прикладной, представительный и сеансовый) вместе с прикладными процессами образуют область обработки данных, реализующих информационные процессы, выполняемые в системах. Процессы этой области используют сервис по транспортировке данных четвертого уровня, который осуществляет процедуры передачи информации от системы-отправителя к системе-адресату.

Три нижних уровня (сетевой, каналный и физический) образуют область передачи данных между множеством взаимодействующих систем, реализуют коммуникационные процессы по транспортировке данных.

Протоколы операционной системы сети реализуют интерфейс между операционными системами разнотипных ЭВМ. Основным в этом случае является *принцип виртуальности*, определяющий общность процессов через виртуальный терминал, виртуальный файл, виртуальное задание и т.д. Существенным для прикладных процессов здесь является включение в систему обмена каналов связи, увеличивающих время реакции, а также реализация взаимодействия процессов удаленных ЭВМ с управляемыми системами сети. Совокупность программно- и аппаратно-реализованных протоколов информационного обмена и процедур, осуществляющих интерфейс управляющих сигналов и данных, должна образовывать в логическом смысле единую операционную систему сети вне зависимости от способа и места ее реализации.

Таблица 6.1

| Уровень | Наименование | Основная задача | Выполняемые функции (по Э.А. Якубайтису) [39] |
|---------|------------------|--|--|
| 1 | Физический | Сопряжение физического канала | Установление, поддержка и разъединение физического канала |
| 2 | Канальный | Управление передачей по информационному каналу | Управление передачей кадров, контроль данных, обеспечение прозрачности и проверка состояния информационного канала. Обрамление массивов служебными символами, управление каналом |
| 3 | Сетевой | Маршрутизация пакетов | Управление коммуникационными ресурсами, маршрутизация пакетов, обрамление служебными символами управления сетью |
| 4 | Транспортный | Управление логическими каналами | Управление информационными потоками, организация логических каналов между процессами, обрамление служебными символами запроса и ответа |
| 5 | Сеансовый | Обеспечение сеансов связи | Организация поддержки и окончания сеансов связи, интерфейс с транспортным уровнем |
| 6 | Представительный | Параметрическое отображение данных | Генерация и интерпретация команд взаимодействия процессов. Представление данных программе пользователей |
| 7 | Прикладной | Выполнение процессов | Вычислительные, информационно-поисковые и справочные работы. Логическое преобразование информации пользователей |

Функции, выполняемые протоколами уровней в различных системах, принято объединять в группы, именуемые *службами*. *Транспортная служба* обеспечивает выполнение задач, связанных с передачей информации через (сквозь) коммуникационную подсеть. Она охватывает транспортный, сетевой, канальный и физический уровни. Над ней находится *абонентская служба*. Эта служба располагается на прикладном, представительном и сеансовом

уровнях и предназначена для обеспечения соединения прикладных процессов с транспортной службой.

Соответственно семи уровням области взаимодействия открытых систем вводится иерархия семи групп протоколов. Протоколы именуется так же, как и уровни (см. рис. 6.7). В соответствии с точками приложения иерархия протоколов делится на три специфические группы.

Первую группу определяет нижняя пара протоколов — физический (стандартный физический интерфейс X.21) и канальный (стандарт **HDLC** — High level Data Link Control — высший уровень управления каналом данных).

Вторая группа протоколов определяется парой сетевого и транспортного уровней, которые реализуют сквозное взаимодействие абонентских сетей. Здесь сетевые уровни и сетевой процесс коммуникационных систем иницируют компоненты, связывающие последовательность канальных соединений в единую сквозную систему коммуникационной подсети. При этом для соединения оконечного оборудования с сетью передачи данных очень часто используют протоколы X.25 (стандарт МККТТ — Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии, CCITT — Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony). Рекомендация X.25 включает в себя протоколы трех нижних уровней эталонной модели: на физическом **уровне** — стандартный физический интерфейс X.21, на канальном уровне — процедуру управления каналом LAPB — Link Access Procedure Balanced (которая является подмножеством HDLC) и на сетевом уровне — протокол X.25/3 обмена пакетами между оконечным оборудованием и сетью передачи данных.

Последовательность канальных соединений предоставляется трем верхним уровням — прикладному, представительному и сеансовому, протоколы которых образуют третью группу (связанную с прикладными процессами).

Интеграция однородных глобальных сетей, использующих протокол X.25, осуществляется на базе известного протокола X.75, обеспечивающего логические соединения абонентов через различные сети. В неоднородных сетях используется межсетевой протокол IP (Internetwork Protocol) в его стандартизированной версии. Общий принцип функционирования транслятора IP состоит в том, что шлюзы, узлы и станции локальных сетей используют датаграммный протокол, расположенный на транспортном

уровне сети. Пакеты, транспортируемые из одной сети в другую, ориентируются в шлюзе и упаковываются в **IP-датаграммы**, в заголовке которых содержится глобальный адрес места назначения.

6.5. СЕТЕВЫЕ ПРОТОКОЛЫ И УРОВНИ

Увеличение разнообразия архитектур связи побудило Международную организацию по стандартизации (ISO) направить значительные усилия на разработку стандарта архитектуры связи, который позволил бы системам открыто связываться между собой [36]. В 1979 г. эти усилия увенчались успехом и была предложена, как указывалось выше, эталонная модель взаимодействия открытых систем (рис. 6.8). Она состоит из семи уровней. Три нижних уровня (сетевой, канальный и физический — на рисунке он не показан) предоставляют сетевые услуги. Протоколы, реализующие эти уровни, должны быть предусмотрены в каждом узле сети. Четыре верхних уровня предоставляют услуги самим окончательным пользователям, и таким образом они связаны с ними, а не с сетью.

Канальный уровень передачи данных и находящийся под ним физический уровень обеспечивают безошибочную передачу данных между двумя узлами в сети. Функция физического уровня заключается в гарантии того, что символы, поступающие в физическую среду передачи на одном конце канала, достигнут другого конца. При использовании этой услуги по транспортировке символов задача протокола канала состоит в обеспечении надежной передачи блоков данных по каналу.

Функция уровня сети состоит в том, чтобы обеспечить передачу данных по сети от узла передачи до узла назначения. Этот уровень предусматривает также управление потоком или перегрузками в целях предотвращения переполнения сетевых устройств, которое может привести к прекращению работы сети.

Транспортный уровень обеспечивает надежный, последовательный обмен данными между двумя окончательными пользователями (для этой цели на транспортном уровне используется услуга уровня сети), а также управляет потоком, чтобы гарантировать правильный прием блоков данных.

Существование сеанса между двумя пользователями означает необходимость установления и прекращения сеанса. Это делается

на уровне сеанса. Этот уровень при необходимости управляет переговорами, чтобы гарантировать правильный обмен данными.

Уровень представления управляет и преобразует синтаксис блоков данных, которыми обмениваются оконечные пользователи, а протоколы прикладного уровня придают соответствующий смысл обмениваемой информации.

В сети с коммутацией пакетов блоками данных, передаваемых по сетевому маршруту от одного конца к другому, являются пакеты. Блоки, или кадры, данных, передаваемые по каналу связи через сеть, состоят из пакетов плюс управляющая информация в виде заголовков и окончаний, добавляемых к пакету непосредственно перед его отправлением из узла. В каждом принимающем узле управляющая информация отделяется от остальной части пакета, а затем вновь добавляется, когда этот узел, в свою очередь, передает пакет по каналу в следующий соседний узел. Этот принцип добавления управляющей информации к данным в архитектуре ВОС расширен и включает возможность добавления управляющей информации на каждом уровне архитектуры. Как это происходит, показано на рис. 6.8.

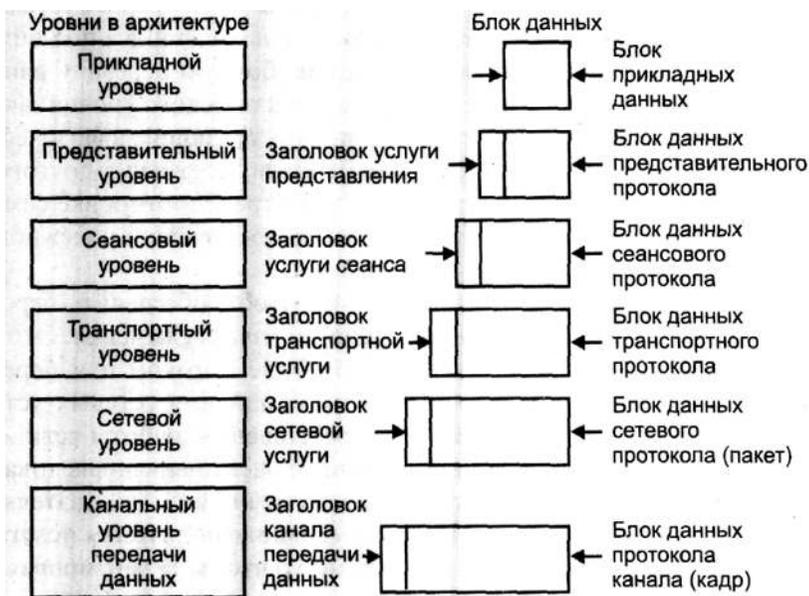


Рис. 6.8. Соответствие уровней архитектуры и блоков данных в структуре сети ВОС

средств, обеспечивающих передачу сигналов от источника к потребителю. К основным параметрам, характеризующим канал связи, относятся ширина полосы пропускания, допустимый динамический диапазон изменений амплитуды сигнала, а также уровень помех.

Передача больших информационных потоков на значительные расстояния осуществляется с помощью кабельных, радиорелейных и спутниковых линий связи. В ближайшие годы можно ожидать широкого применения оптической связи по оптоволоконным кабелям.

Рассмотрим основные принципы передачи информации с помощью электрических сигналов. Эти принципы, многие из которых носят фундаментальный характер, прочно вошли в практику не только систем электросвязи, но и вычислительной техники и, конечно, информационных технологий.

6.6.1. МОДУЛЯЦИЯ И ДЕМОДУЛЯЦИЯ

Сообщение для передачи данных с помощью средств электро­связи (так у нас принято называть то, что на Западе называют telecommunication) должно быть предварительно преобразовано в сигнал, под которым понимается изменяющаяся физическая величина, адекватная сообщению. Процесс преобразования сообщения в сигнал называется *кодированием* [29].

По физическим законам излучение электромагнитных волн эффективно, если размеры излучателя соизмеримы с длиной излучаемой волны, поэтому передача сигналов по радиоканалам, кабелям, микроволновым линиям производится на высоких частотах (т. е. на весьма коротких волнах). Сигнал передается на несущей частоте. Процесс изменения параметров несущей в соответствии с сигналом, передаваемым на этой несущей, называют *модуляцией*. Модуляция — основной процесс (функция) передатчика.

Гармоническая (синусоидальная) несущая u имеет три информационных параметра, которые можно модулировать, — амплитуду, частоту и фазу:

$$u =$$

где U — амплитуда гармонического колебания;

ω_0 — частота несущей;

φ_0 — начальная фаза.

Соответственно этому при передаче сигналов используют амплитудную, частотную или фазовую модуляцию, которая в случае применения дискретных сигналов называется *манипуляцией*.

Наиболее помехоустойчивой, т.е. невосприимчивой к помехам, оказывается *фазовая* модуляция или манипуляция (ФМн). Это объясняется амплитудным характером воздействующих помех, и такой параметр, как фаза несущей, менее других параметров подвергается губительному воздействию помех. Фазоманипулированный сигнал представляет собой отрезок гармонического колебания с изменяющейся на 180° фазой. В векторной форме это можно изобразить так, как показано на рис. 6.10, а.

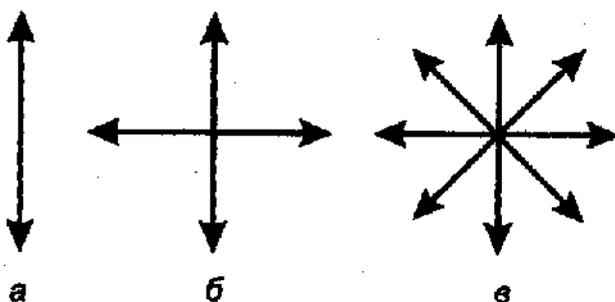


Рис. 6.10. Фазовые диаграммы 2-кратной (а), 4-кратной (б) и 8-кратной (в) фазовой манипуляции

При векторном изображении сигналов помехи также можно рассматривать как случайные векторы со случайными амплитудой и фазой. Такое геометрическое представление сигналов и помех позволяет легко понять, почему ФМн-сигнал с двумя значениями фазы оказывается наиболее помехоустойчивым. Дело в том, что приемник при приеме сигналов решает задачу, в какой из областей решения находится сигнал (верхней или нижней, см. рис. 6.10, а). В том случае, когда область принятия решения состоит только из двух частей, вероятность ошибки наименьшая. Однако если 2ФМн-сигнал переносит один сигнал, то 4ФМн переносит сразу два сигнала (см. рис. 6.10, б), 8ФМн — четыре сигнала (см. рис. 6.10, в).

Прохождение сигналов по каналу связи (рис. 6.11) всегда сопровождается искажениями и воздействием помех. Поэтому основной функцией приемника является распознавание в принимае-

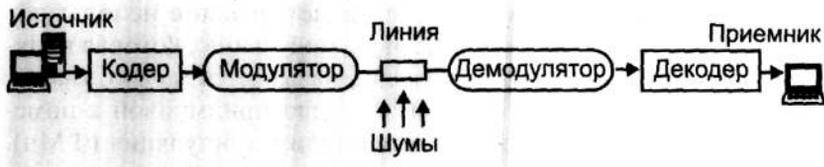


Рис. 6.11. Схема передачи информации по каналу связи

мых колебаниях переданного сигнала. Эту операцию приемник производит в процессе *демодуляции*, т. е. в процессе выделения передаваемого сигнала, после чего он преобразовывается в сообщение.

Каналом связи (каналом передачи информации) называют совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигналов от одного пункта к другому. Непременной составной частью любого канала является *линия связи* — проводная, кабельная, радио, микроволновая, оптическая, спутниковая.

В современных цифровых системах связи основные функции передатчика и приемника выполняет устройство, называемое *модемом*. Он представляет собой совокупность передатчика и приемника в одном корпусе для осуществления проводной дуплексной связи. Если терминал находится на значительном расстоянии от компьютера, например в соседнем здании или другом городе, или связь пользователя с компьютером происходит через обычную телефонную сеть, необходимы приемопередатчики на оконечных пунктах линии, и их функции выполняет модем.

Выпускаемые в настоящее время модемы различны по конструкции, но, как правило, состоят из интерфейсной части для соединения с компьютером, кодера и декодера, модулятора и демодулятора. Часто в состав модема входят шифрующее и дешифрующее устройства, обеспечивающие секретность передаваемой информации. Имеются также способы, обеспечивающие скрытность передачи. Модем в зависимости от типа производит амплитудную, частотную или фазовую модуляцию. В целях уплотнения полосы канала чаще всего используют многократную фазовую манипуляцию (см. рис. 6.10). Типовые скорости передачи у модемов: 2 400, 4 800, 9 600, 14 400, 19 200, 28 800, 33 600 и 57 600 бит/с.

6.6.2. ЕМКОСТЬ КАНАЛА СВЯЗИ

Скорость передачи информации, а ее предельно допустимое значение для данного канала называют *емкостью* канала, относится к фундаментальным понятиям теории связи, она служит одной из главных характеристик канала передачи информации. Оценка скорости передачи информации и предельных возможностей канала связи представляет большой практический и теоретический интерес.

Рассматривая процесс передачи информации в общих чертах, можно предположить, что основными факторами, ограничивающими скорость передачи информации, являются полоса пропускания F и уровень помех.

Существует фундаментальная теорема о выборках, которая доказывает, что сигнал, не содержащий в своем спектре частот выше значения F , может представляться $2F$ независимыми значениями в секунду, а совокупность значений, отстоящих друг от друга на T секунд, определяет непрерывный сигнал полностью. Заметим, что *выборкой* является отсчет амплитуды сигнала в определенный момент (на рис. 6.12, *a* можно увидеть эти выборки, проводимые через интервал $1/2F$).

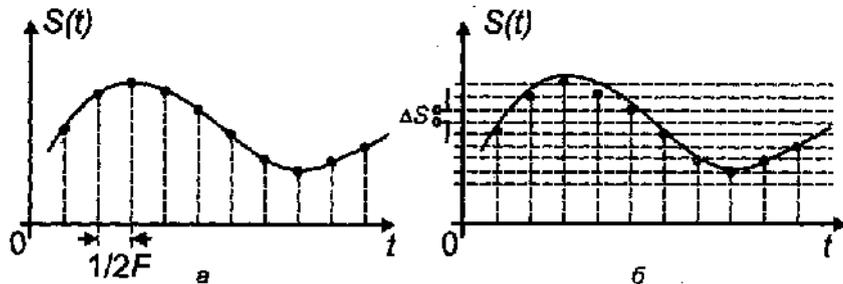


Рис. 6.12. Представление непрерывного сигнала в виде дискретных отсчетов (выборок), взятых через интервал $1/2F$ (*a*) и квантованных по амплитуде (*б*)

Термин *выборки* происходит от английского слова *sample* (в переводе — образец, модель, проба), теорему о выборках называют также *теоремой отсчетов*.

Эта теорема позволяет на интервале T заменить непрерывный сигнал с ограниченным спектром последовательностью его дискретных значений, причем их нужно не бесконечное число, а вполне

определенное, равное $2FT$. Уровень шумов (помех) не позволяет точно определить амплитуду сигнала и в этом смысле вносит некоторую неопределенность в значение отсчетов сигнала.

Максимально возможная скорость передачи информации по каналу связи при фиксированных ограничениях называется *емкостью канала*, обозначается буквой C и имеет размерность бит/с.

Рассмотрим соотношение для емкости канала связи, являющееся фундаментальным соотношением в теории связи. Оно позволяет понять некоторые принципиальные зависимости при передаче информации вообще.

Напомним, что количество информации J , снимающее неопределенность о состоянии объекта с L равновероятными состояниями, рассчитывается по формуле

$$J = \log L.$$

Основание логарифма здесь не имеет значения. Если основание равно 2, то единицей измерения количества информации оказывается бит.

Определим количество различных сообщений, которое можно составить из n элементов, принимающих любые из m различных фиксированных состояний. Из ансамбля n элементов, каждый из которых может находиться в одном из m фиксированных состояний, можно составить m^n различных комбинаций, т. е. $L = m^n$. Тогда:

$$J = \log m^n = n \log m.$$

При полосе F наибольшее число отсчетов сигнала равно $2F$ в единицу времени или $2FT$ за время T , т. е. $n = 2FT$.

Если бы шума не существовало, то число дискретных уровней сигнала было бы бесконечным. В случае наличия шума последний определяет степень различимости отдельных уровней амплитуды сигнала. Так как мощность является усредненной характеристикой амплитуды, число различимых уровней сигнала по мощности равно $(P_c + P_{ш})/P_{ш}$, а по амплитуде соответственно $m = \sqrt{(P_c + P_{ш})/P_{ш}} >$ где P_c — мощность сигнала; $P_{ш}$ — мощность шума. Тогда емкость канала рассчитывается по формуле

$$\frac{J}{T} = \frac{1}{T} 2FT \log_2 \sqrt{\frac{P_c + P_{ш}}{P_{ш}}} = F \log_2 \left(1 + \frac{P_c}{P_{ш}} \right)$$

Итак, емкость канала ограничивается двумя величинами: шириной полосы канала и шумом. Приведенное соотношение известно как формула Хартли — Шеннона и считается основной в теории информации.

Полоса частот и мощность сигнала входят в формулу таким образом, что **для** $C = \text{const}$ при сужении полосы необходимо увеличивать мощность сигнала, и наоборот.

Емкость канала является максимальной величиной скорости. Чтобы достигнуть такой скорости передачи, информация должна быть закодирована наиболее эффективным образом. Утверждение, что такое кодирование возможно, является важнейшим результатом созданной К.Э. Шенноном теории информации. Шеннон доказал принципиальную возможность существования такого эффективного кодирования, не определив, однако, конкретных путей его реализации. (Отметим, что на практике инженеры часто говорят о емкости канала, подразумевая под этим реальную, а не потенциальную скорость передачи.)

Эффективность систем связи характеризуется параметром, равным скорости передачи информации R на единицу ширины полосы F , т. е. R/F . Для иллюстрации существующих возможностей по созданию эффективных систем связи на рис. 6.13 приведе-

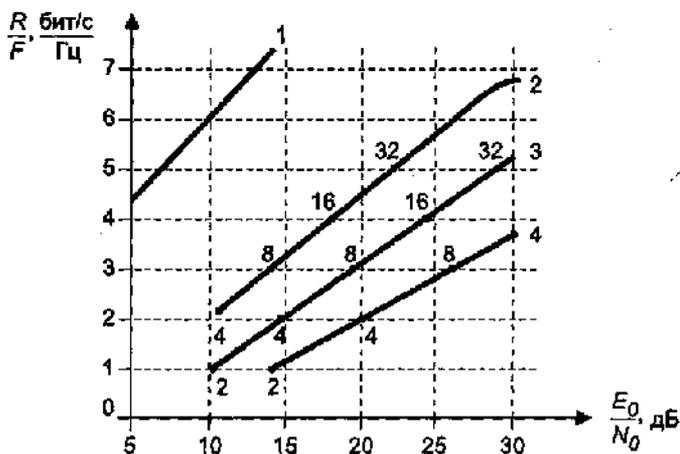


Рис. 6.13. Кривые зависимости эффективности цифровых систем связи при различных модуляциях:

- 1 — граница Шеннона; 2 — M-ичная фазовая модуляция;
- 3 — M-ичная амплитудная модуляция; 4 — M-ичная частотная модуляция

ны графики зависимости эффективности передачи информации при различных видах М-ичной дискретной амплитудной модуляции (АМ), частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ) (кроме бинарной модуляции используется также модуляция с 4, 8, 16 и даже с 32 положениями модулируемого параметра) от отношения энергии одного бита к спектральной плотности мощности шума (E_0/N_0). Для сравнения показана также граница Шеннона.

Сравнение кривых показывает, в частности, что при неизменном отношении "сигнал — шум" наиболее популярный вид модуляции 4ФМ в три раза хуже потенциально достижимого. Из сравнения кривых можно сделать более общие выводы: наиболее эффективной оказывается передача с фазовой дискретной модуляцией; современные методы кодирования и модуляции еще весьма далеки от совершенства.

6.6.3. КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Кодированием называется сопоставление алфавитов, а правило, по которому оно проводится, — *кодом*. Иными словами, кодирование можно определить как представление сообщений в форме, удобной для передачи по данному каналу. Электрический ток в телефонных проводах — это кодированная речь, а звуковые волны речи — это кодированные колебания голосовых **СВЯЗОК**.

В рассматриваемом нами конкретном случае кодирование есть представление по определенным правилам дискретных сообщений в некоторые комбинации, составленные из определенного числа элементов — символов. Эти элементы называются элементами кода, а число различных элементов, из которых слагаются комбинации, — основанием кода. Элементы кода образуют кодовые комбинации. Например, если мы составляем комбинации из различных сочетаний 0 и 1, то это код с основанием два, или двоичный код. Если все комбинации имеют одинаковое число знаков, код называется равномерным. Широко известный код Морзе — неравномерный код. Правило кодирования обычно выражается кодовой таблицей, в которой каждому символу сообщения ставится в соответствие определенная кодовая комбинация.

Кодовое представление дискретных значений сигнала осуществляется с помощью цифр, но необязательно десятичных. Напомним, что в десятичной системе, называя число, мы указываем, сколько единиц от нуля до девяти имеется в разряде единиц, в разряде десятков, сотен, тысяч и т. д. То же происходит в любой другой системе счисления с другим основанием. В десятичной системе мы пользуемся десятью цифрами: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9. В двоичной системе счисления в нашем распоряжении только две цифры: 0 и 1.

Если пронумеровать все буквы алфавита и необходимые специальные символы и выразить каждую цифру в двоичной системе счисления, получится натуральный двоичный код данного алфавита. Очевидно, что число разрядов в двоичной системе больше, чем в десятичной, так как основание системы счисления меньше.

Число кодовых комбинаций определяется числом дискретных значений сигнала. Например, если в языке 32 буквы (или букв и знаков), то для передачи сообщений на этом языке необходимо иметь 32 различные кодовые комбинации. В десятичной системе это означало бы передачу 32 цифр от 0 до 31. В двоичной системе необходимо составить отличающиеся друг от друга 32 кодовые комбинации, и так как $32 = 2^5$, эти комбинации должны быть из 5 элементов, например 01010, 11111, 11001 и т. д. Число возможных кодовых комбинаций для представления 32 букв колоссально: 32! Один из этих вариантов есть натуральный пятизначный двоичный код, используемый для передачи букв латинского и русского алфавитов. При цифровом кодировании речевых сигналов исходят из практического наблюдения: искажения сигнала невелики, если его изменения представлять 128 амплитудными значениями, т. е. для его передачи необходимо 128 кодовых комбинаций. Для двоичного кода из соотношения $2^n = 128$ определяем, что длина кодовой комбинации $n = 7$. Таким образом, для передачи речевых сигналов нужен код с 7-элементными кодовыми комбинациями. Обычно речевой сигнал по спектру ограничен частотой 4000 Гц. В этом случае речь в цифровой форме необходимо передавать со скоростью (вспомним теорему о выборках) $4000 \cdot 2 \cdot 7 = 56$ Кбит/с. Заметим, что обычно в комбинацию добавляют один служебный символ, и тогда комбинация становится 8-элементной, а необходимая скорость передачи увеличивается до 64 Кбит/с.

Остановимся также на принципах помехоустойчивого кодирования, играющего чрезвычайно важную роль в развитии средств передачи информации. Отметим, что теория помехоустойчивого кодирования является достаточно сложной, и наши рассуждения носят весьма упрощенный характер.

Основным условием обнаружения и исправления ошибок в принимаемых кодовых комбинациях является избыточность. Поясним это на примере.

Условимся, что необходимо передавать только четыре сообщения: А, Б, В и Г. Для передачи этих сообщений можно составить четыре 2-элементные комбинации:

| А | Б | В | Г |
|----|----|----|----|
| 00 | 01 | 10 | 11 |

Пусть помехи воздействуют на комбинацию таким образом, что изменяют только один из ее элементов. Если помехе подверглась комбинация 00 и она вследствие этого превратилась в комбинацию 01, то мы не обнаружим ошибку, а будем просто считать, что вместо А передатчик послал Б; и так будет со всеми четырьмя комбинациями.

Теперь введем избыточность. Используем для передачи А, Б, В и Г 3-элементные кодовые комбинации, которых, кстати, может быть всего восемь. Выберем из восьми возможных комбинаций 000, 001, 010, 100, 101, 110, 111 (других комбинаций быть не может) только четыре, но так, чтобы они максимально отличались друг от друга: 000, 011, 101, 100.

Пусть теперь в результате действия помехи изменится один из элементов в любой из выбранных комбинаций. Она не будет идентичной ни одной из наших комбинаций, и мы сразу укажем, что принята ошибочная. Таким образом, для передачи сообщений А, Б, В, Г код 00, 01, 10, 11 годится, но он не помехоустойчив, код же 000, 011, 101, 100 является помехоустойчивым. При этом следует оговориться, что он помехоустойчив только к таким помехам, которые могут привести лишь к однократной ошибке в комбинации. При двукратной ошибке код не помехоустойчив. Для защиты от таких помех сообщений А, Б, В и Г пришлось бы допустить еще большую избыточность, используя 4-элементные кодовые комбинации, т. е. выбрав четыре комбинации из 16 **ВОЗМОЖНЫХ**.

Таким образом, обнаружить ошибку невозможно, если любой принятый символ служит сообщением. Ошибки можно обнаружить только в том случае, если на возможные сообщения наложены некоторые ограничения.

Итак, одним из основных достоинств передачи информации в цифровой форме является возможность использования кодированных сигналов и оптимального в заданных условиях способа их приема. Важно, что при цифровой передаче все типы сигналов, такие, как речь, музыка, телевидение, данные, могут объединяться в один общий поток информации, передача которого формализована. Кроме того, уплотнение при одновременном использовании компьютера позволяет эффективнее использовать спектр и время, защитить канал от несанкционированного доступа, объединить в единый процесс передачу цифровой информации и цифровую коммутацию каналов и сообщений.

6.6.4. УПЛОТНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

На практике часто требуется осуществить одновременную передачу информации от многих источников по одному каналу ко многим получателям, т. е. осуществить многоканальную передачу. Следует сказать, что современные системы передачи информации практически всегда многоканальные [29].

Способ объединения отдельных сообщений в один групповой сигнал с последующим разделением сообщений на индивидуальные называется *уплотнением* или *мультиплексированием*. К классическим методам уплотнения относятся частотное, временное и кодовое.

Современная техника связи позволяет организовывать широкополосные каналы, поэтому целесообразно использовать методы, позволяющие передавать наибольшее число телеграфных, телефонных, телевизионных и других сообщений на одной несущей или в отведенном интервале частот.

Сущность методов мультиплексирования состоит в том, что сообщения от нескольких источников определенным образом комбинируются в групповой сигнал и принимаются с помощью одного приемопередатчика. Поскольку современная система свя-

зи обычно является многоканальной, необходимой частью любой системы передачи информации служит мультиплексор (рис. 6.14).



Рис. 6.14. Схема цифровой системы связи

Наиболее известным является способ *частотного мультиплексирования*, когда в полосе пропускания канала размещается множество каналов, разделенных с помощью фильтрации по частоте (рис. 6.15, *а*). Каждый частотный канал представлен своим спектром. Его временная структура может быть различной — это может быть последовательность импульсов или телефонное сообщение. Соответствующая настройка разделительных фильтров приемника позволяет разделить принимаемый групповой сигнал на отдельные сигналы.

При *временном мультиплексировании* в условном временном интервале размещают последовательно отрезки сообщений, например кодовые последовательности каждого частного канала (рис. 6.15, *б*). Если при частотном мультиплексировании сообщения от разных абонентов передаются одновременно по общему каналу, при временном мультиплексировании передача осуществляется строго по очереди, т. е. полоса пропускания канала предоставляется полностью на определенный интервал времени каждому абоненту. На практике обычно группы каналов объединяются в супергруппы, и при каждом иерархическом объединении может применяться разный способ модуляции несущей.

Аналоговый сигнал, например, в телефонном канале преобразуется в цифровой с помощью *импульсно-кодовой модуляции* (ИКМ) и передается в каналах с временным мультиплексированием. Передача организуется так: выборки каждого непрерывного сигнала сдвигаются на интервал, достаточный для передачи соответствующей кодовой комбинации. При передаче n непрерывных сигналов в стандартном интервале времени размещают n кодовых комбинаций, по одной на каждую выборку каждого сигнала. При этом полоса частот группового сигнала увеличивается

примерно в n раз. Например, 24-канальная система для передачи речи работает со скоростью **1544** Кбит/с (скорость одного канала 64 Кбит/с).

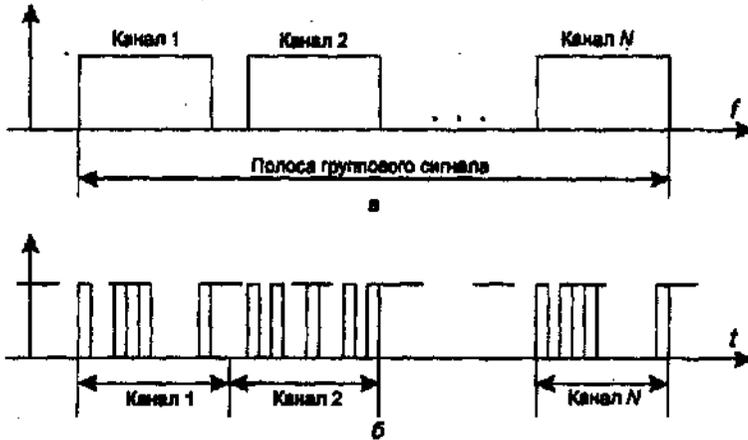


Рис. 6.15. Диаграмма частотного (а) и временного (б) уплотнения каналов

Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии разработал стандарты образования многоканальных сообщений при временном мультиплексировании. Прежде всего были предложены 8-разрядный равномерный код для указания значений уровней квантования сигнала и закон квантования, названный "A=87,6". Для проведения выборок, изображенных на рис. 6.12, был использован линейный закон квантования, когда интервалы квантования одинаковы. Закон квантования A=87,6 является нелинейным, он лучше учитывает природу восприятия человеком речевых сигналов. Частота дискретизации телефонного сообщения принята равной 8 кГц. При этом скорость передачи одного телефонного сообщения оказывается равной 64 Кбит/с.

Так как принципиальной основой многоканальной цифровой системы передачи информации является временная шкала, определяющая расстановку информационных и служебных сигналов, соединение цифровых систем различной емкости в единую сеть возможно лишь при условии кратного соответствия временных

шкал различных систем и стандартизации групповых сигналов и способов синхронизации. С этой целью разрабатывается иерархия (соподчиненность) цифровых систем.

Подуровнем цифровой системы понимается число каналов или скорость передачи. Иерархия предусматривает возможность образования цифровыми системами низшего порядка системы более высокого порядка. На одном уровне объединяется фиксированное число цифровых сигналов системы более низкого уровня для образования суммарного цифрового сигнала более высокого уровня.

Например, первый уровень соответствует многоканальной передаче 30 телефонных сообщений в цифровой форме. Для этого требуется суммарная скорость передачи 2048 Кбит/с. Второй уровень образован из четырех систем первого уровня с учетом необходимой служебной информации. Он имеет суммарную скорость 8448 Кбит/с. Система второго уровня способна передавать 120 телефонных каналов или один видеотелефонный. Третий и четвертый уровни по рекомендации МККТТ соответствуют скоростям 34,368 и 139,264 Мбит/с.

Некоторые фирмы или страны работают по своим стандартам. В табл. 6.2 приведены сведения об иерархии уровней цифровых систем (скоростей передачи).

Иерархия скоростей цифровых систем является важной эксплуатационной характеристикой. Она предусматривает адаптивность систем к любым цифровым каналам (от обычных телефонных до волоконно-оптических) и всем информационным сигналам (от речевых до сигналов цветного телевидения).

Таблица 6.2

| Уровень иерархии цифровых систем | Скорость передачи (Мбит/с)/число каналов | | |
|----------------------------------|--|--------------|-------------|
| | МККТТ | США, Канада | Япония |
| Первый | 2,048/30 | 1,544/24 | 1,544/24 |
| Второй | 8,448/120 | 6,312/96 | 6,312/96 |
| Третий | 34,368/480 | 44,736/672 | 32,064/480 |
| Четвертый | 139,264/1920 | 274,176/4032 | 97,728/1440 |
| Пятый | 565,148/7680 | | 397,2/5760 |

Существует много причин, вызывающих необходимость стандартизации скоростей передачи цифровой информации. К ним относятся требования потребителей каналов к универсальности передающей аппаратуры по отношению к различным источникам информации, необходимости планирования развития сетей передачи данных с учетом старой и новой аппаратуры при гармоническом сочетании систем, надежности и гибкости сети передачи данных. Благодаря соблюдению стандартов иерархии можно осуществлять передачу цифровой информации по комбинированным системам с использованием кабельных, радио-, спутниковых, волоконно-оптических и других каналов.

6.7. ПРОТОКОЛЫ КАНАЛЬНОГО УРОВНЯ

В последнее время международным стандартом становится протокол ВУК (высокоуровневое управление каналом передачи данных, английская аббревиатура HDLC) [36]. Стандартный формат кадра ВУК представлен на рис. 6.16.

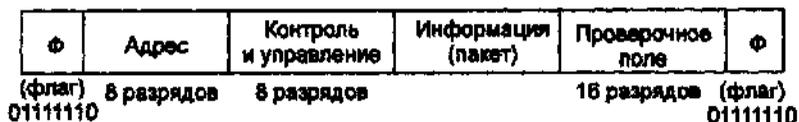


Рис. 6.16. Формат кадра HDLC (ВУК)

В начале и в конце кадра для установления и поддержания синхронизации применяется восьмиразрядная последовательность **01111110**, называемая *флагом* или *меткой*. Поскольку в начале и в конце кадра устанавливаются флаги, определить структуру информационного поля нет необходимости: пакет, поступающий с вышестоящего сетевого уровня, может занимать любое желаемое число разрядов. Проверочное поле занимает 16 разрядов, поля адреса, контроля и управления — по 8 разрядов.

Протокол канального уровня реализует следующие функции:

- соединения между концами каналов;
- организации передачи данных по каналу;
- разъединения каналов.

Следуя концепции многоуровневой архитектуры, **ISO** стандартизировала применение на каждом уровне архитектуры четырех основных примитивов услуг, чтобы **предусмотреть** взаимодействие между пользователями услуг на одном уровне и поставщиками услуг на нижестоящем уровне. Эти примитивы — к ним относятся запрос (request), признак (indication), ответ (response), подтверждение (confirm) — являются основными элементами определения обмена между пользователями услуг.

При работе примитивов два соседних уровня взаимодействуют между собой. Нижние являются поставщиками услуг, верхние — потребителями.

СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ФАЗ КОММУНИКАЦИЙ

В качестве конкретного применения указанных выше примитивов рассмотрим уровень канала передачи данных. Его задачей является предоставление обслуживания сетевому уровню. Услуги делятся на три фазы: установление соединения, передачу данных и разъединение (рис. 6.17).

Предполагается, что рассматриваемый канал передачи данных в данный момент не используется в сети для передачи. Поэтому перед началом передачи должно быть установлено логическое соединение. Для этого система *A* выпускает примитив "СОЕДИНЕНИЕ. Запрос" в свой уровень канала передачи **данных**, являющийся поставщиком услуги. После приема и соответствующей обработки этого примитива в систему *B* передается блок установки асинхронного балансного режима (УАБР), который приводит в действие объект уровня канала, и выдается примитив "СОЕДИНЕНИЕ. Признак". В знак согласия на запрос об установлении связи объект уровня сети отвечает примитивом "СОЕДИНЕНИЕ. Ответ". Это вызывает посылку со стороны протокола канала системы *B* объекту уровня канала системы *A* блока нумерованного подтверждения (НП). В системе *A* выдается примитив "СОЕДИНЕНИЕ. Подтверждение", указывающий на завершение процесса установления соединения. Теперь на обоих концах сетевой уровень может начать передачу данных. Она будет происходить аналогично рассмотренной процедуре.

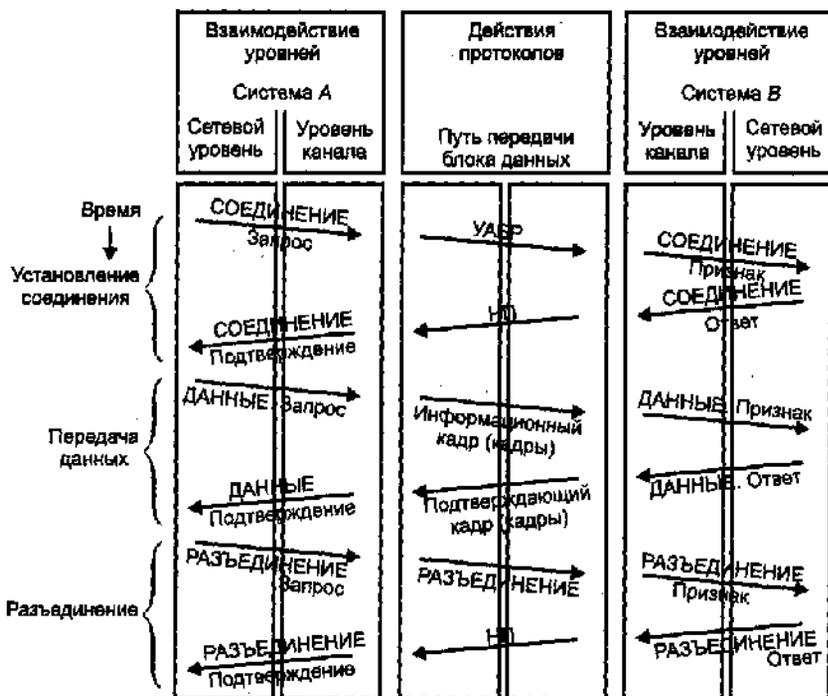


Рис. 6.17. Схема организации фаз коммуникаций

ВИДЫ ПРОТОКОЛОВ

Различают три вида протоколов канального уровня [36]: с остановками и ожиданием, с N-возвращениями (с непрерывной передачей), с выборочной или селективной передачей.

Протокол с остановками и ожиданием. При этой процедуре одновременно может передаваться только один кадр, после чего передающая сторона ждет подтверждения. Если поступит отрицательное подтверждение или произойдет просрочка времени ожидания ответа, кадр передается повторно. Пакет сбрасывается из накопителя передающей стороны лишь после получения положительного подтверждения. Этот протокол подходит для полудуплексной передачи, при которой передача сторон чередуется.

*Протокол с **N-возвращениями** (с непрерывной передачей).* Здесь кадры передаются непрерывно без ожидания подтверждения. При получении отрицательного подтверждения или истечении установленного времени ожидания неподтвержденный кадр и все последующие кадры передаются вновь. Этот протокол более производительный и предполагает использование дуплексной связи.

*Протокол с выборочной или селективной **передачей**.* В этом случае повторная передача требуется только для кадра, о котором поступило отрицательное подтверждение или для которого истекло установленное время ожидания. Однако на приемном конце требуется накопитель с перестроениями, так как в этом случае кадры могут повторно передаваться и приниматься не по порядку. Из-за увеличения стоимости реализации протокол выборочного повторения не нашел коммерческой реализации.

МЕТОДЫ СЛУЧАЙНОГО ДОСТУПА К СЕТИ

Двумя основными способами доступа к общей среде передачи являются управляемый доступ с применением опроса и случайный доступ. В свою очередь, существуют различные типы стратегий случайного доступа.

Методы случайного доступа полностью децентрализованы. Пользователь может передавать сообщения когда угодно, лишь с незначительными ограничениями, зависящими от метода доступа.

Из-за случайности моментов времени, в которые пользователи могут решить начать **передачу**, независимо от метода не исключена возможность **того**, что два или несколько пользователей могут выйти на связь в пересекающиеся промежутки времени. Это приводит к столкновениям (коллизиям), которые сначала должны быть распознаны, а затем разрешены. При увеличении нагрузки увеличивается и вероятность **коллизий**, что приводит к возможной неустойчивости работы рассматриваемых механизмов.

В результате производительность ограничивается некоторым максимальным значением, меньшим пропускной способности канала, и это значение в каждом случае зависит от первоначально-го механизма доступа и алгоритма разрешения коллизий.

Сначала методы случайного доступа были предложены для случаев, когда большое число пользователей пытались довольно

редко передавать пачки сообщений или когда друг с другом связывалось небольшое число ЭВМ. Но применительно к производственным процессам, которые требуют строгого управления поддержкой доступа, более предпочтителен управляемый доступ. Рассмотрим два простейших типа стратегии случайного доступа: чистую Алоху и синхронную Алоху [36].

Чистая Алоха. Эта схема сначала была применена для доступа к общему каналу сотрудниками Гавайского университета в начале 1970-х гг. По этой схеме пользователь, желающий передать сообщение, делает это когда угодно. В результате два или несколько сообщений могли накладываться во времени, вызвав столкновение (коллизию).

Распознавание коллизий и сообщение о них пострадавшим пользователям в первоначальной системе Алоха **направлялись** по радио на центральный пункт. Это могло осуществляться также путем применения положительных подтверждений в сочетании с перерывом. При обнаружении столкновения пострадавшие станции предпринимают попытки повторной передачи потерянного сообщения, но они должны распределять время попыток случайным образом, следуя некоторому алгоритму уменьшения вероятности нового конфликта.

Стратегия доступа типа чистой Алохи позволяет добиться производительности самое большее $1/2e \approx 0,18$ пропускной способности канала. Рассмотрим пример, вводя одновременно некоторые определения. За доступ к каналу состязаются N станций. Станция передает в среднем X пакетов в секунду (интенсивность обращений к сети). Величина Mm представляет собой пропускную способность канала (μ) в передаваемых пакетах в секунду. В случае, если передаваемые сообщения (пакеты) имеют среднюю длину t , соответствующую m единицам времени передачи, будем считать, что интенсивность нагрузки S (эквивалентна p -нормированной по μ нагрузке) характеризует использование канала вновь поступающими пакетами:

$$S = p = N\lambda m.$$

Величина $1/t$, которая обозначается μ , представляет собой пропускную способность канала, измеряемую в передаваемых пакетах в секунду. Таким образом, $N\lambda\mu = N\lambda m$ — относительное использование канала, или производительность, нормированная

относительно $\mu = \frac{1}{m}$. Общая интенсивность пакетов, передаваемых в канал, включая вновь генерируемые и передаваемые повторно, имеет некоторое значение $X' > X$. Тогда фактическая интенсивность нагрузки, или использование канала, является параметром G , который равен: $G = N\lambda'm$.

Рассмотрим типичное сообщение длительностью m (рис. 6.18). Оно подвергается столкновению с другим сообщением, если эти два сообщения будут наложены одно на другое в любой точке. Легко заметить, "передвигая" пунктирное сообщение во времени, что столкновение может произойти в промежутке продолжительностью $2m$ с. Вероятность того, что в промежутке $2m$ с не произойдет столкновения, равна: $e^{-2N'm} = e^{-2G}$.

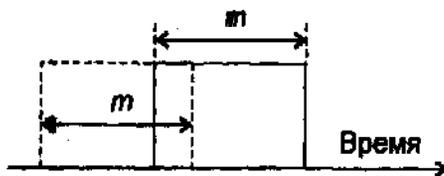


Рис. 6.18. Диаграмма столкновения двух сообщений

Отношение S/G представляет долю сообщений из числа передаваемых в канал, которые проходят успешно. Это число должно быть равно вероятности отсутствия столкновений. Таким образом, уравнение производительности для чистой Алохи имеет вид:

$$S = Ge^{-2G}, \quad (6.1)$$

где S — нормированная производительность (средняя скорость поступления пакетов, деленная на максимальную производительность $1/m$);

G — нормированная пропущенная нагрузка. Таким образом, S — независимая переменная, а G — ее функция.

График зависимости G от S имеет вид двузначной кривой (рис. 6.19).

Отметим, что S имеет максимум: $S = 0,5e^{-1} = 0,18$ при $G = 0,5$. Судя по формуле (6.1) или кривой при малой поступающей нагрузке S , столкновения происходят редко, и $G \sim S$. Когда S начи-

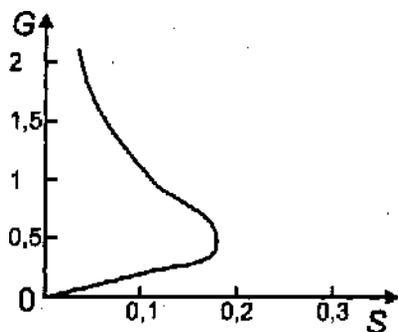


Рис. 6.19. Кривая производительности при чистой Алохе

нает расти, приближаясь к максимальному значению **0,18**, число столкновений быстро увеличивается, что ведет, в свою очередь, к росту вероятности столкновения. Система теряет устойчивость, S падает, а G увеличивается до больших значений.

Синхронная Алоха. Максимально возможная производительность схемы чистой Алохи может быть удвоена с помощью простого приема разметки шкалы времени и разрешения пользователям начинать попытки передачи сообщений только в начале каждого временного интервала t (равного длительности сообщения). Эта схема требует, чтобы работа всех пользователей системы была синхронизирована во времени. Пример работы такой системы показан на рис. 6.20, на котором одно сообщение передано успешно, а с другим произошло столкновение.

Поскольку сообщения могут быть переданы только в размеченные промежутки времени, столкновения происходят, лишь когда одна или несколько попыток передачи совершаются в том же промежутке.

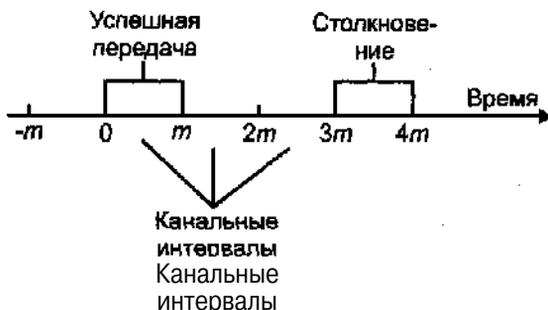


Рис. 6.20. Диаграмма передачи сообщений при синхронной Алохе 223

Вероятность успешной передачи задается в виде e^{-G} , а уравнение производительности для синхронной Алохи имеет вид:

$$S = Ge^{-G}.$$

Нормированная производительность S достигает максимального значения: $1/e = 0,368$ при $G = 1$, Зависимость пропущенной нагрузки от производительности для синхронной Алохи показана на рис. 6.21, где она сравнивается с соответствующей зависимостью **для чистой Алохи**.

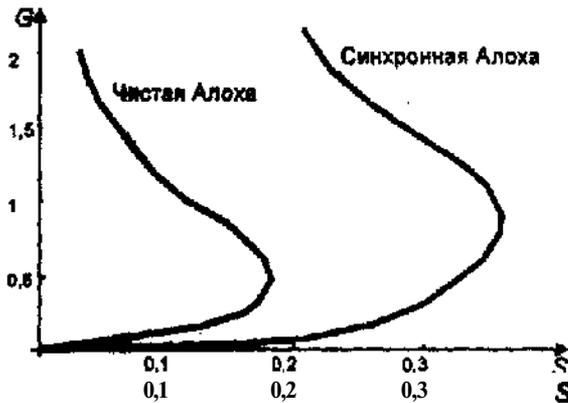


Рис. 6.21. Кривые производительности при чистой и синхронной Алохе

Из приведенной характеристики видно, что ввиду двух возможных значений G при заданной производительности S для этой системы доступа также характерна неустойчивость.

Случайный доступ типа МДПН/ОС (CSMA/CD). Протокол многостанционного доступа с проверкой несущей и обнаружением столкновений (МДПН/ОС, CSMA/CD — Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) основан на методе чистой Алохи и позволяет улучшить ее характеристики. Метод МДПН/ОС входит в протокол сети Ethernet и принят как один из стандартных в локальных сетях. Реализация локальных сетей по образцу сети Ethernet распространена весьма широко.

Основная концепция протокола МДПН/ОС очень проста. Все станции прослушивают передачу по линии. Станция, желающая передать сообщение, выходит на связь только после обна-

ружения свободного состояния канала. Очевидно, что столкновения все же могут возникнуть, поскольку станции физически разнесены одна от другой и две или несколько станций могут обнаружить свободное состояние канала и начать передачу, что и вызовет столкновение. Если станции обнаруживают столкновение, они передают всем остальным станциям специальный сигнал о помехе и отменяют свои передачи. Возможность проверки несущей позволяет увеличить производительность канала по сравнению с чистой Алохой, а обнаружение столкновения с прекращением передачи вместо его завершения дает еще большее повышение производительности.

Предложенные методы МДПН различаются тем, как происходит управление передачей, если канал оказывается занятым. Например, в схеме с настойчивостью p станция, обнаружившая занятый канал, осуществляет передачу после того, как канал станет свободным, с вероятностью p . С вероятностью $(1-p)$ передача откладывается на промежуток времени x распространения сигнала. При схеме с настойчивостью 1 станция осуществляет попытку передачи, как только канал окажется свободным. При ненастойчивой схеме станция переносит передачу на другое время в соответствии с предписанным распределением задержек передачи, проверяет несущую в это время и продолжает процесс.

Эти схемы применимы прежде всего в локальных сетях или в более крупных сетях, работающих со сравнительно небольшими скоростями передачи.

Протокол МДПН/ОС, работающий по правилу 1 настойчивости с добавлением возможности обнаружения столкновений, принят в качестве протокола в схеме Ethernet. Если обнаруживается столкновение и передача прекращается, попытка повторной передачи предпринимается через случайный промежуток времени, как и в схемах Алоха. Этот случайный промежуток времени удваивается каждый раз после обнаружения нового столкновения до некоторой максимальной величины, при которой станция выходит из строя и извещает вышестоящие уровни о нарушении связи. Это удвоение промежутка, называемое процедурой двойного замедления, может улучшить характеристику системы.

Манчестерский код. Кроме проверки двух сигналов — обнаружения столкновения и проверки несущей — блоки доступа к каналу передают символы в коаксиальный кабель и принимают их из кабеля. Блок кодирования передаваемых данных физичес-

кого уровня кодирует символы в двоичные сигналы с помощью манчестерского кода (рис. 6.22).

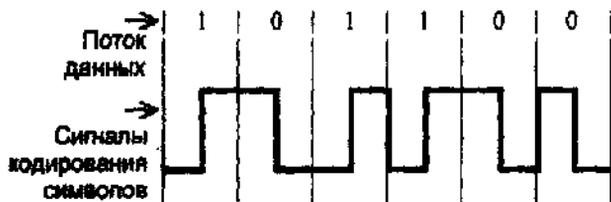


Рис. 6.22. Манчестерский код

При этой схеме половина символьного интервала применяется для передачи логического дополнения к разряду данного интервала, в течение второй половины передается исходное значение **этого** разряда. Таким образом, единицы передаются положительным переходом сигнала, а нули — отрицательным переходом. Функции кодирования-декодирования манчестерского кода выполняются передающим блоком кодирования и приемным блоком декодирования физического уровня. Эти блоки также генерируют и удаляют 64-разрядные серии, называемые преамбулами, которые предшествуют фактически передаваемому кадру и применяются для синхронизации.

Процедура **кодирования**, определенная стандартом для кольца с передачей **метки**, предусматривает применение *дифференциального манчестерского кода* (рис. 6.23).

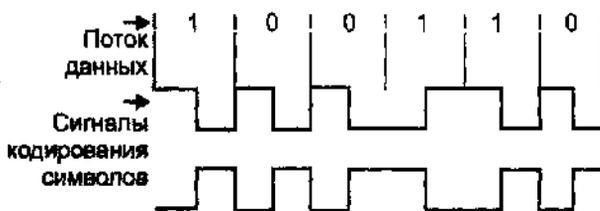


Рис. 6.23. Дифференциальный манчестерский код

В дифференциальном манчестерском коде для переноса двоичной информации применяются две полярности и переходы

происходят в середине двоичного интервала. Однако для разряда 1 первая половина двоичного интервала несет ту же полярность, что и вторая половина предыдущего интервала. Для разряда 0 переход происходит как в начале, так и в середине двоичного интервала. При этой процедуре возникают две возможности в зависимости от полярности в конце интервала, предшествующего первому интервалу (см. рис. 6.23).

СПЕЦИФИКАЦИИ ETHERNET

Ethernet — самая популярная в настоящее время сетевая архитектура. Она использует узкополосную передачу со скоростью 10 Мбит/с, топологию *шина*, а для регулирования трафика в основном сегменте кабеля — метод CSMA/CD (МДПН/ОС) [40].

Среда (кабель) Ethernet является пассивной, т.е. получает питание от компьютера. Следовательно, она прекращает работу из-за физического повреждения или неправильного подключения терминатора.

Характеристика сети Ethernet:

- традиционная топология — линейная шина;
- другие топологии — звезда — шина;
- тип передачи — узкополосная;
- метод доступа — CSMA/CD;
- скорость передачи данных — 10 и 100 Мбит/с;
- кабельная система — тонкий и толстый коаксиальный, UTP (Unshielded Twisted-Pair — неэкранированная витая пара).

Ethernet разбивает данные на пакеты (кадры), формат которых отличается от формата пакетов, используемого в других сетях. Кадры представляют собой блоки информации, передаваемые как единое целое. Кадр Ethernet может иметь длину от 64 до 1518 байт, но сама структура кадра Ethernet использует по крайней мере 18 байт, поэтому размер блока данных в Ethernet — от 46 до 1500 байт. Каждый кадр содержит управляющую информацию и имеет общую с другими кадрами организацию.

Например, передаваемый по сети кадр Ethernet II (рис. 6.24) используется для протокола управления передачей межсетевого

протокола TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Кадр состоит из полей, которые перечислены ниже.

| Поле кадра | Назначение |
|----------------------------------|--|
| Преамбула | Отмечает начало кадра |
| Местоназначение и источник | Указывает адрес источника и адрес приемника |
| Тип | Используется для идентификации протокола сетевого уровня |
| Циклический избыточный код (CRC) | Поле информации для проверки ошибок |
| Данные | Содержит передаваемую в кадре информацию |

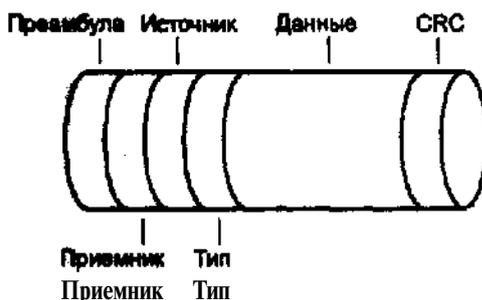


Рис. 6.24. Кадр данных Ethernet II

Сети Ethernet используют различные варианты кабелей и топологий. Далее будут представлены варианты, основанные на спецификации IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Ниже рассмотрены четыре топологии Ethernet со скоростью передачи данных 10 Мбит/с: 10BaseT, 10Base2, 10Base5, 10BaseFL.

10BaseT. В 1990 г. IEEE опубликовал спецификацию 802.3 для построения сети Ethernet на основе витой пары. *10BaseT* (10 — скорость передачи, измеряемая мегабитами в секунду, Base — узкополосная, T — витая пара) — сеть Ethernet, которая для соединения компьютеров обычно использует неэкранированную витую пару (UTP). Тем не менее и экранированная витая пара (STP) также может применяться в топологии 10BaseT без изменения ее параметров.

Большинство сетей этого типа строится в виде звезды, но по системе передачи сигналов представляют собой шину, как и дру-

гие конфигурации Ethernet. Обычно концентратор сети 10BaseT выступает как многопортовый репитер и часто располагается в распределительной стойке здания. Каждый компьютер подключается к другому концу кабеля, соединенного с активным концентратором (рис. 6.25), и использует две пары проводов: одну — для приема, другую — для передачи.

Максимальная длина сегмента 10BaseT — 100 м (см. рис. 6.25). Минимальная длина кабеля — 2,5 м. Сеть 10BaseT может обслуживать до **1024** компьютеров.



Рис. 6.25. Активный концентратор в сети 10BaseT

На рис. 6.26 показано, как сеть 10BaseT реализует преимущества топологии *звезда*. Кабель UTP обеспечивает скорость передачи данных 10 Мбит/с. Изменение конфигурации производится на коммутационных панелях — простым переключением шнура из одного гнезда в другое. Эти изменения не затрагивают другие сетевые устройства.



Рис. 6.26. Сеть 10BaseT звездообразной топологии

10Base2. В соответствии со спецификацией IEEE 802.3 эта топология называется 10Base2 (2 — передача на расстояние, примерно в два раза превышающее 100 м).

Сеть такого типа ориентирована на тонкий коаксиальный кабель, или "тонкий Ethernet", с максимальной длиной сегмента 185 м. Минимальная длина кабеля 0,5 м. Кроме того, существует ограничение на максимальное количество компьютеров, которое может быть размещено на **185-метровом** сегменте кабеля, — 30 шт.

Компоненты кабеля "тонкий Ethernet": баррел-коннекторы, T-коннекторы и терминаторы.

Сети на тонком Ethernet обычно имеют топологию "шина". Стандарты IEEE для "тонкого Ethernet" не предусматривают использования кабеля трансивера между T-коннектором и компьютером. Вместо этого T-коннектор располагают непосредственно на плате сетевого адаптера.

Баррел-коннектор, соединяя сегменты кабеля, позволяет увеличить его общую длину. Например, вам нужен кабель длиной 30 м, а у вас есть сегменты тонкого кабеля по 20 и 5 м. Соедините двумя баррел-коннекторами эти сегменты, чтобы получить кабель нужной длины. Однако использование баррел-коннекторов желательно свести к минимуму, поскольку они ухудшают качество сигнала.

Сеть на "тонком Ethernet" — экономичный способ реализации сетей для небольших отделений и рабочих групп. Используемый в такого типа сетях кабель относительно недорогой, прост в установке и легко конфигурируется.

По спецификации IEEE 802.3 сеть на "тонком Ethernet" может поддерживать до 30 узлов (компьютеров и репитеров) на один кабельный сегмент. Но при этом необходимо соблюдать *правило 5-4-3*. Поясним его суть. Сеть на "тонком Ethernet" может состоять максимум из 5 сегментов кабеля, соединенных 4 репитерами, но только к 3 сегментам могут быть подключены рабочие станции. Таким образом, два сегмента остаются зарезервированными для репитеров, их называют межрепитерными связями. Такая конфигурация известна как правило ~~5-4-3~~.

На рис. 6.27 имеется 5 магистральных сегментов и 4 репитера. К магистральным сегментам 1, 2, 5 подключены компьютеры. Магистральные сегменты 3 и 4 предназначены только для увеличения общей длины сети.

Поскольку для сетей на "тонком Ethernet" ограничения слишком жесткие, большие предприятия, чтобы соединить сегменты и увеличить общую длину сети до 925 м, используют репитеры.

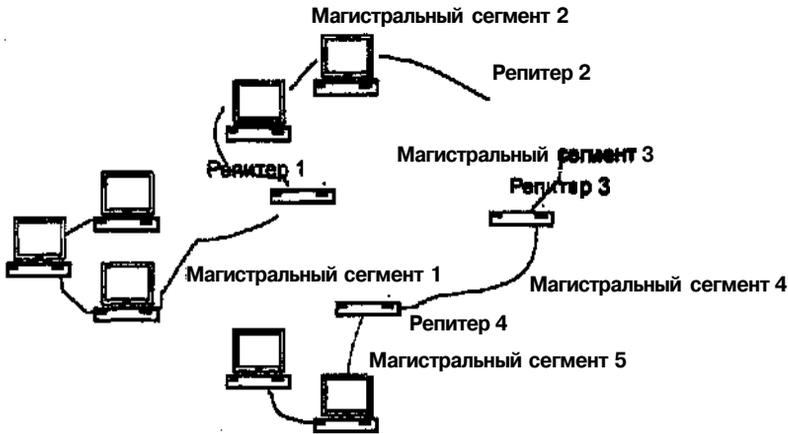


Рис. 6.27. Правило 5—4—3 для "тонкого Ethernet": 5 сегментов, 4 репитера, 3 сегмента для подключения станций

10Base 5. Так называется эта технология в соответствии с спецификацией IEEE. Известно и другое ее название — *стандартный Ethernet*.

Сети на толстом коаксиальном кабеле ("толстый Ethernet") обычно используют топологию *шина*. "Толстый Ethernet" может поддерживать до 100 узлов на магистральный сегмент. Магистраль — главный кабель, к которому присоединяются трансиверы с подключенными к ним рабочими станциями и репитерами (рис. 6.28). Сегмент "толстого Ethernet" может иметь длину 500 м при общей длине сети 2500 м.

Расстояния и допуски для "толстого Ethernet" больше, чем для "тонкого Ethernet".

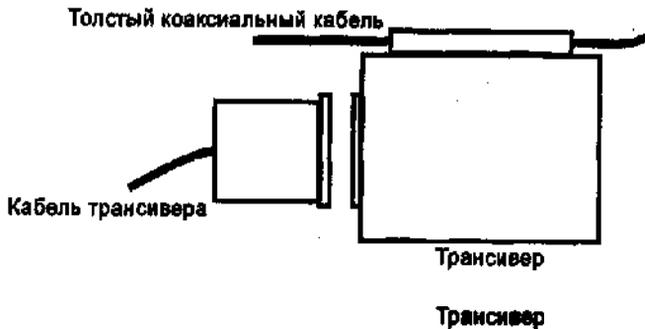


Рис. 6.28. "Толстый Ethernet" с подключенным трансивером 231

Компоненты кабельной системы:

- трансиверы. Они обеспечивают связь между компьютером и главным кабелем ЛВС, совмещены с "зубом вампира", соединенным с кабелем;
- кабели трансиверов (ответвляющиеся кабели). Они соединяют трансивер с платой сетевого адаптера;
- **DIX-коннектор** или **AUI-коннектор**. Расположен на кабеле трансивера;
- коннекторы N-серии (в том числе баррел-коннекторы) и терминаторы N-серии.

Компоненты "толстого Ethernet" работают так же, как компоненты "тонкого Ethernet".

Суть *правила 5-4-3* для "толстого Ethernet" (рис. 6.29) состоит в следующем. Сеть на "толстом Ethernet" может состоять максимум из пяти магистральных сегментов, соединенных четырьмя репитерами, но только к трем сегментам могут быть подключены компьютеры. При вычислении общей длины кабеля "толстый Ethernet" длина кабеля трансивера не учитывается, т.е. в расчет принимают только длину сегмента кабеля "толстый Ethernet".

Минимальное расстояние между соседними подключениями 2,5 м. В это расстояние не входит длина **кабеля** трансивера. "Тол-

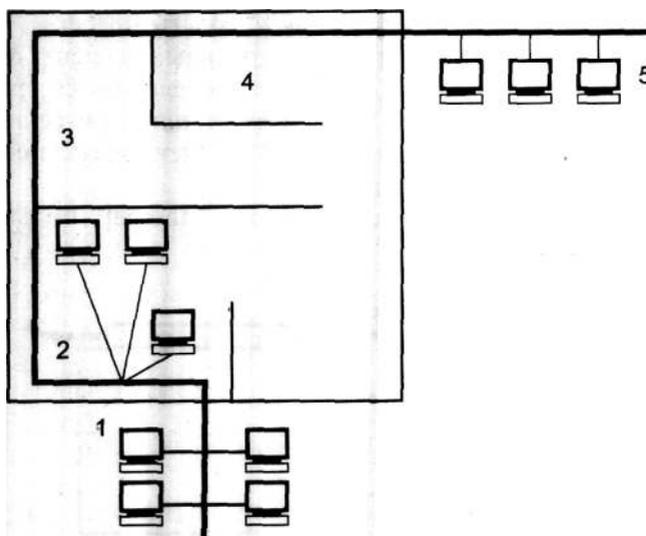


Рис. 6.29. Правило 5-4-3 для "толстого Ethernet"
1, 2, 3, 4 и 5 — сегменты сети

стый Ethernet" был разработан для построения ЛВС в рамках большого отдела или всего здания.

Обычно в крупных сетях используют "толстый" и "тонкий Ethernet". "Толстый Ethernet" хорошо подходит в качестве магистрали, а для ответвляющихся сегментов применяют "тонкий Ethernet". Трансивер соединяется с кабелем "толстый Ethernet", **AUI-коннектор** кабеля трансивера включается в репитер. Ответвляющиеся сегменты "тонкого Ethernet" соединяются с репитером, а к ним уже подключаются компьютеры.

10BaseFL. Эта топология представляет собой сеть Ethernet, в которой компьютеры и репитеры соединены оптоволоконным кабелем.

, Основная причина популярности 10BaseFL — возможность прокладывать кабель между репитерами на большие расстояния (например, между зданиями). Максимальная длина сегмента 10BaseFL составляет 2 000 м.

Стандарты IEEE на 100 Мбит/с. Новые стандарты Ethernet позволяют преодолеть скорость передачи в 10 Мбит/с. Эти новые возможности разрабатываются для таких приложений, порождающих интенсивный трафик, как: CAD (Computer-Aided Design) — системы автоматизированного проектирования, CAM (Computer-Aided Manufacturing) — системы автоматизированного производства, видео-, отображения и хранения документов.

Известны два стандарта Ethernet, которые могут удовлетворить возросшие требования:

- 100BaseVG-AnyLAN Ethernet;
- 100BaseX Ethernet (Fast Ethernet).

И Fast Ethernet, и **100BaseVG-AnyLAN** Ethernet работают примерно в **5—10** раз быстрее, чем стандартный Ethernet. Кроме того, они совместимы с существующей кабельной системой 10BaseT. Следовательно, переход от нее к этим стандартам осуществляется достаточно просто и быстро.

6.8. СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ МОДЕЛИ OSI

Магистральный канал передачи данных состоит из отдельных линий связи и узлов коммутации, которые обеспечивают соединение территориально удаленных абонентов между собой. Установление соединения (физического или виртуального) осуществляется

с помощью того или иного метода коммутации. В зависимости от методов установления соединения и способов передачи данных от одного узла к другому различают сети с коммутацией каналов, коммутацией сообщений и коммутацией пакетов [32], [33].

Коммутация каналов. В сетях с коммутацией каналов между вызывающей и вызываемой оконечными установками в течение всего времени передачи имеется сквозное соединение (рис. 6.30).

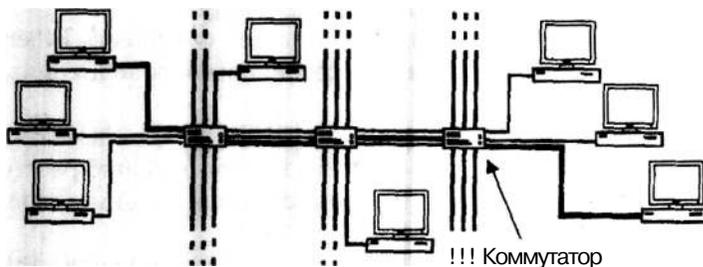


Рис. 6.30. Сеть с коммутацией каналов

Соединительный тракт состоит из ряда участков, которые в процессе установления соединения включаются последовательно друг за другом. Тракт **“прозрачен”** в отношении кодов и методов управления. Время распространения сигнала данных по соединительному тракту постоянно.

В сеансе связи различают три фазы: установление соединения, передачу данных и разъединение соединения (рис. 6.31).

Процессом установления соединения управляет источник, который посылает сигнал **вызова**, получает ответный сигнал (при-

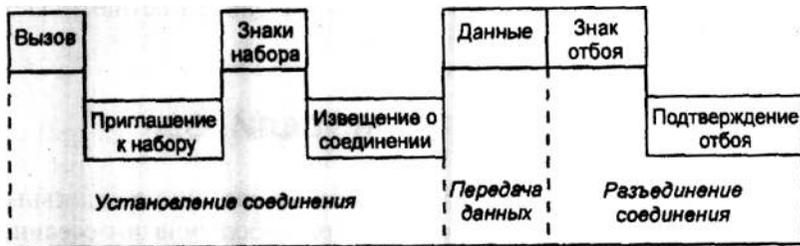


Рис. 6.31. Фазы сеанса связи

глашение к набору номера) и вслед за этим передает адресную информацию (знаки набора номера). Коммутационный узел обрабатывает эту информацию, занимает один из каналов в пучке кабеля, ведущего к следующему коммутационному узлу, и передает последнему знаки набора, необходимые для дальнейшего установления соединения. Таким образом, постепенно, по участкам, вплоть до вызываемого абонента образуется соединительный тракт. После завершения этого процесса от сети на вызывающую и вызываемую оконечные установки поступают сигналы, извещающие о том, что соединение готово к передаче данных.

В течение фазы передачи данных управление осуществляется оконечной установкой. В оконечной установке принимается решение о мерах, которые необходимо принять для обнаружения и исправления ошибок передачи.

Разъединение может быть начато любой из двух связанных между собой оконечных установок с помощью сигнала отбоя. По этому сигналу все коммутационные узлы, участвующие в образовании соединительного тракта, отключают соединения. Среди сетей передачи данных с коммутацией каналов различают два типа: синхронные и асинхронные сети.

В *синхронной сети* с коммутацией каналов ход во время всех процессов передачи и коммутации определяется единым тактовым синхросигналом. Он подводится ко всей аппаратуре и оборудованию сети, задает для всей сети жесткий временной растр и обеспечивает синхронизм всех процессов.

В *асинхронных сетях* общая синхронизация по элементам отсутствует, и для сети не задаются единые такты. Отдельная аппаратура передачи данных и коммутационные устройства имеют самостоятельные, независимые друг от друга тактовые генераторы.

Коммутация сообщений. В сети с коммутацией сообщений (рис. 6.32) между оконечными установками, обменивающимися информацией, нет сквозного соединения. В коммутационных узлах сообщения заносятся в память и передаются далее по участкам переприема от узла к узлу.

На оконечной установке, от которой необходимо передать сообщение, оно снабжается заголовком, содержащим адрес желаемого абонента, и по абонентской линии a передается на ближайший коммутационный узел A . В нем сообщение запоминается, его заголовок обрабатывается, определяется, в какую из исходящих линий далее его нужно направить, и, наконец, передается

на следующий коммутационный узел B . Если линия b , по которой нужно передать сообщение далее, занята, то оно остается в запоминающем устройстве (буферном накопителе узла) до тех пор, пока не будут переданы все находящиеся перед ним в очереди другие сообщения. Поскольку на участке в магистральном канале скорость передачи обычно выше, чем в абонентской линии a , длительность передачи по этому участку на временной диаграмме (см. рис. 6.32) показана более короткой.

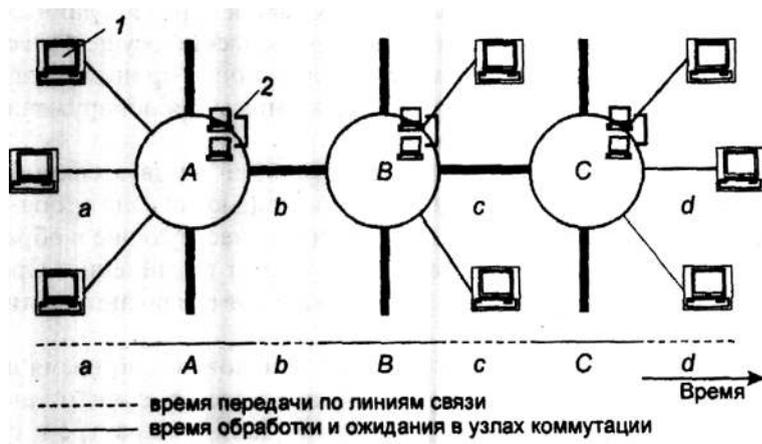


Рис. 6.32. Сеть с коммутацией сообщений:
 оконечная установка передачи данных; 2 — узел коммутации

Узел коммутации B , в котором сообщение обрабатывается так же, как и в узле A , передает сообщение по линии c на узел C . От последнего оно передается по абонентской линии d на принимающий модуль абонента.

Время ожидания, в течение которого сообщение хранится в узле коммутации, зависит от длины очередей на линии связи, поэтому общее время прохождения сообщения между двумя оконечными установками в сети может быть различным. Запись сообщений в память упрощает трансформацию скоростей различного оборудования данных, осуществляемую в коммутационных узлах. Использование на межузловых участках дуплексных высокоскоростных линий связи позволяет более эффективно, чем в сетях с коммутацией каналов, передавать требуемый объем ин-

формации и использовать ресурсы сети. Однако экономию линий связи необходимо сопоставлять с затратами, которых требуют запоминание и обработка сообщений в узлах коммутации.

Коммутация пакетов. Коммутация пакетов является развитием метода коммутации сообщений. Она позволяет добиться дальнейшего увеличения пропускной способности сети, скорости и надежности передачи данных. В сети с коммутацией пакетов сообщения разделяются на отдельные части — *пакеты* (рис. 6.33). Каждый пакет имеет, как правило, фиксированную длину и снабжается заголовком, указывающим адрес пункта Отправления, адрес пункта назначения и номер пакета в сообщении. Максимальная длина пакета лежит в пределах от 10 до $2 \cdot 10^4$ бит. Разложение сообщения на пакеты и восстановление его после передачи осуществляются окончательным оборудованием источника и адресата.

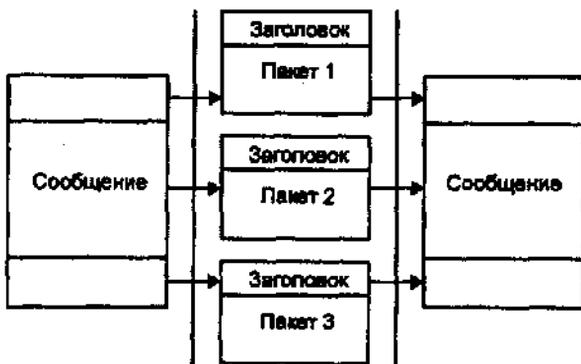


Рис. 6.33. Схема пакетирования сообщений

В принимающем коммутационном узле каждый пакет проверяется на наличие ошибок. На пакеты, принятые без ошибок, в ответ направляется подтверждение их приема (положительная квитанция ДА). Если же в пакете обнаружены ошибки, то посылается запрос на его повторную передачу (отрицательная квитанция НЕТ).

Для передачи отдельных пакетов каждого сообщения по сети могут выбираться различные пути (рис. 6.34), что обеспечивает более гибкое и оперативное приспособление к состояниям заня-



Рис. 6.34. Различные пути передачи пакетов

тости тех или иных линий связи и узлов коммутации. При этом могут возникнуть ситуации, при которых пакеты могут поступать в адрес получателя в неверной последовательности.

Известны два способа передачи пакетов в сети передачи данных: виртуальный и датаграммный. При работе в *режиме виртуального канала* коммутационный узел пункта назначения сортирует поступившие на него пакеты перед их дальнейшей передачей на оконечную станцию. В *датаграммном режиме* передачи сортировка возлагается на принимающую оконечную станцию.

Метод коммутации пакетов по сравнению с другими методами обеспечивает наименьшую задержку при передаче данных и наибольшую пропускную способность сети.

На сетевом уровне в отличие от канального, в котором управление идет между двумя точками, должно быть организовано управление потоком по всему виртуальному каналу от источника до получателя. При этом предполагается, что канальный уровень справляется со своими задачами и ошибок в передаче между узлами нет.

Если в сеть поступает большое число пакетов, то заметно растут задержки и производительность, измеряемая числом пакетов, доставляемых по назначению в единицу времени, начинает снижаться. Если поступающая нагрузка достаточно высока, может даже возникнуть тупиковая ситуация, когда все накопители оказываются переполнены, поступление нагрузки прекращается и производительность падает до нуля.

Для предотвращения возникновения тупиковых ситуаций существуют специальные методы. Наиболее распространенным является метод скользящего окна [36].

6.9. ГЛОБАЛЬНАЯ СЕТЬ ИНТЕРНЕТ

6.9.1. ПОЯВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СЕТИ

2 января 1969 г. Агентство перспективных исследовательских проектов (ARPA — Advanced Research Projects Agency), являющееся одним из подразделений Министерства обороны США, начало работу над проектом связи компьютеров оборонных организаций. В результате была создана сеть ARPANET, в основе функционирования которой лежали принципы, использованные позже при построении Интернета [35]. ARPANET, с одной стороны, должна была обеспечить сохранение коммуникаций в случае ядерной атаки противника, с другой стороны, облегчить сотрудничество различных исследовательских учреждений. ARPANET обеспечивала связь между университетами, военными учреждениями и предприятиями оборонной промышленности. В случае разрушения одной или нескольких линий связи система должна была уметь переключаться на другие линии. Спустя некоторое время в систему были встроены программы перемещения файлов и электронная почта.

Следующим этапом в развитии Интернета было создание сети Национального научного фонда США (**NSF** — National Science Foundation). Сеть NSFNET объединяла научные центры США. Основой сети стали пять суперкомпьютеров, соединенных между собой высокоскоростными линиями связи. Все остальные пользователи могли подключаться к сети и использовать возможности этих суперкомпьютеров.

В 1987 г. был создан хребет сети NSFNET, состоящий из **13** центров, соединенных высокоскоростными линиями связи. Центры располагались в разных частях США. Сеть NSFNET быстро заняла место ARPANET, и последняя была ликвидирована в 1990 г. Таким образом появилась сеть Интернет в США.

Одновременно были созданы национальные сети в других странах. Они стали объединяться, и в 1990-х гг. возникла сеть Интернет в ее нынешнем виде. Сейчас Интернет объединяет тысячи разных сетей, расположенных по всему миру, к ним имеют доступ десятки миллионов пользователей.

В России сеть Интернет появилась недавно (сначала — электронная почта). Бурный рост пользователей в России начался с **1996** г.

Интернет скоро станет основным средством связи. Не только компьютеры, но телефоны, телевизоры, видеокамеры и другие устройства будут подключаться напрямую к сети Интернет. Умение работать в Интернете станет обязательным условием для достижения успехов практически в любой области деятельности.

6.9.2. СТРУКТУРА СЕТИ

Отличительной особенностью Интернета является высокая надежность. При выходе из строя части компьютеров и линий связи сеть будет продолжать функционировать. Такая надежность обеспечивается тем, что в сети Интернет нет единого центра управления. Если выходят из строя некоторые линии связи и компьютеры, то сообщения могут быть переданы по другим линиям связи. Как и любая другая компьютерная сеть, Интернет состоит из множества компьютеров, соединенных между собой линиями связи (рис. 6.35), и установленных на этих компьютерах программ. Интернет обеспечивает обмен информацией между всеми компьютерами, которые входят в сети, подключенные к ней. Тип компьютера и используемая ими операционная система значения не имеют.

Основные ячейки Интернета — локальные вычислительные сети. Если ЛВС подключена к Интернету, то и каждая рабочая станция этой сети также может подключиться к Интернету. Существуют также компьютеры, самостоятельно подключенные к Интернету. Это *хост-компьютеры* (host — хозяин).

"Центральная жила" Интернета — оптоволоконный кабель с очень высокой пропускающей способностью. Информацию можно переносить и с помощью спутниковых систем связи. Спутники позволяют передавать информацию между континентами через космическое пространство.

Интернет представляет собой совокупность физически взаимосвязанных хост-компьютеров. Каждый подключенный к сети компьютер имеет свой адрес, по которому его может найти абонент из любой точки мира.

Пользователи Интернета подключаются к сети через компьютеры специальных организаций, которые называются поставщиками услуг сети Интернет — *провайдерами* (provider). Провайдеры имеют множество линий для подключений пользователей и

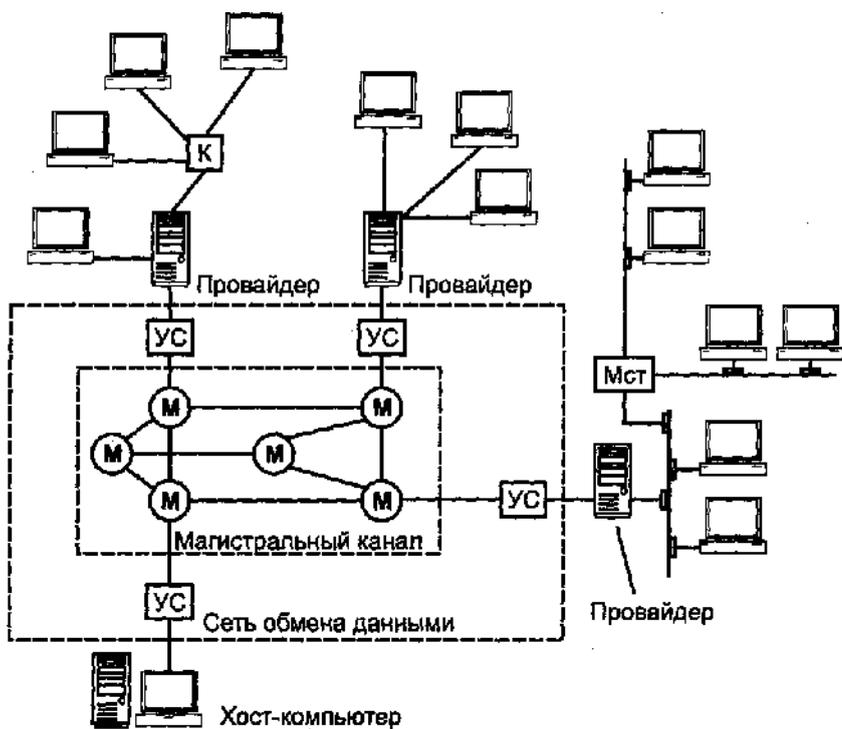


Рис. 6.35. Схема соединения компьютеров в Интернете

высокоскоростные линии связи для подключения к остальной части Интернета. Мелкие поставщики подключены к более крупным и т.д. Все организации, соединенные между собой высокоскоростными линиями связи, используют магистральный канал, или *хребет* (от англ. — *backbon*), сети Интернет. Если поставщик подключен непосредственно к хребту, то скорость передачи информации будет максимальной.

Однако и одиночный пользователь, и ЛВС могут подключаться высокоскоростной линией к хребту Интернета и стать провайдерами.

Компьютеры, подключенные к Интернету, часто называются ее узлами или *сайтами* (от англ. *site* — место). Узлы, установленные у провайдеров, обеспечивают доступ пользователей к Интернету.

Многие фирмы создают в Интернете *web-узлы* (web — паутина, сеть, **сплетение**), с помощью которых они распространяют информацию о своих товарах и услугах.

Подключение к Интернету через провайдера означает, что вы с помощью своего модема **устанавливаете** соединение с компьютером поставщика, который связывает вас с Интернетом. В настоящее время используются четыре различных варианта подключения к Интернету:

- *постоянное подключение (24 часа в сутки)*. ЛВС подсоединяются с помощью выделенной линии связи, которая обеспечивает высокую скорость передачи информации. Используется средними и крупными фирмами. Дорогой вариант;

- *работа с помощью электронной почты*. Дешевый метод;

- *коммутируемое соединение с помощью эмуляции терминала*. Ваш ПК — удаленный терминал поставщика — использует систему поставщика. Сейчас этот способ используют в основном профессионалы, чтобы добиться некоторых нестандартных результатов, а раньше им пользовались многие;

- *коммутируемое IP-соединение*. Через обычную телефонную линию ваш модем связывается с модемом провайдера. Это сеансовое **соединение**, так как во время сеанса вы полноправный пользователь Интернета, но по окончании сеанса связь с Интернетом разрывается.

6.9.3. ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ

В сети Интернет используются два основных понятия: *адрес* и *протокол*.

Свой уникальный адрес имеет любой компьютер, подключенный к Интернету. Даже при временном соединении по коммутируемому каналу компьютеру выделяется уникальный адрес. Адрес должен иметь формат, позволяющий вести его **обработку** автоматически и нести некоторую информацию о своем владельце.

С этой целью для каждого компьютера устанавливаются два адреса: цифровой IP-адрес и доменный адрес.

Цифровой адрес удобен для обработки на компьютере, а доменный адрес — для восприятия пользователем.

Цифровой адрес. Он имеет длину 32 бита, для удобства разделен на 4 блока по 8 бит, которые можно записать в десятичном виде.

Например, адрес сети — **192.45**; адрес подсети — 9; адрес компьютера — **150**.

Полный адрес: 192.45.9.150

Доменная адресация. Числовая адресация удобна для машинной обработки таблиц маршрутов, но совершенно неприемлема для использования ее человеком. Запомнить наборы цифр гораздо труднее, чем мнемонические осмысленные имена. Для облегчения взаимодействия в сети сначала стали использовать таблицы соответствия числовых адресов именам машин. Эти таблицы сохранились до сих пор и используются многими прикладными программами. Это файлы с именем hosts. Если речь идет о системе типа Unix, то этот файл расположен в каталоге etc (табл. 6.3).

Таблица 6.3

| Цифровой адрес | Имя машины | Синонимы |
|----------------|------------|-----------|
| 127.0.0.1 | Localhost | Localhost |
| 144.206.160.32 | Polyn | Polyn |
| 144.206.160.40 | Apollo | www |

Последний столбец в этой таблице является необязательным. Пользователь для обращения к машине может использовать как IP-адрес машины, так и ее имя или синоним (alias). Обращения, представленные ниже, приводят к одному и тому же результату — инициированию сеанса telnet с машиной Apollo:

```
telnet 144.206.160.40
```

или

```
telnet Apollo
```

или

```
telnet www
```

Однако такой способ присвоения символьных имен был хорош до тех пор, пока число пользователей Интернета было невелико. По мере роста сети стало затруднительным держать большие списки имен на каждом компьютере. Для того чтобы решить эту проблему, была придумана специальная система имен — DNS (Domain Name System).

Любая DNS является прикладным процессом, который работает над стеком TCP/IP. Таким образом, базовым элементом адресации является IP-адрес, а доменная адресация выполняет роль сервиса.

Система доменных адресов строится по иерархическому принципу. Однако иерархия эта нестрогая. Фактически нет единого корня всех доменов. В 1980-е гг. были определены первые домены верхнего уровня: gov, mil, **edu**, com, net. Позднее, когда сеть перешагнула национальные границы США, появились национальные домены типа **uk**, jr, **au**, **ch** и т.п. Для СССР также был выделен домен (**su**). После 1991 г., когда республики Союза стали суверенными, многие из них получили свои собственные домены. Однако домен СССР остался, ибо просто так выбросить домен из сервера имен нельзя, на основе доменных имен строятся адреса электронной почты и доступ ко многим другим информационным ресурсам Интернета. Поэтому гораздо проще оказалось ввести новый домен к существующему, чем заменить его. Таким образом, в Москве существуют организации с доменными именами, оканчивающимися на su (например, kiae.su) и на **ru** (например, **mes.i.ru**).

Вслед за доменами верхнего уровня следуют домены, определяющие либо регионы, либо организации. Далее идут следующие уровни иерархии, которые могут быть закреплены либо за небольшими организациями, либо за подразделениями больших организаций.

Сетевой протокол. Он предписывает правила работы компьютерам, которые подключены к сети. Стандартные протоколы заставляют разные компьютеры **“говорить”** на одном языке. Таким образом осуществляется возможность подключения к Интернету разнотипных компьютеров, работающих под управлением различных операционных систем.

На нижних (2-м и 3-м) уровнях используются два основных протокола: IP-протокол Интернета и TCP-протокол управления передачей.

Так как эти два протокола тесно связаны, то часто их объединяют и говорят, что в Интернете базовым протоколом является TCP/IP. Все остальные протоколы строятся на их основе.

Конечными пользователями глобальной сети являются хост-компьютеры (или устройства), имеющие 32-битный адрес, разбитый на 4 байта и представленный в десятичном формате

(256.256.256.256), так как в двоичном виде он плохо воспринимается **людьми**.

Протокол ТСР разбивает информацию на порции, нумерует все порции, чтобы при получении можно было правильно собрать информацию. Каждый пакет получает заголовок ТСР, где, кроме адреса получателя, содержится информация об исправлении ошибок и о последовательности передачи пакетов. Затем пакеты ТСР разделяются на еще более мелкие пакеты IP.

Пакеты состоят из трех различных уровней, каждый из которых содержит: данные приложения, информацию ТСР, информацию IP.

Перед отправкой пакета протокол ТСР вычисляет контрольную сумму. При поступлении снова рассчитывается контрольная сумма, если пакет поврежден, то запрашивается повторная передача. Затем принимающая программа объединяет пакеты IP в пакеты ТСР, из которых реконструируются исходные данные.

Протоколы ТСР/IP обеспечивают передачу информации между компьютерами. Все остальные протоколы с их помощью реализуют самые разные услуги Интернета.

6.9.4. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСОВ ИНТЕРНЕТА

Информационные ресурсы Интернета — это вся совокупность информационных технологий и баз данных, которые доступны при помощи этих технологий. К их числу относятся, например:

- электронная почта;
- система телеконференций Usenet;
- система файловых архивов FTP (File Transfer Protocol);
- информационная сеть WWW;
- информационная система Gopher;
- информационная система **WAIS** (Wide Area Information Service);
- информационные ресурсы **LISTSER V**;
- справочные книги X.500;
- справочная служба **WHOIS**;
- информационные ресурсы **Mailbase** и TRICKLE;
- удаленный доступ к ресурсам Telnet.

Главный режим доступа к информационным ресурсам Интернета — *on-line*. Даже серверы электронной почты обмениваются информацией друг с другом в интерактивном режиме по протоколу SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).

В отечественных условиях, несмотря на бурное развитие телекоммуникаций, основным средством доступа к Интернету является электронная почта.

Приведем краткую характеристику перечисленных выше ресурсов сети.

Электронная почта. Это один из важнейших информационных ресурсов, самое массовое средство электронных коммуникаций. Любой пользователь Интернета имеет свой почтовый ящик в сети. Если учесть, что через Интернет можно принять или послать сообщения еще в два десятка международных компьютерных сетей, некоторые из которых не имеют сервиса *on-line* вовсе, то становится понятным, что почта предоставляет возможности в некотором смысле даже более широкие, чем просто информационный сервис Интернета.

Электронная почта во многом похожа на обычную почтовую службу. Корреспонденция подготавливается пользователем на своем рабочем месте либо программой подготовки почты, либо просто обычным текстовым редактором. Программа подготовки почты вызывает текстовый редактор, который пользователь предпочитает всем остальным программам этого типа. Затем пользователь должен вызвать программу отправки почты (программа подготовки почты вызывает программу отправки автоматически). Стандартной программой отправки является *sendmail*, работающая как почтовый курьер, который доставляет обычную почту в отделение связи для дальнейшей рассылки. В Unix-системах *sendmail* сама является отделением связи. Она сортирует почту и рассылает ее адресатам. От пользователей персональных компьютеров, имеющих почтовые ящики на своих машинах и работающих с почтовыми серверами через коммутируемые телефонные линии, могут потребоваться дополнительные действия. Так, например, пользователи почтовой службы Relcom должны запускать программу UUCP (Unix-to-Unix Copy Protocol), которая осуществляет доставку почты на почтовый сервер.

Для работы электронной почты в Интернете разработан специальный протокол SMTP, который является протоколом при-

кладного уровня и использует транспортный протокол TCP. Однако совместно с этим протоколом используется и UUCP, который хорошо подходит для использования телефонных линий связи. Большинство пользователей электронной почты Relcom реально пользуются для доставки почты на узел именно этим протоколом. Разница между SMTP и UUCP заключается в том, что при использовании первого протокола **sendmail** пытается найти машину — получателя почты и установить с ней взаимодействие в режиме on-line для того, чтобы передать почту в ее почтовый ящик. В случае использования UUCP почта достигает почтового ящика получателя за считанные минуты и время получения сообщения зависит только от того, как часто получатель просматривает содержимое своего почтового ящика.

Система телеконференций Usenet. Система построена по принципу электронных досок объявлений, когда любой пользователь может поместить свою информацию в одну из групп новостей Usenet, и эта информация станет доступной другим пользователям, которые на данную группу новостей подписаны. Именно этим способом распространяется большинство сообщений Интернета, например списки наиболее часто задаваемых вопросов FAQ (Frequently Asked Questions) или реклама программных продуктов. По **Usenet** можно получить и вирус, если заказывать и распаковывать все подряд, что приходит на ваш почтовый адрес. Usenet — хорошее место для объявления международных конференций и семинаров.

Система файловых архивов FTP. Это огромное распределенное хранилище всевозможной информации, накопленной за последние 10—15 лет в сети. Любой пользователь может воспользоваться услугами анонимного доступа к этому хранилищу и скопировать интересующие его материалы. Объем программного обеспечения в архивах FTP составляет терабайты информации, и ни один пользователь или администратор сети просто физически не может обозреть эту информацию. Кроме программ в FTP-архивах можно найти стандарты Интернета RFC, пресс-релизы, книги по различным отраслям знаний, главным образом по компьютерной проблематике, и многое другое. Практически любой архив строится как иерархия каталогов. Многие архивы дублируют информацию из других архивов (так называемые зеркала — mirrors). Для того чтобы получить нужную информацию, вовсе не обязательно ждать, пока информация будет передана из Авст-

ралии или Южной Африки, можно поискать "зеркало" где-нибудь ближе, например в Финляндии или Швеции. Для этой цели существует специальная программа Archive, которая позволяет просканировать FTP-архивы и найти тот, который устраивает пользователя по составу программного обеспечения и коммуникационным условиям.

WWW. Распределенная гипертекстовая информационная система World Wide Web (Всемирная паутина) — это последний хит Интернета. World Wide Web предоставляет удобный доступ к большинству информационных архивов Интернета. Особенностью системы является механизм гипертекстовых ссылок, благодаря которому пользователь может просматривать материалы в порядке выбора этих ссылок. Многие интерфейсы данной технологии позволяют выбирать интересующий материал простым нажатием кнопки мыши на нужном слове или поле графической картинке. Система универсальных адресов дает возможность проадресовать практически все информационные ресурсы Интернет. Многие издательства взяли WWW на вооружение для создания электронных версий своих журналов. В системе WWW существует большое количество различного рода каталогов, которые позволяют ориентироваться в сети. Кроме того, пользователи могут выполнять даже удаленные программы или смотреть фильмы по сети. Такой сервис не обеспечивается другими информационными системами Интернет.

Gopher. Это еще одна распределенная информационная система Интернета. В основу ее интерфейсов положена идея иерархических каталогов. Внешне Gopher выглядит как огромная файловая система, которая расположена на машинах сети. Первоначально Gopher задумывался как информационная система университета с информационными ресурсами факультетов, кафедр, общежитий и т.п. До сих пор основные информационные ресурсы системы сосредоточены в университетах. Gopher считается простой системой, легкой в установке и администрировании, достаточно надежной и защищенной. Количество серверов Gopher на 1994 г. превышало число серверов WWW в 1,5 раза, и до 1995 г. темпы роста установок серверов Gopher опережали все остальные ресурсы сети. В России Gopher-серверы не так распространены, как во всем мире; профессионалам больше нравится **World Wide Web**.

WAIS. Это распределенная информационно-поисковая система Интернета. WAIS разработана четырьмя ведущими американ-

скими компаниями, и первое время она была коммерческим продуктом, пока не появилась свободно распространяемая версия — *free WAIS*. В основу системы положен принцип поиска информации с использованием логических запросов, основанных на применении ключевых слов. Клиент "обшаривает" все серверы WAIS на предмет наличия на них документов, удовлетворяющих запросу. Система широко применяется как поисковая машина в других информационных сервисах Интернета, например в WWW и Gopher. Наиболее известным проектом, где была применена WAIS, является электронная версия энциклопедии "Британика".

LISTSER V. Это, строго говоря, не сервис Интернета, а система почтовых списков BITNET. Однако это очень популярный ресурс в глобальных компьютерных сетях, и в Интернете существуют шлюзы для доступа к нему. LISTSER V специально ориентирован на применение в качестве транспорта электронной почты. Доступ к нему в интерактивном режиме затруднен. В мире насчитывается много сотен списков LISTSER V, которые организованы по группам интересов, например существуют группы разработчиков программ ядерно-физических расчетов EGS-4 или группы любителей научной фантастики. LISTSER V во многом пересекается с Usenet, однако это не мешает существованию как одной, так и другой системы.

X.500. Это европейский стандарт для компьютерных справочных служб. Базы данных X.500 содержат информацию о пользователях сети, их электронные и обычные адреса, идентификаторы и реальные имена, должности и места службы. Кроме того, хранится информация не только о физических лицах, но и об организациях. В последнем случае дается краткое описание основных направлений их деятельности.

WHOIS. Это служба, аналогичная по назначению системе X.500, но являющаяся детищем Интернета. Работа с системой WHOIS несколько отличается от работы с X.500 в силу ее организации. WHOIS — распределенная система, поэтому запросы отправляются по всему множеству серверов WHOIS в Интернет, если только не указан адрес конкретного сервера.

Mailbase. Это система, во многом повторяющая описанный выше ресурс LISTSER V.

TRICKLE. Это доступ по почте к архивам RTF, который организован через специальный шлюз. Этот шлюз имеет навигацион-

ные средства для поиска нужной информации в сети, пользователь может вести с ним своеобразный диалог по почте, выбирая нужную информацию путем ввода специальных команд TRICKLE.

Существуют и другие **ресурсы**, к которым можно получить доступ по почте.

Telnet ← одна из самых старых информационных технологий Интернета. Она входит в число стандартов, которых насчитывается три десятка на полторы тысячи рекомендуемых официальных материалов сети, называемых RFC (Request For Comments).

Под telnet понимают триаду, состоящую из telnet-интерфейса пользователя, telnet-процесса и telnet-протокола. Эта триада обеспечивает описание и реализацию сетевого **терминала** для доступа к ресурсам удаленного компьютера.

В настоящее время существует достаточно большое количество программ — от **Kermit** до различного рода BBS (Bulletin Board System), которые позволяют работать в режиме удаленного терминала, но ни одна из них не может сравниться с telnet по степени проработанности деталей и концепции реализации.

Telnet как протокол описан в стандарте RFC-854 (май, 1983 г.). Его авторы Дж. Постел (J.Postel) и Дж. Рейнолдс (J. Reynolds) во введении к документу определили назначение telnet так: "Назначение telnet-протокола дать общее описание, насколько это только возможно, двунаправленного, восьмибитового взаимодействия, главной целью которого является обеспечение стандартного метода взаимодействия терминального устройства и терминал-ориентированного процесса. При этом протокол может быть использован и для организации взаимодействия "терминал-терминал" (связь) и "**процесс-процесс**" (распределенные вычисления)".

Telnet строится как протокол приложения над транспортным протоколом TCP. В основу telnet положены три фундаментальные идеи:

- концепция сетевого виртуального терминала NVT (Network Virtual Terminal);
- принцип договорных опций (согласование параметров взаимодействия);
- симметрия связи "терминал-процесс".

При установке telnet-соединения программа, работающая с реальным терминальным устройством, и процесс обслуживания

этой программы используют для обмена информацией спецификацию представления правил функционирования терминального устройства NVT. *Спецификация NVT* — это стандартное описание наиболее широко используемых возможностей реальных физических терминальных устройств, позволяющее преобразовать в стандартную форму способы отображения и ввода информации.

6.9.5. КОММЕРЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА

До недавнего времени сеть Интернет (далее — Сеть) использовалась исключительно как глобальное средство обмена информацией. Однако в последнее время возможности Сети, связанные прежде всего с появлением сервиса WWW, создали благоприятную почву для ведения бизнеса в Сети. Реальность такова, что любые компании или бизнесмены могут рассматривать Сеть в качестве средства для реализации коммерческих целей. Организация виртуального (электронного) магазина для проведения коммерции через Сеть становится все более насущной потребностью для большинства фирм.

Сеть открывает доселе никому не ведомые возможности ведения бизнеса. Любой деловой человек должен понять, что только тот, кто может наиболее полно и качественно использовать потенциал Интернета, имеет шанс значительно улучшить свои конкурентные позиции.

Уже сейчас Сеть активно используется многими компаниями как оперативное средство связи. Причем речь идет и о коммутации внутри одной корпорации (допустим, между разными службами или отделами), и об обмене информацией между разными фирмами, связанными партнерскими отношениями, которые выступают в роли заказчика и поставщика. Подобное применение Сети (чаще всего в этом случае имеют в виду использование электронной почты) позволяет оптимизировать информационные потоки и непосредственно ускорить и сделать более качественным процесс ведения самого бизнеса. Другая активно применяемая модель бизнеса в Сети связана с ее использованием средства массовой информации для распространения сведений о самой фирме и о ее продукции и услугах, или, проще говоря, для рекла-

мы, а также в качестве инструмента **маркетингового** исследования.

Число хост-компьютеров в Сети составляет сейчас более пяти миллионов и растет во всех регионах (Северная Америка, Европа, Азия и др.) с приблизительно одинаковой скоростью — **90—130%** в год. В 1998 г. в Сети действовало около 400 тыс. активных сайтов, в 1999 г. их было уже 850 тыс., а в 2002 г. — более 2 млн активных сайтов.

Общий оборот индустрии Интернета в 2004 г., по оценкам, должен составить более 7 трлн долл. К тому времени в Сети будет функционировать около 10000 крупных коммерческих проектов, включая биржи, работающие в режиме on-line, а также значительное число фирм, специализирующихся на обслуживании и технической поддержке порталов.

В разных странах Интернет развивается неравномерно, поэтому количественные показатели часто несравнимы. В качестве примера возьмем показатели США как страны с наиболее развитой Интернет-индустрией.

Количество рабочих мест в США, непосредственно связанных с организацией и поддержкой Интернет-сайтов, в течение 1999 г. увеличилось на 36% и достигает в настоящее время 2,5 млн. Особенно быстро появляются новые рабочие места в инфраструктуре Сети, где их рост составил 48%. За тот же период общие доходы рынка Интернета в США возросли на 62%, достигнув 524 млрд долл. в год. Доходы от Интернета продолжают расти и в 2000 г. составили 850 млрд долл. В 2003 г. интрасети, созданные на основе интернет-технологий, будут использоваться в 80% американских предприятий. В частном секторе около 37% абонентов будут подключаться к Сети, пользуясь новыми скоростными технологиями, такими, как кабельные модемы (14%), линии **XDSL** и **IDSL** (20%) и гибридные спутниковые каналы (**3%**).

Количество пользователей Интернета. В мире насчитывается **250—300** млн пользователей Сети. По прогнозам аналитиков, в 2003 г. их будет порядка **500—600** млн, а в 2005 г. — более 800 млн человек.

Уровень развития Сети в каждой стране тесно связан с ее общим уровнем инфраструктуры телекоммуникаций и компьютеризации. Неудивительно поэтому, что наиболее развитой страной в этом смысле является в настоящее время США. Более 65% американцев старше 12 лет имеют доступ к **Интернету**, а полови-

на из них каждый день **выходит** в Сеть и проводит в ней не менее часа.

Количество европейских пользователей Сети пока меньше, но быстро растет. Доступ в Интернет сейчас имеют около 34% населения Европы, а к 2004 г. эта цифра составит уже 79%. Здесь по числу пользователей лидирует Англия, имеющая 6,4 млн семей, подключенных к Интернету, что составляет около 27% населения страны. На втором месте находится Германия с 7,1 млн семей (20,7% населения), а на третьем — Франция, где подключено около 3 млн семей (12,1% населения). За один только **1999** г. количество пользователей во Франции, подключенных к Всемирной паутине, выросло на 47%, в Германии — на 22% и в Англии — на 33%. Всего в этих странах подключилось около 9 млн человек.

Активно развивается также азиатский рынок Интернета. В частности, в Японии насчитывается более 27 млн пользователей. По мнению аналитиков, в 2005 г. их количество достигнет 76 млн человек. К Сети подключено около 78% японских предприятий. Широкое распространение получили интернет-технологии в Гонконге, здесь подключено к Сети более 1,8 млн человек, что составляет 37% населения в возрасте от 12 до 60 лет. За последний год число пользователей здесь возросло на 39%. Около **6—10** млн пользователей Сети живут в Китае, к 2003 г. их будет уже около 21 млн человек. К 2003 г. существенно увеличится и армия индийских пользователей, достигнув численности в 9 млн человек. Годовые темпы прироста количества пользователей в Китае и Индии превышают 100%.

Продажи через Интернет. Если на начальном этапе своего развития Интернет служил лишь для общения и распространения некоммерческой информации, сегодня уже очевидно, что сетевые технологии могут успешно использоваться и в коммерческих целях.

Первыми в Сети несколько лет назад появились розничные электронные магазины типа B2C (business-to-customers), нацеленные на конечного потребителя. Затем быстро стали развиваться сайты B2B (business-to-business), предназначенные для корпоративных покупателей. В настоящее время объемы заказов на покупку через Интернет уже значительны и растут стремительными темпами.

К настоящему моменту около 40% всех Интернет-пользователей (более **100** млн человек) совершили хотя бы одну покупку в

магазинах, работающих в режиме on-line. Объем розничных продаж в Сети составил около **40—50** млрд долл.

В 2000 г. клиентами электронных магазинов стали около 75% всех постоянных пользователей. Покупки в Сети делают около 28,4 млн семей, из них **11** млн — впервые. Общие доходы электронной коммерции с учетом корпоративных продаж достигают 130 млрд долл., что составляет около 0,4% всех мировых продаж (31 трлн долл.). Данному росту, помимо увеличения числа пользователей Сети, будет способствовать и появление большого количества новых Интернет-магазинов.

В 2002 г. в журнале "Fortune" был опубликован список, из которого следовало, что 70% компаний используют Интернет в своем бизнесе. Объем электронных сделок при этом составлял **300—500** млрд долл., а доля корпоративного сектора выросла до 80%.

Прогнозы различных компаний на 2004—2005 гг., несмотря на значительные расхождения, свидетельствуют о мощных темпах роста электронной коммерции (от 60 до **150%** в год). Годовой объем продаж в Сети к тому времени обещает достигнуть **1,5—7** трлн долл. Таким образом, доля электронного сектора в экономике может составить **5—10%**. Вероятно, около половины этого объема сделок будет заключаться в США, а вторым по величине станет азиатский рынок. С небольшим отрывом за ним будет следовать европейская электронная коммерция, главным образом Германия, Англия и Франция. На порядок меньшим останется пока объем южноамериканского, африканского и ближневосточного рынков. Особенно быстрые темпы развития прогнозируются в корпоративном секторе. Объем продаж потребительских товаров в Сети через 5 лет может достигнуть 800 млрд долл.

Факторы развития. Несмотря на высокий темп роста доходов, рынок электронной коммерции нельзя назвать устойчивым. В то время как одни фирмы получают здесь гигантские прибыли, другие вынуждены пересматривать свои бизнес-планы для поддержания хотя бы минимальной прибыльности. Для создания и ввода в действие электронного магазина требуется всего несколько недель, поэтому соблазн выхода в этот сектор торговли крайне велик. Тем не менее для успеха на новом рынке необходимо правильное построение стратегии бизнеса в каждом конкретном его сегменте.

Одним из относительно надежных путей выхода на электронный рынок является развитие нового направления бизнеса в уже существующей, хорошо зарекомендовавшей себя компании. По такому пути успешно продвигаются, например, такие гиганты, как Dell, Deutsche Bank, Sony, Wal-Mart и **Barnes&Noble**. Стимулирующими факторами для таких компаний являются расширение рынка за счет удаленных пользователей, а также снижение накладных расходов на прием и обработку заказа за счет полной автоматизации данных процессов в электронных магазинах. В частности, среднюю стоимость обработки одной банковской транзакции удается снизить с 1 долл. до 1 цента, т.е. в 100 раз.

Считается, что, используя Интернет-технологии, традиционные компании могут сократить издержки на **5—10%**, что означает увеличение прибыли на **50—100%**. Поэтому компании и заинтересованы в организации электронных продаж и привлечении к ним пользователей. Например, одна из последних моделей автомобиля "Форд" продается только по Сети в целях повышения популярности именно электронного способа покупки и привлечения к нему клиентов.

Однако возможна и принципиально другая схема построения бизнеса. Аналитики отмечают, что появление интернет-технологий маркетинга товаров и услуг, выполняемых в режиме on-line, может постепенно привести к разделению функций производства и продажи **между** различными компаниями. Уже сейчас многие производители заключают контракты на поставку своих товаров с компаниями, применяющими новые технологии продвижения и продажи товаров, в том числе с помощью интернет-магазинов.

Вместе с тем на электронном рынке набирает силу тенденция к объединению компаний и их поглощению друг другом, подобно тому, как это происходило недавно в компьютерной и автомобильной промышленности. Любой рынок на начальном этапе своего развития представляет собой множество мелких компаний. Более удачливые постепенно поглощают конкурентов и захватывают новые высоты. К таким фирмам можно отнести Yahoo, Microsoft, Gateway, Amazon и т.д. Ресурсы поглощенных фирм при этом не исчезают, а преобразуются и интегрируются в более успешную модель.

Типы покупок. Ниже приведено процентное соотношение интернет-покупателей по различным товарам и услугам.

| Товар, услуга | Доля, % |
|-----------------------------|--------------|
| Книги | 37—42 |
| Музыкальные компакт-диски | 20—38 |
| Чаты | 37 |
| Программное обеспечение | 29 |
| Туристические услуги | 28 |
| Одежда | 17—27 |
| Подарки | 24 |
| Банковские операции | 20 |
| Компьютерные компоненты | 17 |
| Хозяйственные товары | 16 |
| Операции с ценными бумагами | 8 |

Исследования показывают, что интерес к различным интернет-проектам имеет региональную специфику. Так, в Европе, Южной Африке и Бразилии процветают онлайн-банки, а жители Латинской Америки чаще других "ищут" в Сети музыку. Самыми доходными категориями товаров пока являются аппаратное и программное обеспечение, путешествия и финансовые услуги, обеспечивающие около 70% прибыли.

Кроме того, различаются покупки, сделанные мужчинами и женщинами: женщины интересуются в Сети в основном информацией о косметике и медицинских средствах и гораздо меньше — о книгах, автомобилях, путешествиях, программном обеспечении и музыке.

На отдельные категории товаров в Сети спрос резко повышается. В частности, онлайн-продажи автомобилей в США и Канаде выросли за последние годы в 24 раза, косметических и гигиенических средств — в 8 раз, игрушек — в 5 раз. Аналитики полагают, что крайне перспективной является также онлайн-торговля книгами, музыкальными и видеодисками. Темпы ее развития вскоре могут поставить под угрозу существование традиционных магазинов, способных потерять рынки сбыта. В частности, доход от продажи музыкальных компакт-дисков в сети в 1999 г. составил 170 млн долл. и может достигнуть 5 млрд долл. в 2005 г. Уже к концу 2000 г. более 10% продажи компьютеров, книг и компакт-дисков в Северной Америке осуществлялись в режиме on-line.

Ниже приводятся данные о некоторых активно развивающихся в этом направлении категориях товаров и услуг.

Рынок автомобилей. Маркетинговые исследования показывают, что **40—55%** покупателей новых автомобилей используют в процессе покупки информацию из Интернета. Их число выросло к 2003 г. до 80%. В частности, сайт, на котором можно получить информацию об автомобилях фирмы General Motors Corp., посещают 650 тыс. человек в месяц. Ожидается, что поток посетителей увеличится в **10—15** раз. Для развития электронного направления своего бизнеса General Motors Corp. вступила недавно в альянс с компанией America Online. Аналогичное сотрудничество осуществляют концерн Ford и электронная компания Yahoo.

Пока нельзя сказать, что рынок автомобилей в Интернете развит или стабилен. Когда речь идет о таких дорогостоящих покупках, пользователи уделяют больше внимания вопросам гарантии и безопасности. Так, только 4% из получивших информацию об автомобиле в Сети совершают покупку именно электронным путем.

Тем не менее электронный вариант бизнеса развивается крайне активно и, по прогнозам некоторых экспертов, к 2005 г. может захватить до 50% всего автомобильного рынка.

Книги. Торговля книгами в Сети уже занимает существенную часть книжного рынка. И хотя 95% книг все еще покупаются традиционным способом, аналитики считают, что этот процент будет быстро сокращаться с ростом числа пользователей Сети.

Кроме возможности заказать книгу, не выходя из дома, электронные магазины предоставляют совершенно новые услуги. В частности, уже не редкость магазин, где любую книгу можно просмотреть в Интернете и даже скопировать страницы в графическом формате. "Электронная" книга может быть заказана и доставлена в течение нескольких минут. В связи с этим продажа в режиме on-line составляет очень серьезную конкуренцию традиционным книготорговцам и в первую очередь мелким магазинам. В частности, в США за последнее время закрылось около 45% мелких книжных магазинов.

Рынок программного обеспечения для электронной коммерции. Развитие электронной коммерции привело к появлению совершенно нового вида программных продуктов — программного обеспечения для электронного бизнеса, позволяющего организовать в Сети сайт со всеми функциями электронного магазина и его взаимодействие с платежными системами. Объем рынка таких приложений в 2003 г. достигнет **15** млрд долл., что составит

около 1% всех затрат компаний на программное обеспечение. Если крупные компании будут заказывать разработку специализированных продуктов для своих нужд, то мелкие фирмы смогут воспользоваться услугами провайдеров программных решений (Application Service Providers) для организации бизнеса.

Билеты. Продажа билетов **услуга**, требующая быстрого опроса нескольких баз **данных**, вычислений стоимости билета и скидок, формирования заказа и извещения о нем авиа- и железнодорожных компаний и других участников. Электронные системы уже давно используются в этом бизнесе как совершенно необходимое средство, и Интернет служит для пользователя недостающим звеном, позволяющим максимально удобно приобретать билеты. Компании крайне заинтересованы во внедрении методов заказа билетов в режиме on-line, так как это позволяет сократить издержки на обработку заказов. Качество сайтов и удобство заказа могут стать здесь решающим фактором. Например, компания United Airlines выяснила, что многие посетители сайта делали мало заказов из-за **не**достаточной информации об условиях заказа и слишком трудного процесса оформления. В связи с этим компания организовала специальное подразделение для оказания этих услуг.

В 1999 г. объем интернет-продажи билетов в США составил около 6,5 млрд долл., а к 2005 г. достигнет 28 млрд долл. Кроме того, в ближайшем будущем появятся дополнительные услуги для путешественников, связанные с использованием мобильных устройств. Клиенты смогут быстро перепланировать свою поездку (в частности, переносить **вылет**) или, находясь в пути, заказывать номер в гостинице.

Интернет-рынок недвижимости. Удобства Интернета очевидны также для получения информации о недвижимости и ее покупке: 90% покупателей недвижимости интересуются в Сети только списками продающихся домов, 30% — нуждаются в более подробной информации. Популярны у покупателей виртуальные экскурсии по домам, выставленным на продажу, позволяющие тщательно осмотреть объект возможной покупки.

Акции. Благодаря удаленному доступу к биржевым системам абоненты могут торговать акциями по Сети. **Например**, в Европе в 2000 г. таких абонентов было около 4,5 млн, а в ближайшее будущее ожидается около 17 млн человек.

Всего в мире по Интернету управлялось около 7 млн инвестиционных счетов.

Ожидается, что наибольшее развитие европейская электронная торговля акциями получит в Германии, на втором месте окажется Швеция, на третьем — Великобритания.

Набор персонала. Кроме продажи товаров и услуг многие компании используют Интернет для собственных нужд, в частности для набора персонала. Новый способ подбора персонала в разных странах и отраслях развивается неравномерно: в США им пользуются в настоящее время 92% компаний, в Европе — 73%, в Азии — 68%. В отрасли высоких технологий подобным способом решают кадровые вопросы все компании, в торговле — 89%, в секторе финансовых услуг — 73%.

Мобильная коммерция. Электронная коммерция позволила производителям и продавцам прийти непосредственно в дома и офисы своих клиентов. Следующий шаг — вынести свои услуги и на мобильные терминалы пользователей, в частности на сотовые телефоны. Технологическая основа для подобного продвижения уже существует — это протоколы WAP и GPRS, позволяющие на мини-дисплее мобильного телефона просматривать некоторые web-страницы и работать в Интернете. Новое направление получило название "мобильная коммерция" (m-commerce), и ее услуги уже действуют в некоторых странах. Например, в Финляндии можно совершить покупку в уличном автомате, набрав определенный номер на сотовом телефоне.

Мобильный сектор развивается крайне быстрыми темпами. Если сейчас в США пользуются сотовыми телефонами 35% населения, из которых только каждый десятый (3% населения) осуществляет мобильный выход в Сеть, то уже через **год** их доля возрастет до 80%. Практически все абоненты планируют пользоваться мобильной электронной почтой.

В скором времени по мобильному телефону можно будет также делать различные покупки. По прогнозам экспертов, в 2004 г. ~~60—90%~~ всех мобильных телефонов будут совместимы с протоколом WAP, а объем мобильного сектора в электронной коммерции может достигнуть ~~5—10%~~. В 2005 г. ожидается, что в мире будет эксплуатироваться ~~600—700~~ млн мобильных телефонов (из них 240 млн — в Европе), а около 500 млн потенциальных пользователей услуг m-commerce сформируют рынок объемом до 200 млрд долл.

В России сейчас более 3 млн пользователей сотовых телефонов. Растет число мобильных пользователей Сети, планируется слияние платежных систем операторов мобильной связи и провайдеров Интернета.

Намечается дальнейшее совершенствование мобильной коммерции. Например, будет возможно определение местоположения абонента для предложения ему подходящих услуг. Кроме того, ведется работа по созданию мобильных устройств для выполнения специальных задач, которые могут быть встроены в различные приборы. В частности, с помощью сотового телефона можно будет дистанционно отключить зажигание в угнанной машине.

Разрабатываются также специальные средства доступа в Интернет с более широкими возможностями. В частности, компания Intel создала устройство, позволяющее делать телефонные звонки, просматривать интернет-страницы и работать с электронной почтой.

Объемы и перспективы сетевой рекламы. Для тех, кто привык пользоваться Интернетом, поиск в Сети является наиболее быстрым и простым способом получения нужной информации. Как было отмечено выше, информацию о товарах в Интернете получает **большая** часть потенциальных покупателей; их доля постоянно увеличивается. На рекламу в Сети всегда возлагались большие надежды, поскольку основная масса ее посетителей — относительно молодые люди с доходами выше средних, т.е. крайне привлекательная для продавцов категория клиентов. Некоторые фирмы даже предлагали клиентам бесплатный компьютер с выходом в Интернет при условии, что по краям экрана монитора всегда будет присутствовать несколько рекламных полос, обновляемых по Сети.

Нельзя сказать, что надежды, возлагаемые на сетевую рекламу, не оправдались. В 1990 г. расходы на традиционную рекламу выросли на 7,6%, достигнув 464.4 млрд долл. Объемы сетевой рекламы растут заметно быстрее: в 1999 г. они составляли **3—4,5** млрд долл., в 2000 г. — **6—7** млрд долл. В 2005 г. планируются расходы в **28—40** млрд долл., что составит более 6% расходов всего рекламного рынка. Этот рост будет стимулироваться в основном увеличением числа новых пользователей Сети. Сейчас Северная Америка несет 75% всех расходов на интернет-рекламу в мире, Европа — около 12%) и Азия — 7%. Некоторые исследова-

тели полагают, что в 2005 г. объем Интернет-рекламы в США может составить более 22 млрд долл. и превзойти объемы телевизионной рекламы.

Тем не менее эффективность воздействия рекламы на каждого пользователя постепенно падает. Аналитики склонны объяснять это исчезновением эффекта новизны. Сейчас уже ставится под сомнение рекламное воздействие обычных прямоугольных баннеров (banner — знамя, флаг, заголовок крупными буквами). Если полгода назад около 1% потребителей, видевших баннер, интересовались его содержанием, то теперь эта цифра сократилась до 0,5%. Рекламодатели стали более избирательно относиться к месту размещения своей рекламы. В отличие от телевидения, радио и других традиционных средств массовой информации (СМИ) рекламные площади в Сети потенциально не ограничены, и увеличение количества рекламы далеко не всегда ведет к росту объемов продажи. С увеличением числа сайтов падает спрос на рекламные площади каждого из них, а следовательно, сокращаются и доходы сайтов. Например, доля рекламы, приходящаяся на универсальные порталы, упала в 1999 г. с 60 до 40% и снизилась к 2002 г. до 30%. Это связано с тем, что пользователи уходят на специализированные ресурсы, полнее отвечающие их интересам. Чтобы исправить положение, многие сайты используют свои площади для рекламы собственных проектов или спонсоров. При этом они стараются поддерживать иллюзию дефицита рекламного места и соответственно цены на него. Тем не менее, по некоторым прогнозам, к 2005 г. в Сети будет продаваться только 20% возможных рекламных площадей. Уже сейчас собственные объявления сайтов составляют 20—30% всей рекламы в Интернете.

Кроме того, рекламодатели озабочены отсутствием объективных критериев определения стоимости рекламы в Сети. Для радио и телевидения подобным критерием являются методики установления цен, основанные на независимых исследованиях аудитории и рейтинга программ.

Интернет в России. Хотя развитие Интернета в России отстает от США, Европы и Азии, темпы его роста по многим показателям не уступают и даже превышают зарубежные. По итогам 1999 г. Россия вошла в список 15 стран, в которых доля пользователей Интернета в общем населении страны наиболее значительна. По некоторым оценкам, российская аудитория Интернета составляет 5—6 млн человек (5—6% взрослого населения стра-

ны), из них **1,5—2** млн пользуются доступом в Сеть регулярно (не реже одного раза в месяц). В 2002 г. число постоянных пользователей увеличилось до 5,2 млн человек, причем в значительной мере это произошло за счет регионов. По некоторым прогнозам, в 2003 г. доступ к Сети в России будут иметь около 20 млн человек.

Одна из причин сравнительно медленного развития частного сектора в российской Сети состоит в относительно низком уровне телефонизации. Если в США на **100** жителей приходится около 64 телефонов, то в России — всего **19**.

В домене **.ru** в настоящее время числится около 50 тыс. серверов. Почти 2 млн россиян старше **18** лет проводят в Сети не менее 1 часа в неделю, из них около 500 тыс. — москвичи. Среди постоянных пользователей Интернета: 70% — моложе 34 лет, 80% — мужчины, 20% — женщины. Исследователи российского рынка Интернета выяснили также, что основную массу российской аудитории (83%) составляют люди умственного труда, в том числе 17% — руководители, 43% — служащие и 23% — учащиеся. При этом в состав первых двух групп в основном входят люди с доходами выше средних.

Объемы электронных продаж: в России. Объемы электронных продаж в России, конечно, несравнимы с американскими или европейскими. Это вызвано не только более низким уровнем жизни, но и меньшей степенью развития единой банковской системы, механизмов оплаты по банковским чекам и кредитным картам. Тем не менее все эти инструменты активно развиваются, поддерживая высокие темпы роста электронной коммерции.

Считается, что коммерческие интернет-услуги в России обладают большим потенциалом, хотя скачок в этой области произойдет не ранее **2004—2005** гг. Российские курьерские фирмы ожидают, что к 2005 г. около 20% всех заказов по экспресс-доставке будет производиться через Интернет. Кроме того, согласно исследованиям только в Москве более 300 тыс. человек являются потенциальными клиентами электронных банковских услуг, в то время как сейчас ими пользуются не более 4000 человек.

Сетевая реклама в России. В 2001 г. произошел резкий скачок капиталовложений (до 30 млн долл.), затем темп роста должен стабилизироваться на уровне **110—130%** в год. В 2002 г. отчисления на рекламу составили 70 млн долл., а в 2003 г. ожидается **150** млн долл.

До сих пор основную массу рекламодателей в российской части Интернета составляли компьютерные гиганты Intel, Microsoft, Hewlett Packard, Compaq, IBS и другие **IT-компании**, дающие более 65% всей рекламы. Ниже приведены данные, характеризующие состав рынка рекламы, выполняемой в режиме on-line, по отраслям.

| Отрасль | Доля, % |
|---|------------|
| Intel, Microsoft, Compaq, Hewlett Packard | 45 |
| Остальные IT-компании | 20 |
| Финансовые услуги и связь | 10 |
| Реклама потребительских услуг | 10 |
| Остальные | 15 |

Платежные средства в Сети. Постоянно растущая армия пользователей Интернета проводит много времени в Сети, сканируя "киберпространство" в поисках информации, нужной им для работы или учебы, либо просто развлекаясь. Соответственно маркетинговый потенциал Сети растет с увеличением количества пользователей Сети, с одной **стороны**, и организаций, заинтересованных в размещении коммерческой рекламы в Интернете, — с другой.

Начиная со второй половины 1994 г., коммерческая реклама стала составлять значительную долю гипертекстовой информации, доступной в Сети. Однако возможности делового использования глобальных цифровых коммуникаций не ограничиваются размещением рекламы, какие бы изощренные ее формы ни применялись. Товар или услуга должны быть представлены потенциальному покупателю, но у него также должна быть возможность их приобретения "не отходя от витрины" (в данном случае — виртуальной). С того же года возможность расчетов и платежей с использованием компьютерных сетей публичного доступа перешла из разряда теоретических проблем в разряд практических задач.

В основе всех предлагаемых сегодня систем расчетов и платежей с использованием Сети лежат самые продвинутые криптографические технологии обеспечения конфиденциальности информации и аутентичности коммуникантов.

Средства электронных расчетов в Интернете. Предложенные на сегодня системы (их чуть больше десятка) можно разбить на три категории. Это суррогатные расчетные средства, расширения существующих несетевых расчетных систем, таких, как чеки и пластиковые карточки, а также сетевые электронные наличные.

Суррогатные расчетные средства. Цифровые купоны и жетоны — суррогатные средства расчетов в Сети — предлагаются в настоящее время несколькими компаниями, из которых наиболее известны First Virtual Holdings и Software Agents (знакомая более по торговой марке NetBaiik). Клиент за наличный или безналичный расчет приобретает у "банка" на некоторую сумму последовательности символов (для них "банк" гарантирует нетривиальность алгоритма генерации и уникальность каждого экземпляра), которыми расплачивается с торговцем. Торговец возвращает их в "банк" в обмен на ту же сумму за вычетом комиссионных. При этом на "банке" лежит обязанность контролировать валидность поступающих жетонов (проверяя их наличие в регистре исходящих) и их единичность (проверяя отсутствие в регистре входящих). Стороны могут использовать криптографические средства защиты информации с открытыми ключами, чтобы избежать перехвата жетонов.

Такая схема проста в реализации и эксплуатации. Однако правовой статус сделок с использованием подобных суррогатов остается расплывчатым, равно как и фискальные обязанности клиентов, приобретающих товары и услуги у торговцев, находящихся под другой юрисдикцией.

Расширения несетевых расчетных систем. По другому пути пошла компания CyberCash, первой предложившая технологию, позволяющую использовать пластиковые карточки для расчетов в Сети. Предлагаемое этой компанией программное обеспечение использует криптографические средства защиты информации с открытым ключом для конфиденциальной передачи данных о пластиковой карточке от покупателя к торговцу.

Сетевые электронные наличные. Д. Чом (David **Chaum**), известный ученый-криптолог и бизнесмен, а также ряд его коллег выдвинули идею электронной (или цифровой) наличности — платежного средства, которое объединит удобство электронных расчетов с конфиденциальностью наличных денег. В Интернете представлены две технологии, реализующие эту идею. Компания Mondex, возглавляемая Т. Джонсом (Timothy Jones), предлагает

сетевую версию электронного кошелька, реализованную в виде аппаратно-программного комплекса. Компания DigiCash под руководством Д. Чома представила технологию сетевых "электронных" денег (e-cash — электронный кошелек) в чисто программном варианте. Рассмотрим это решение.

В ядре технологии лежит все тот же прием криптозащиты с открытыми ключами. Эмитент электронной наличности (банк) имеет, кроме пары обычных ключей, аутентифицирующей его, еще и последовательность пар ключей, в соответствие которым ставятся номиналы "цифровых монет".

Снятие наличных со счета производится следующим образом. В ходе сеанса связи клиент и банк (точнее, их программы-представители) проверяют аутентичность друг друга. Затем клиент генерирует уникальную последовательность символов, преобразует ее путем "умножения" на случайный множитель (blinding factor), "закрывает" результат открытым ключом банка и отправляет "монету" в банк. Банк "раскрывает монету", используя свой секретный ключ, "заверяет" ее электронной подписью, соответствующей номиналу "монеты", "закрывает" ее открытым ключом клиента и возвращает ее клиенту, одновременно списывая соответствующую сумму с его счета. Клиент, получив "монету", "открывает" ее с помощью своего секретного ключа, затем "делит" ее символьное представление на запомненный случайный множитель и сохраняет результат в "кошельке". Трансакция завершена. Теперь банк готов принять эту монету, от кого бы она ни поступила (разумеется, лишь один раз).

Использование множителя blinding factor и составляет суть приема "слепой подписи", предложенного Чомом в дополнение к обычному методу криптозащиты с открытыми ключами. Благодаря использованию "слепой подписи" банк не в состоянии накапливать информацию о плательщиках и в то же время сохранять возможность следить за однократным использованием каждой "монеты" данным клиентом и идентифицировать получателя каждого платежа. Чом называет такую логику взаимодействия сторон "односторонней безусловной непрослеживаемостью" платежей. Покупатель не может быть идентифицирован даже при сговоре продавца с банком. В то же время покупатель при желании может идентифицировать себя сам и доказать факт осуществления сделки, апеллируя к **банку**. Такая логика призвана воспрепятствовать криминальному использованию "электронной" наличности.

Для вложения наличности клиент просто связывается с банком и отправляет ему полученную **“монету”**, закрыв ее открытым ключом банка. Банк проверяет, не была ли она уже использована, заносит номер в регистр входящих и зачисляет соответствующую сумму на счет клиента.

Сделка между двумя клиентами предполагает лишь передачу **“монеты”** от покупателя к продавцу, который может либо сразу попытаться внести ее в банк, либо принять ее на свой страх и риск без проверки. Вместе с **“монетой”** передается некоторая дополнительная информация, которая сама по себе не **может** помочь идентификации плательщика, но в случае попытки дважды использовать одну и ту же **“монету”** позволяет раскрыть **его** личность.

Надо отметить, что при несомненной оригинальности заложенных в платежной системе идей, защищенных рядом патентов, неуклюжая маркетинговая **стратегия** компании DigiCash, заключающаяся в политике уполномоченных банков: **“одна страна — один электронный банк”**, сузила привлекательность платежной системы и в конце концов привела компанию к банкротству. И это несмотря на то, что электронная платежная система в Интернете была в опытной эксплуатации в ряде крупных банков, среди которых в первую очередь можно **назвать** Deutsche Bank.

Система PayCash. В этой системе невозможен случайный или преднамеренный обман любого участника платежной системы банком или другим участником. С точки зрения пользователя, покупателя или продавца денежные средства могут находиться на счете в банке системы PayCash и/или непосредственно в компьютере пользователя в специализированном программном обеспечении — **“кошельке”**. Счет системы PayCash может управляться только через Интернет при помощи того же **“кошелька”**, которым он был открыт.

На владельца **“кошелька”** налагается полная ответственность за сохранность **“кошелька”** как средства управления счетом и совершения сделок при помощи электронных денег. На денежные средства, находящиеся на счете, **могут** начисляться банковские проценты, как на депозитные или вкладные счета. Но непосредственно электронные деньги появляются в момент перевода денег со счета системы PayCash на платежную книжку в **“кошельке”** пользователя. Применение так называемой процедуры слепой подписи дает возможность пользователям **платеж-**

ной системы получать электронные денежные обязательства, которые не могут быть не признаны банком. Если пользоваться аналогиями привычного мира, то технология слепой подписи аналогична процедуре передачи пин-кода держателю банковской карты. После генерации пин-кода он распечатывается на матричном принтере без печатающей ленты на бланке, помещенном в запечатанный конверт вместе с копировальной бумагой. Принтер формирует оттиск пин-кода непосредственно в запечатанном конверте; это позволяет считать, что данный код не известен никому, даже служащему банка, выдающему карты. Технология слепой подписи по сути предоставляет возможность клиенту PayCash выпустить специальный электронный бланк, или, если употребить термин системы PayCash, — платежную книжку, на которую банк может поместить определенную сумму денег. Подобно этому клиент, запечатав бланк и копировальную бумагу в конверт и отослав конверт в банк, может получить на бланке денежные обязательства банка, напечатанные на бланке, не вскрывая конверта. Уничтожив конверт, пользователь может пользоваться этими банковскими обязательствами. Но благодаря тому, что бланк или платежная книжка сделаны пользователем и он имеет в "кошельке" банковские квитанции о проведенных операциях, о величине денежных обязательств банка, пользователь всегда может доказать, что платежная книжка принадлежит ему.

Специальная процедура, применяемая в системе PayCash, позволяет принимать эти денежные обязательства частями по мере необходимости. Клиент может неоднократно пополнять платежную книжку в банке и использовать ее для платежей на любую сумму в пределах находящихся на его платежной книжке средств, не задумываясь о необходимости их размена. Любые изменения состояния платежной книжки делаются только по инициативе владельца "кошелька" и обязательно подтверждаются банком. Не подтвержденные банком изменения через определенное время или по инициативе пользователя отменяются, и на платежной книжке восстанавливается прежняя сумма.

Любая операция в системе PayCash обязательно подтверждается электронными цифровыми подписями ее участников. Кроме непосредственно электронных денег "кошелек" передает информацию, на основе которой проводится та или иная операция. Рассмотрим более подробно цепочку информационных сообщений, путешествующих в системе PayCash.

Договор — "кошелек" продавца отправляет "кошелечку" покупателя требование заплатить, содержащее подписанный электронной цифровой подписью текст договора.

Платежные данные — "кошелек" покупателя предъявляет владельцу текст договора. Если покупатель соглашается платить (при достаточном количестве денег у покупателя), то "кошелек" покупателя отправляет "кошелечку" продавца электронные деньги и подписанный электронной цифровой подписью покупателя договор. "Кошелек" принимает платежи только на основании договоров, переданных потенциальным покупателям. Для "кошелька" можно определить период, в течение которого он будет принимать платежи по отосланным договорам. Таким образом магазин может удалять из своей базы данных устаревшие неоплаченные заказы. После проверки этих условий он отправляет электронные деньги в банк для авторизации.

Платежные данные — банк, получив электронные деньги от продавца, проводит их авторизацию и в случае успеха зачисляет соответствующую сумму денег на счет продавца в системе PayCash. Сообщение об этом передается "кошелечку" продавца вместе с электронной квитанцией для **покупателя**.

Квитанция — получив ответ из банка, "кошелек" передает магазину данные авторизации и сообщение об успешном зачислении денег на счет продавца. Электронная квитанция из банка пересылается "кошелечку" **покупателя**.

При совершении операции покупки при помощи системы PayCash вместе с электронными деньгами передается и договор купли-продажи между участниками сделки. В процессе платежа этот договор оказывается автоматически подписанным электронными цифровыми подписями владельцев "кошельков", принимающих и передающих деньги согласно этому договору. Таким образом, у покупателя в "кошелечке" остается экземпляр электронного документа, подтверждающего товарные обязательства продавца с его электронной цифровой подписью.

Система PayCash предполагает возможность участия в ней неограниченного числа банков, каждый из которых может выпустить собственные электронные деньги, которые могут находиться в одном "кошелечке", но на разных книжках, и управление счетами в разных банках будет осуществляться при помощи одного и того же программного обеспечения. В следующей версии PayCash будет реализован вариант, при котором банки, кроме

локальной платежной системы, могут организовать глобальную платежную систему, в которой несколько банков оперируют с одними и теми же электронными денежными единицами.

На систему PayCash в России получены приоритеты по двум патентам: защищающим платежную систему в целом и на метод получения слепой цифровой подписи. Аналогичное патентование ведется в странах, вступивших в договор о патентной кооперации РСТ (Patent Cooperation Treaty).

В настоящее время в рамках системы PayCash в России работают два банка. Первый из них — Демобанк создан с тестовыми целями и оперирует с "игрушечными" деньгами, которые можно заказать и получить на сайте совершенно бесплатно. В демонстрационных магазинах системы PayCash можно приобрести демонстрационные версии электронной словарной оболочки и несколько прикладных словарей, прогноз погоды, оплатить публикацию объявления и некоторые другие товары. Второй — Пилот-банк оперирует реальными денежными единицами — ЭРТами (Электронные Расчетные Телекоммуникационные единицы), приравненными к российскому рублю. Уже сейчас в торговом ряду системы выставлены на продажу весь спектр антивирусных программных продуктов, разработанных И. Даниловым (лаборатория САЛД) и В. Лозинским (Диалог-Наука), услуги доступа к интернет-телефонии Санкт-петербургских провайдеров.

Практика показала неспособность продавцов корректно работать с электронными деньгами из-за невозможности правильно учитывать отгрузку товаров и приход денежных средств через платежную систему. Учитывая многочисленные обращения торговых организаций, в рамках системы PayCash организован Центр приема платежей, обеспечивающий прием платежей в счет сторонних интернет-магазинов с последующим банковским переводом денег владельцу товара. Подобная схема предназначена для **магазинов**, опасаящихся по каким-либо причинам устанавливать "кошелек" системы PayCash у себя на сайте. Работа с Центром приема платежей не требует от владельцев интернет-магазинов существенной программной доработки и сводится к установке на сайте формы, осуществляющей связь с Центром приема платежей.

После поступления оплаты на счет стороннего магазина Центр приема платежей уведомляет по электронной почте владельца Интернет-магазина о приходе платежа за товар, выставленный на

сайте. Одновременно с посылкой этого сообщения на сервере Центра приема платежей формируется закрытая страница, на которой владелец интернет-магазина может посмотреть динамику своих операций через систему PayCash. Сообщения подписываются электронной цифровой подписью Центра приема платежей и служат основанием для удовлетворения финансовых обязательств Центра перед интернет-магазином. На основе пришедшего сообщения интернет-магазин может осуществлять доставку товара покупателю, а все финансовые обязательства за покупателя несет Центр приема платежей системы PayCash.

Известная британская консультационная фирма Ovum, занимающаяся изучением рынка, провела исследование на тему "Электронные деньги: перспективы для банков и поставщиков информационных технологий". В результате анализа полученных данных были сделаны следующие выводы о перспективах развития электронных платежных систем.

Залогом начала широкого внедрения электронных денег является операционная совместимость конкурирующих схем. В настоящее время в большинстве систем эмитируются квазиэлектронные деньги (по которым предусмотрен клиринг транзакций), но в долгосрочной перспективе победа может остаться за анонимными электронными деньгами.

Контроль транзакций с электронными деньгами осуществим лишь при условии, что обмен электронными деньгами между физическими лицами запрещен (или исключен из области контроля). Поставщики, которые запрещают обмен электронными деньгами между физическими **лицами**, делают это на свой страх и риск, поскольку на такие обмены приходится до 50% общего оборота наличности. Признание клиентами электронных денег будет определяться тем, насколько приблизятся они к реальным деньгам в эквивалентных транзакциях.

Электронные деньги открывают новые возможности предприимчивым небанковским компаниям, прогрессивно и дальновидно мыслящим, для получения прибыли и все больше разрушают барьеры, мешающие этим компаниям войти в банковский бизнес.

Сеть банкоматов может стать пассивом для банков, которые продолжают инвестировать в нее средства. Если клиенты усвоят практику получения электронных денег по телефону или через Интернет, банкоматы сохранятся только в учебниках истории.

К 2006 г. общая масса обращающихся электронных денег достигнет 8,63 млрд долл.

Возможность доступа к фондам и депозитам в реальном времени приведет к буму продаж персонального программного обеспечения для управления финансами. По оценкам компании Ovum, к 2006 г. число инсталлированных программных пакетов превысит 42 млн экземпляров.

Вопросы для самопроверки

1. В каких вычислительных системах процесс обмена данными проявляется наиболее ярко?
2. Какова классификация вычислительных сетей?
3. В чем состоит отличие локальных и глобальных вычислительных сетей?
4. Перечислите и поясните базовые топологии вычислительных сетей.
5. Расскажите о маркерных и тактированных кольцевых сетях.
6. Нарисуйте схемы комбинированных топологий компьютерных сетей.
7. Поясните суть однородных сетей и сетей, созданных на основе сервера.
8. Нарисуйте и поясните типовую топологию глобальной вычислительной сети.
9. Расскажите о методах коммутации в компьютерных сетях, дайте их сравнительную оценку.
10. В чем заключается суть базовой эталонной модели открытых систем и функций каждого из семи уровней?
11. На каких уровнях эталонной модели расположена транспортная и абонентская службы?
12. Что такое протокол обмена данными в компьютерной сети? Какова иерархия протоколов эталонной модели открытых систем?
13. Какие функции выполняет процедура передачи данных? На каком уровне эталонной модели она реализуется?
14. В чем состоит преимущество фазовой модуляции перед другими видами модуляции?
15. Расскажите об устройстве, назначении модемов, дайте их характеристику.

16. Для чего выполняется операция кодирования сообщений при передаче? Объясните принципы кодирования.
17. Что такое емкость канала связи? Каким фактором она определяется?
18. Что такое уплотнение канала связи? Какие существуют виды уплотнения?
19. Какие приняты стандарты скорости передачи данных по каналам **связи**?
20. Перечислите, объясните и дайте сравнительную оценку протоколов канального уровня.
21. Какова схема организации фаз коммуникаций?
22. Сделайте сравнительный количественный анализ производительности протоколов с остановками и ожиданием и с N-возвращениями (с непрерывной передачей).
23. Определите скорость передачи полезной информации и оптимальной длины кадра.
24. Какие методы случайного доступа к сети Вы знаете? Дайте их сравнительную оценку.
25. В чем особенность манчестерского кода?
26. Перечислите спецификации Ethernet.
27. Объясните правило ~~5-4-3~~ в Ethernet.
28. Что такое Интернет?
29. Нарисуйте схему сети Интернет.
30. Какова система адресации в Интернете?
31. Какие сетевые протоколы применяются в Интернете?
32. Расскажите об услугах Интернета.
33. Каково количество пользователей Интернета?
34. Что такое электронный рынок? Продажи каких товаров производятся через Интернет?
35. Каковы объемы и перспективы интернет-рекламы?
36. Как используется Интернет в России?
37. Как производятся в Сети финансовые расчеты?

Глава

7

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Определяющим фактором, влияющим на снижение эффективности существующих ЭИС, является применение жестких (формализованных) моделей, не адекватных реальным объектам и процессам. Строгий математический аппарат, применяемый для синтеза формализованных моделей, не позволяет учесть все многообразие факторов, влияющих на состояние и поведение объекта управления. Поэтому на практике большинство лиц, принимающих решения, как правило, дополнительно используют собственные эвристические, интуитивные модели и алгоритмы решения прикладных задач. Решения, получаемые при этом, не оптимальны в математическом смысле, тем не менее они учитывают сложную природу взаимосвязи реальных объектов, процессов и их элементов между собой и с внешней средой. В результате синтез моделей объектов или процессов, которые учитывают еще и профессиональные знания (опыт, интуицию) ЛПР, позволяет повысить обоснованность принимаемых решений и добиться нового качества управления сложными организационными системами.

Одним из основных путей повышения качества управления сложными организационными системами является создание *интеллектуальных информационных технологий* (ИИТ).

Создание ИИТ связано с решением комплекса проблем синтеза *базы знаний* (БЗ) в *экспертных системах* (ЭС) [23], [25], [34]. Синтез БЗ является не только сложной научной проблемой, но и длительным, трудоемким и слабоструктурированным процессом. До 90 % времени при создании систем с базой знаний расходуется на процесс приобретения и формализации знаний. Эффектив-

ность экспертных систем в **значительной** степени определяется знаниями, введенными в БЗ. Экспертная система — это средство информационной технологии, автоматизирующее процесс представления знаний и его процедур — получения и генерации (вывода) знаний.

Создание и модификация базы знаний осуществляются совместными усилиями *эксперта* и *инженера по знаниям*. Для этой цели создается *интеллектуальный редактор* БЗ, представляющий собой программу диалогового **взаимодействия**, облегчающую работу с базой знаний. *Решатель* (блок логического вывода) производит вывод (генерацию) нового **знания**, т. е. **решает** поставленную задачу на основе имеющихся в базе знаний. При желании пользователь ЭС может **получить** объяснение **того**, как была решена задача. Для этого в ЭС включают *блок объяснений*. Взаимодействие с экспертной системой пользователя происходит при помощи *интерфейса пользователя*. Центральным блоком экспертной системы является *база знаний*.

7.1. СВОЙСТВА И ТИПЫ ЗНАНИЙ

Обязательным элементом, определяющим **эффективность** функционирования любой системы искусственного интеллекта (СИИ), являются знания. В таких системах, в частности в области интеллектуальных автоматизированных информационных технологий, нет общепризнанного формального определения понятия "знание". Наиболее близко к рассматриваемой проблеме приобретения и представления знаний находится следующее определение: *знания* — это специальная форма представления информации, позволяющая человеческому мозгу хранить, воспроизводить и понимать ее.

Однако далеко не вся информация выступает в виде **знания**, которое рассматривается как ее высшая и притом совершенно особая форма. Знания -- это **информация**, зафиксированная и выраженная в языке. Поэтому основные типы **отношений**, определяющие связь знаний с **внеязыковым** миром, друг с другом и системой человеческих действий, должны подчиняться особым **закономерностям** (правилам) **семантики**, синтаксиса и прагматики.

Таким образом, знания — это не только особая форма информации, но и особая система отношений.

В качестве рабочего можно принять следующее определение: *знания* — это особая форма информации, представляющая собой совокупность структурированных теоретических и эмпирических положений предметной области, которые представлены в различной форме, обладают определенными свойствами, связаны синтаксическими, семантическими и прагматическими отношениями и позволяют решать прикладные задачи.

Грань, отделяющая информацию от знаний, условна. Обще-признано, что знания имеют пять важных свойств, позволяющих считать их таковыми: внутреннюю интерпретируемость, рекурсивную структурируемость, взаимосвязь единиц, наличие семантического пространства с метрикой и активность.

Сущность этих свойств знаний заключается в следующем.

Внутренняя интерпретируемость. Вместе с информационной единицей, представляющей собственно элемент данных, в памяти ЭВМ стало возможным хранить систему имен, связанную с такой информационной единицей. Наличие системы имен позволяет системе "знать", что хранится в ее памяти, и, следовательно, уметь отвечать на запросы о содержании памяти, которые могут порождаться в процессе выполнения программ в самой системе или поступать извне от пользователей либо других систем.

Рекурсивная структурируемость. Информационные единицы могут при необходимости расчленяться на более мелкие и объединяться в более крупные по принципу матрешки. Для этих операций могут использоваться родовидовые отношения и принадлежность элементов к классу. В действительности число структурообразующих отношений насчитывает более 200.

Взаимосвязь единиц. Между единицами возможно установление самых разнообразных отношений, отражающих семантику и прагматику связей явлений и фактов. Когда между информационными единицами в памяти системы возникает система отношений, фрагментами этой структуры начинают определяться новые **информационные** единицы.

Наличие семантического пространства с метрикой. Оно характеризует близость-удаленность информационных единиц. Специалисты в области когнитивной психологии (психологии познания) считают, что знания не могут быть бессистемным "сборищем" отдельных информационных единиц, а должны быть вза-

имосвязанными и взаимозависимыми в некотором общем для них когнитивном семантическом пространстве.

Активность. В программировании процедурам всегда отводилась роль активизирующего начала. Они отражали способ решения задачи, активизировали необходимые данные, пассивно лежащие в памяти системы. Эта "безгласность" данных в ЭВМ не находит аналогов у человека. Для когнитивных структур в нашей памяти характерна внутренняя активность: мы используем те или иные процедуры при возникновении определенной ситуации. То или иное соотношение между информационными единицами побуждает нас к тем или иным действиям, для реализации которых должны быть выполнены определенные процедуры. Активность базы знаний позволяет СИИ формировать мотивы, ставить цели и строить процедуры для их выполнения.

В настоящее время не создано баз знаний СИИ, в которых в полной мере были бы реализованы все свойства знаний. Основными причинами этого являются: ограниченные возможности используемых моделей представления знаний, неполнота знаний предметных областей, несовершенство методов приобретения знаний и несоответствие типов используемых знаний и моделей их представления. Справедливость этого вывода подтверждается практикой создания СИИ, в частности экспертных систем.

Знания существуют в различных формах: в памяти человека (эксперта); материализованные (канонизированные) знания (учебники, монографии и т.п.); полуформализованная структурированная модель (поле) знаний; формализованное знание на некотором языке представления; в базе знаний. Знания в СИИ представлены на внешнем, логическом и физическом уровнях.

Существуют различные подходы к классификации знаний. Предлагаемые классификации носят открытый характер. Так, выделяют декларативные и процедурные знания, глубинные, поверхностные и мягкие знания. Рассматривают теоретические и эмпирические знания в зависимости от уровня их осмысления. Содержание знаний служит основой для выбора структуры их представления.

В практике разработки СИИ обозначилась тенденция перехода от использования поверхностных знаний к глубинным и мягким. *Глубинные знания* образуются как результат обобщения

первичных понятий в некоторые абстрактные структуры, которые могут и не иметь вербального описания. *Мягкие знания* допускают множественные, расплывчатые решения и приводят к различным вариантам рекомендаций.

Использование глубинных и мягких знаний позволяет создать БЗ большой мощности. Глубинные знания обладают такими важными особенностями, как гибкость и аддитивность (лат. *additio* — прибавление; получаемый путем сложения).

Поверхностные знания представляют собой совокупность эмпирических ассоциаций и отношений между понятиями предметной области для стандартных рассуждений и ситуаций.

Наибольший интерес для построения баз знаний СИИ представляют концептуальные и экспертные знания. *Концептуальные знания* выражают свойства объектов, процессов и ситуаций через понятия (базовые элементы) соответствующей области. Описание понятия включает описание его компонентов, указания взаимосвязи с другими понятиями, а также операциональную часть, содержащую зависимости между компонентами понятий. Концептуальные знания — более глубинные и жесткие. Применять их целесообразнее при решении задач анализа.

Экспертные знания — это знания специалистов предметной области. Они аккумулируют накопленный практический опыт, навыки и приемы в соответствующей области. Этот тип знаний играет наиболее важную роль в слабоструктурированных предметных областях, в которых отсутствуют формальные модели. Их роль также велика в тех областях, **где** применимы формальные методы, но при этом необходимо принимать решения и делать выбор в первую очередь на основе опыта. Экспертные знания более мягкие и поверхностные. Совместное использование концептуальных и экспертных знаний является крайне важным и перспективным, ибо они вместе покрывают значительную часть плоскости знаний СИИ и позволяют сочетать ассоциативные и логические рассуждения для решения задач при низких вычислительных затратах.

Синтаксические знания характеризуют синтаксическую структуру описываемого объекта или процесса, которая не зависит от смысла и содержания используемых при этом понятий. *Семантические знания* содержат информацию, непосредственно связанную со знанием и смыслом описываемых объектов и процессов. *Прагматические знания* описывают объекты и процессы относительно целей решаемой задачи.

К понятию *знание* близко примыкает понятие предметной области. В научной литературе сформировалось обобщенное определение *предметной области* (ПрО) как совокупности элементов, объектов, явлений, процессов, их количественных и качественных характеристик, а также связей между ними, объединенных общей идеей, определенным смыслом или понятием более высокого уровня. Эта область может быть описана в виде некоторой совокупности сведений о ее структуре, основных характеристиках, процессах, протекающих в ней, а также в виде способов решения задач. Значительную роль играют *отношения*. Именно они определяют смысловую сторону, окончательно формируют конкретную ПрО, выделяя ее из других областей или случайного скопления фактов. Упорядоченная и систематизированная совокупность знаний образует *модель знаний ПрО*.

7.2. МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Представление знаний в СИИ — это не только фундаментальное понятие, но и решающий аспект их разработки. Выбор *модели представления знаний* (МПЗ) очень сложен ввиду их многообразия и размытости критериев выбора и важен, ибо он оказывает огромное влияние на любую часть СИИ и предопределяет их возможности (свойства и характеристики). Последствия неудачного решения проблемы представления знаний могут быть катастрофическими. Кроме того, используемый в СИИ формализм представления знаний определяет характер их получения и накопления, в результате которого создается БЗ, ориентированная на определенную структуру представления, а не на сущность самих знаний. Выбор модели, не адекватной типам знаний, приводит к потере многих существенных деталей прикладной задачи и порождает тривиальный интеллект.

Проблемы представления знаний в компьютерных системах решаются на трех уровнях:

- *техническом* — реализация сложных представлений знаний, требующая электронной вычислительной техники с чрезвычайно сложной функциональной архитектурой, обеспечивающей параллельные вычисления и гарантирующей протекание процесса пред-

ставления знания в режиме реального времени, а также мощными запоминающими устройствами;

- *программном (логическом)* — создание программ, которые обеспечивают выполнение всех алгоритмов, необходимых для представления знаний;

- *концептуальном* — выработка концепций, моделей, образующих методологию искусственного интеллекта.

Под *представлением знаний* подразумевают соглашение о том, как описывать реальную ПрО (понятия и отношения). Иногда такое соглашение называют *нотацией*. Каждая модель знаний определяет форму представления знаний и является формализмом, призванным отобразить объекты, связи между ними и отношения, иерархию понятий ПрО и изменение отношений между объектами.

Для решения проблемы представления знаний разработаны разнообразные модели представления знаний (МПЗ). В системах искусственного интеллекта используются в основном четыре типа МПЗ: логические, продукционные, семантические сети и фреймы.

Логические модели представляют знания в виде формул, которые состоят из констант, переменных, функций, предикатов, логических связок и кванторов. Каждая логическая формула дает частичное описание состояния предметной области.

В основе всех логических моделей представления знаний лежит понятие формальной системы ***M***, задаваемой четверкой:

$$M = \langle T, P, A, F \rangle,$$

где *T* — множество базовых элементов (алфавит формальной системы);

P — множество синтаксических правил, позволяющих строить синтаксически правильные выражения *A* из *T*;

A — множество априорно истинных аксиом (любое множество синтаксически правильных выражений);

F — правила вывода, позволяющие расширять множество аксиом.

Среди реализаций логических моделей представления знаний различают системы *дедуктивного типа* (имеют фиксированную систему правил вывода) и *индуктивного типа* (правила вывода порождают системой на основе конечного числа обучающих примеров).

В логических моделях синтаксис задается набором правил построения правильных синтаксических выражений, а семантика —

набором правил преобразования выражений и разрешающей процедурой, позволяющей однозначным образом и за конечное число шагов определить, является ли данное выражение семантически правильным. Преимуществами логических схем представления знаний являются: высокий уровень модульности знаний, лаконичность представления, наличие тела анализа и определение понятия логического вывода, позволяющее получить формальным путем новые знания.

Однако им свойственны и **недостатки**: чрезмерный уровень формализации знаний; слабая наглядность, трудность прочтения логических формул и сложность их понимания; низкая производительность СИИ при обработке знаний и большая требуемая память; отсутствие выразительных средств для отражения особенностей ПрО и структурирования знаний; громоздкость при описании больших объемов знаний.

Логические модели в силу присущих им недостатков самостоятельно применяются в СИИ крайне редко. Обычно они используются в сочетании с другими МПЗ.

Продукционные модели. Продукционные правила (продукции) задаются в виде выражений:

ЕСЛИ условие ТО действие;
ЕСЛИ причина ТО следствие;
ЕСЛИ ситуации ТО решение.

Суть этих выражений заключается в том, что если выполняется условие, то нужно произвести некоторое действие. Продукционные модели могут быть реализованы как процедурно, так и декларативно. В процедурных системах присутствуют три компонента: база данных, некоторое число продукционных правил, состоящих из условий и действий, а также интерпретатор, который последовательно определяет, какие продукции могут быть активированы в зависимости от содержащихся в них условий. В базе данных хранятся известные факты выбранной ПрО.

Продукционные правила (продукции) содержат специфические знания предметной области о том, какие еще дополнительные факты могут быть учтены, есть ли специфические данные в базе данных. В системах искусственного интеллекта, построенных на использовании продукционных МПЗ, база данных представляет собой переменную часть, а правила и интерпретатор не из-

меняются. Благодаря свойству модульности, присущему продукционным МПЗ, можно добавлять и изменять знания (правила, факты). Поэтому продукционные МПЗ применяются в ПрО, где нет четкой логики и задачи решаются на основе независимых правил (эвристик).

Правила продукции несут информацию о последовательности целенаправленных действий.

Продукционные модели благодаря причинно-следственному характеру правил (продукций) хорошо отражают прагматическую составляющую знаний.

СИИ продукционного типа проявляют свои сильные стороны, если решается небольшая задача. При увеличении объема знаний эффективность СИИ падает.

Следующим шагом на пути выявления структуры, присущей знаниям, являются модели, в которых в явной форме выделяются все отношения, образующие эту структуру, с описанием их семантики.

Семантические сети основываются на результатах изучения организации долговременной памяти человека. Характерной особенностью для семантических сетей является то, что они для образования своей структуры используют два компонента — понятия и отношения. Вершинам сети соответствуют *понятия* (объекты, события, процессы, явления), а дугам, их соединяющим, — *отношения* между понятиями.

В зависимости от структуры узлов и характера отношений между ними различают следующие сети: простые, иерархические, однородные и неоднородные. Последние делятся на функциональные сети, сценарии и семантические сети.

В семантических сетях знания представлены в терминах естественного языка и отношений между ними (элемент — класс; класс — подкласс; функциональные дуги).

Основные характеристики семантических сетей:

- объекты описываются на естественном языке;
- все знания накапливаются в относительно однородной структуре памяти;
- на сетях определяются унифицированные отношения между объектами, которым соответствуют унифицированные методы вывода;
- методы вывода в соответствии с запросами определяют участки семантического знания, имеющего отношение к поставленной задаче, формулируя акт понимания запроса и некоторую цепь выводов, соответствующих решению задачи.

Семантические сети обладают следующими **достоинствами**: повышенной гибкостью за счет наличия свойств ассоциативности и иерархичности; гармоничным и естественным сочетанием декларативного и процедурного, синтаксического и семантического знания; наглядностью отображения объектов, связей, отношений в силу присущей им возможности графической нотации; легкой читаемостью и понимаемостью знаний; высокой степенью структуризации знаний.

Среди недостатков сетевого представления выделяют: сложность и трудность разработки алгоритмов их анализа ввиду нерегулярности структуры и большого количества дуг, несущих синтаксическую информацию; пассивность структуры сети, для обработки которой необходим сложный аппарат формального вывода и планирования; разнообразие типов вершин и связей, произвольность структуры, требующей большого разнообразия процедур обработки; трудность представления и обработки неточных и противоречивых знаний.

В целом семантические сети позволяют представлять семантику **Про**, а также осуществлять за **счет** наличия связей и отношений между понятиями целевую ориентацию и таким образом отражать прагматическую составляющую знаний.

В связи с указанными недостатками предприняты попытки усовершенствования семантических сетей, которые в основном нацелены **на** организацию процессов обобщения в сети, решение проблемы поиска и повышения их изобразительных возможностей.

Фреймы — это особые познавательные структуры, дающие целостное представление о явлениях и их типах. Фреймы отражают концептуальную основу организации памяти человека.

Структура фрейма имеет вид:

$$I : \{ \langle V_1, q_1, p_1 \rangle, \langle V_2, q_2, p_2 \rangle, \dots, \langle V_k, q_k, p_k \rangle \},$$

где / — имя фрейма;

$\langle V_k, q_k, p_k \rangle, k = \overline{1, n}$ — слот;

V_k — имя слота;

q_k — значение слота;

p_k — процедура (необязательный элемент).

Слоты — это некоторые структурные элементы фрейма, заполнение которых приводит к тому, что фрейм ставится в соот-

ветствие некоторой ситуации, явлению, объекту или процессу. В качестве слота может быть указано имя другого фрейма.

Значениями слота могут быть конкретные данные, процедуры и даже продукция. Слот может быть пустым (незаполненным).

Из всех ранее рассмотренных МПЗ только фреймам свойственны высокая структурируемость, внутренняя интерпретируемость посредством имен и значений и связность слотов и их значений. Кроме того, фреймы обладают высокой наглядностью и модульностью, объединяют достоинства декларативного и процедурного представления знаний. Однако фреймы наиболее эффективны при обработке семантической составляющей знаний. У фреймов, как и у семантических сетей, отсутствуют универсальные процедуры их обработки, что приводит к неэффективному использованию ресурсов вычислительной техники (памяти и быстродействия).

Рассмотренные МПЗ наследуют ряд структур данных и являются в некотором смысле их разновидностями, хотя **и используют** в СИИ для обработки знаний.

Общими слабыми сторонами моделей представления знаний являются ограниченные выразительные возможности для описания экспертных знаний, невозможность описания знаний **сложной** структуры, недостаточная эффективность нотации (вычислительная эффективность).

Одной из попыток расширения возможностей СИИ является использование сочетания различных МПЗ: фреймов и продукций (продукционные правила в слотах фрейма являются формой присоединения к фрейму процедурных знаний); семантических сетей и логических моделей; семантических сетей и продукций. Однако простое объединение в одной базе знаний нескольких МПЗ, получивших название *комбинированных* или *смешанных*, как правило, малоэффективно. Различные МПЗ не обязательно несовместимы друг с другом, однако они отличаются по степени соответствия конкретным внутренним представлениям эксперта.

Сейчас ведется поиск новых МПЗ, базирующихся на идеях, отличных от формальной системы или сети понятий, ориентирующихся на языковые конструкции (семантику естественного языка).

7.3. ПРИОБРЕТЕНИЕ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ

Ключевой проблемой при построении системы искусственного интеллекта является приобретение знаний. От качества и полноты знаний, введенных в БЗ, в решающей степени зависят эффективность работы СИИ и качество решения задач.

7.3.1. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЗНАНИЙ

В теории ЭС принята методология постепенно нарастающей разработки, которая базируется на концепции быстрого прототипа.

Прототип ЭС представляет собой один или несколько вариантов усеченной версии ЭС, демонстрирующих жизнеспособность выбранного подхода и правильность принятых решений. В условиях отсутствия формальных методов работы со знаниями технология "быстрого прототипа" считается эффективной, так как она позволяет эмпирически проверить правильность принятых проектных решений на каждом этапе создания ЭС.

Технология разработки ЭС включает шесть этапов: выбор проблемы, разработку **прототипа**, доработку прототипа до промышленной ЭС, оценку ЭС, стыковку ЭС, поддержку ЭС. Второй этап, в свою очередь, состоит из шести подэтапов: идентификация проблемы, приобретение **знаний**, структурирование и формализация знаний, реализация прототипа и тестирование.

При проектировании экспертной системы разрабатывают демонстрационный, исследовательский и действующий прототипы, в ходе которых производятся их модификация и (или) последовательное расширение.

Особую важность имеет процедура приобретения знаний (рис. 7.1), так как мощность ЭС **зависит** в первую очередь от количества и качества знаний, хранимых в ней.

Процессу приобретения знаний присущи проблемы психологического, гносеологического и лингвистического свойства. Указанные проблемы рассматриваются в плане облегчения и повышения эффективности взаимодействия **эксперта** и инженера по

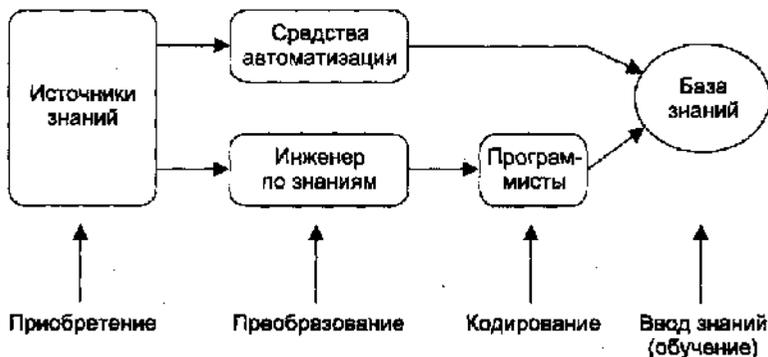


Рис. 7.1. Процедура приобретения знаний

знаниям, повышения степени адекватности модели знаний предметной области реальной **Про**, построения языка структуризации и формализации относительно синтаксиса, семантики и прагматики семиотических моделей представления знаний.

В данном процессе задействованы инженеры по знаниям, программисты и источники знаний, в качестве которых могут выступать эксперты, материализованные источники (учебники, монографии, статьи, инструкции и т.п.) и (или) эмпирические факты, примеры и данные **Про**.

Инженеры по знаниям и эксперты в процессе приобретения знаний могут выполнять различные функции в зависимости от применяемых методов извлечения, получения и формирования знаний, а также наличия и степени развитости средств автоматизации.

В общем случае инженер по знаниям в процессе получения знаний выполняет следующие основные взаимосвязанные функции: управления процессом коммуникации в форме последовательности содержательных сообщений; переработки, включающей все возможные способы, процедуры анализа и синтеза информации, идентификации и конструирования понятий, выяснения и фиксации их смысла, а также установления отношений между ними и когнитивными элементами; хранения информации путем запоминания, выборки и документирования.

Процесс приобретения знаний и разработки прототипа ЭС стремятся максимально автоматизировать. Основная задача ав-

томатизации приобретения знаний состоит в облегчении труда эксперта и инженеров по знаниям — разработчиков СИИ. Эта задача может быть решена двумя путями:

- передачей части функций, выполняемых инженерами по знаниям в процессе приобретения знаний, автоматизированной системе;
- полного исключения экспертов и инженеров по знаниям из процесса с передачей их функций созданной автоматизированной системе приобретения знаний.

Применение автоматизированных систем приобретения знаний позволяет реализовать три стратегии получения знаний. В рамках **первой** стратегии основные функции по актуализации и формированию знаний выполняет эксперт, обращаясь при этом за помощью к СИИ. Благодаря этой помощи эксперт структурирует, систематизирует и формализует свои знания, используя некоторый формализм. В результате получаются готовые формы знания для непосредственного кодирования и ввода в БЗ. Такая стратегия позволяет исключить инженеров по знаниям из технологической цепочки приобретения знаний и все его функции возложить на автоматизированную систему.

В рамках **второй** стратегии получения знаний ведущей стороной в диалоге является автоматизированная система. По ответам эксперта СИИ конструирует готовые формы знания и затем передает их в другие компоненты СИИ для включения в состав БЗ. Инженер по знаниям полностью исключается из рассмотренной технологической цепочки получения знаний.

Третья стратегия приобретения знаний связана с исключением из классической технологии и инженера по знаниям, и программиста. Заполнение знаниями таких СИИ может быть осуществлено без изменения механизма логического вывода с помощью редактора знаний. Основная функция редактора знаний — заполнение БЗ нужными знаниями самим экспертом.

В технологическом плане крайне необходимым является решение проблемы работы со знаниями в рамках единого подхода, реализующего выбор МПЗ, формализацию знаний и создание СИИ, реализующей идею автоформализации знаний самим экспертом.

7.3.2. МЕТОДЫ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЗНАНИЙ

Рассматривая методы приобретения знаний, будем использовать следующие термины: извлечение, получение, формирование, приобретение знаний и обучение БЗ. Определим сущность указанных терминов. Под *извлечением знаний* будем понимать процесс приобретения материализованных знаний из текстологических источников информации с помощью некоторой **совокупности** методов и процедур, позволяющих переходить от знаний в текстовой форме к их аналогам для ввода в базу знаний СИИ. *Получение знаний* — это процесс приобретения вербализуемых и невербализуемых знаний эксперта, основанный на использовании непосредственно им самим или инженером по знаниям **соответствующих** приемов, процедур, методов и инструментальных средств.

Формирование знаний — это процесс автоматического приобретения (порождения) системой искусственного интеллекта или инструментальным средством **нового** и полезного знания из исходной и текущей информации, которое в явном виде не формируют эксперты, в целях освоения новых процедур решения прикладных задач на основе использования различных моделей машинного обучения. Под *приобретением знаний* будем понимать процесс, основанный на переносе знаний из различных источников в базу знаний путем использования различных методов, моделей, алгоритмов и инструментальных средств.

Понятие *получение знаний* соотносится с понятиями *извлечение, приобретение, формирование знаний* как часть — целое.

Обучение базы знаний — это процесс ввода (переноса) приобретенных знаний в **СИИ** на основе применения совокупности методов, приемов и процедур в целях ее заполнения, расширения и модификации. Термин *обучение* рассматривается как свойство базы данных, как совокупность методов, приемов и процедур ввода знаний в БЗ и как процесс переноса знаний в СИИ.

Большинство методов извлечения и получения знаний основано на прямом диалоге с экспертом.

Методы извлечения знаний. Они состоят из текстологических методов и методов автоматической обработки текстов.

Текстологические методы предназначены для получения инженером по знаниям знаний из материализованных источников,

в качестве которых выступают монографии, учебники, статьи, методики, инструкции и другие носители профессиональных знаний. Текстологические методы, несмотря на их простоту и тривиальность, являются наименее разработанными. Эти методы основываются не только на выявлении и понимании смысла текста, но и на выделении базовых понятий и отношений, т. е. формировании семантической (понятийной) структуры ПрО.

Процесс понимания является сложным и неформализуемым, на него существенно влияют когнитивный стиль инженера по знаниям и его интеллектуальные характеристики. В инженерии знаний разработана методика анализа текстов в целях извлечения и структурирования знаний. Методика предусматривает овладение инженером по знаниям микроструктурой текста, вычленение им ключевых слов (компрессия или сжатие текста) и последующее формирование поля знаний.

Сжатие текста служит методологической основой для использования текстологических процедур извлечения знаний. Текстологические методы самые трудоемкие, они применяются, как правило, на начальном этапе создания СИИ.

Существенное развитие получили методы извлечения знаний при использовании современных информационных технологий, в частности гипертекстовой технологии.

Гипертекст — это организация нелинейной последовательности записи и чтения информации, объединенной на основе ассоциативной связи. Синтез этой концепции и полиморфизма приводит к новой концепции **гипермедиа**, в рамках которой между информацией, представленной в различной форме (текстовой, графической и других), организуются ассоциативные связи.

Эти новые концепции работы со знаниями создают предпосылки для решения проблемы эффективности процесса приобретения знаний. Усилия исследователей в области инженерии знаний направлены на создание формальных методов извлечения знаний. К их числу можно отнести метод автоматической обработки текстов на основе статистической обработки семантических единиц. Метод и программные средства автоматизированного извлечения знаний из текстов базируются на формальных процедурах обнаружения в текстах семантических единиц различной выраженности.

Семантические единицы получают путем статистической обработки текстов, в основе которой лежат универсальные меха-

низмы определения частотных характеристик терминов. Задача извлечения знаний решается в два этапа: сначала формируется терминологическая сеть (поле знаний), а затем определяется ассоциативная близость терминов на основе статистически определенной меры ассоциации. Достоинство рассмотренного метода состоит в автоматическом выявлении значимых слов и связей с учетом статистической информации о гипертексте в целом.

Указанные новые подходы к автоматизации извлечения знаний пока находятся на стадии исследований и не нашли применения в практике создания СИИ. Однако результаты исследований позволяют надеяться на создание эффективных методов и систем искусственного интеллекта, позволяющих снизить трудозатраты при извлечении знаний на начальном этапе синтеза баз знаний СИИ.

Методы получения экспертных знаний. К ним относятся, например, коммуникативные методы (пассивные и активные), основанные на прямом диалоге экспертов и инженеров по знаниям как без использования СИИ, так и с применением СИИ (технологии окон, меню).

Коммуникативные методы получения знаний рассматриваются как разновидности интервьюирования. Основные особенности коммуникативных методов:

1. Не имеют формального определения и носят качественный характер. Полученные с их помощью знания несут отпечаток самонаблюдений эксперта и субъективную интерпретацию инженера по знаниям.

2. Требуют словесного выражения экспертом своих знаний, что является непростой задачей. Неточность и неадекватность словесных описаний мыслительных процессов и применяемых эвристических приемов, используемых при решении задач, ведут к серьезным последствиям.

3. Сложность выражения процедурных знаний при их словесном описании.

4. Крайняя сложность явного описания знаний, которые являются результатом компиляции и автоматизма процессов мышления, а также интуиции эксперта. В психологии доказано, что интуиция на самом деле является способностью распознавать образы. Однако словесное описание способности к распознаванию образов дать крайне трудно.

5. Трудоемкость организации и неэффективность взаимодействия инженера по знаниям и эксперта. На них приходится большие ин-

теллектуальные нагрузки, связанные с вербализацией знаний, управлением процессом коммуникации и необходимостью освоения, анализа и документирования **больших** объемов новых знаний.

Коммуникативные методы получения знаний отличаются своей низкой эффективностью. Так, при непосредственном взаимодействии инженера по знаниям и **эксперта** теряется до 76% информации.

Один из путей совершенствования процесса приобретения знаний состоит в разработке **методов**, позволяющих передать часть функций, выполняемых инженером по знаниям, самому эксперту или СИИ.

Методы формирования знаний. Трудности **извлечения** знаний из текстовых источников и получения их от экспертов стимулировали развитие методов формирования знаний, известных, как методы машинного обучения.

Для развитых СИИ способность обучаться, т.е. самостоятельно формировать новые знания на основе текущих знаний, собственного опыта решения прикладных задач, является их существенной характеристикой. Методы формирования знаний лежат в основе автоматических систем приобретения знаний.

Автоматические системы формирования знаний более предпочтительны, так как при этом уменьшается вероятность ошибок в приобретаемых знаниях и снижается время их приобретения.

Главный вопрос, на который должны ответить методы формирования знаний, состоит в следующем: как от частного (примера) перейти к общему (обобщениям)?

Базисом всех методов формирования знаний является индукция, которая лежит в основе получения общих выводов из совокупности частных утверждений.

7.3.3. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Основным направлением повышения эффективности процесса представления знаний является его автоматизация.

Толчком к автоматизации процесса приобретения знаний послужили как сложность самого **процесса**, так и большие затраты времени и ресурсов. Процесс приобретения знаний поглоща-

ет от 50 до 90% общего времени и ресурсов, затрачиваемых на построение СИИ. Одновременно применение программных оболочек уменьшает стоимость генерации единицы знания примерно в 10 раз. С другой стороны, применяемые СИИ, в частности ЭС, дают значительный выигрыш в зависимости от сферы их применения: в проектировании они повышают производительность труда в **3—6** раз; ускоряют поиск неисправностей в технических системах в **5—10** раз; в профессиональной подготовке снижают затраты времени в **8—12** раз.

В практике проектирования СИИ имеется широкий парк средств автоматизации разработки ЭС и приобретения знаний, позволяющих существенно сократить трудозатраты на создание систем искусственного интеллекта.

В настоящее время ведется интенсивная разработка разнообразных средств автоматизации приобретения знаний. Выделяют следующие средства автоматизации, которые получили наименование *инструментальных средств*: языки программирования, языки символьной обработки, языки инженерии (представления) знаний, средства автоматизации проектирования ЭС (интегрированные гибридные среды или комплексы) и оболочки ЭС (пустые или инструментальные ЭС).

Все многообразие существующих систем искусственного интеллекта используется для создания "быстрого прототипа". Некоторые СИИ являются демонстрационными и иллюстрируют границы ведущихся исследований.

Тенденция качественного совершенствования СИИ связана с возможностью реализации в них совокупности автоматизируемых функций управления процессом приобретения знаний, переработки знаний и их хранения.

Подводя итог краткому рассмотрению процесса представления знаний, можно утверждать, что для эффективного использования в системах управления интеллектуальная информационная технология должна быть способной выполнять следующие функции:

- описывать знания с помощью языков представления знаний;
- организовывать накопление, хранение, анализ, обобщение и структурирование знаний;
- вводить новые знания и объединять их с существующими в СИИ;
- выводить новые знания из имеющихся, оперировать с неполными и неточными знаниями;

- устранять устаревшие знания, быстро находить требуемые, проверять непротиворечивость накопленных знаний;
- осуществлять интеллектуальный интерфейс между пользователем и знаниями.

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоит особенность и чем определяется эффективность интеллектуальных информационных технологий?
2. Что такое *знания*, каковы их основные свойства?
3. Назовите типы знаний. В чем состоят их особенности?
4. Определите понятие предметной области. Как она может быть описана?
5. Какие модели представления знаний существуют в настоящее время? Каковы их особенности, достоинства и недостатки?
6. Нарисуйте обобщенную схему процедуры приобретения знаний и объясните существо этой процедуры. Каковы стратегии автоматизации процедуры приобретения знаний?
7. Расскажите о методах приобретения знаний.
8. Какие средства автоматизации создания экспертных систем существуют в настоящее время?
9. Перечислите основные функции, которые должна выполнять интеллектуальная информационная технология.

Глава

8

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Основная функция информационной технологии на предприятии — создание информационного продукта, позволяющего формировать управляющие воздействия на производство. Целью же производства, как известно, является создание конкурентоспособной продукции с минимальными затратами, обеспечивающими наибольшую прибыль.

Для реализации этой цели разрабатывается *модель выпускаемой продукции*, отражающая различные аспекты, — от технологических до маркетинговых, организуются производство и система управления этим производством. Последняя необходима для того, чтобы удерживать производство в рамках разработанной модели продукции при неизбежных внешних возмущениях. Для повышения эффективности управления создается *автоматизированная экономическая информационная система управления предприятием*, в которой основным компонентом является контур информационной технологии.

8.1. БАЗОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Информационная технология в управлении предприятием учитывает сложившиеся информационные потоки и их содержание в его организационной структуре. На любом крупном пред-

приятии, где имеет смысл создавать автоматизированную систему управления предприятием (АСУП), можно выделить типовые блоки организационной структуры (рис. 8.1).

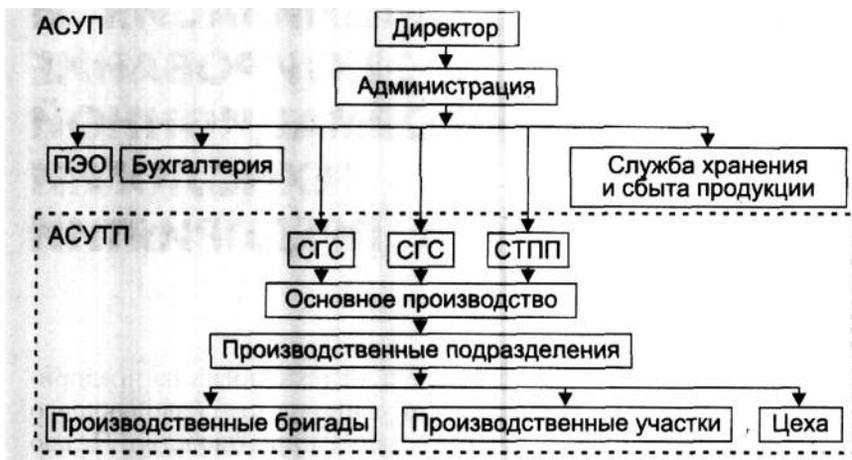


Рис. 8.1. Организационная структура предприятия

Во главе предприятия стоит *директор*, решения которого реализуются в производстве *администрацией*. Обычно в администрации состоят заместитель директора по экономике, руководящий планово-экономическим отделом (ПЭО) и бухгалтерией; служба главных специалистов (СГС), включающая и главного инженера, под чьим руководством находится служба технической подготовки производства (**СТПП**), и заместителя директора по общим вопросам, в функции которого входит решение различных вопросов, не отнесенных к перечисленным службам, а также руководство службой хранения и сбыта продукции. Администрация со своими службами управления организует, планирует и регулирует основное производство, которое состоит из *производственных подразделений*, таких, как производственные бригады, производственные участки, цеха. Именно в подразделениях основного производства модель продукции воплощается в готовый продукт.

В контур автоматизированного организационного управления предприятием может быть включен контур АСУТП (автоматизированной системы управления технологическими процессами), охватывающий основное производство и службы главных специалистов.

При автоматизированном управлении предприятием выполняется несколько основных фаз управления (рис. 8.2), позволяющих выдерживать сформулированную в общей математической модели управления траекторию достижения цели — производства запланированной продукции.

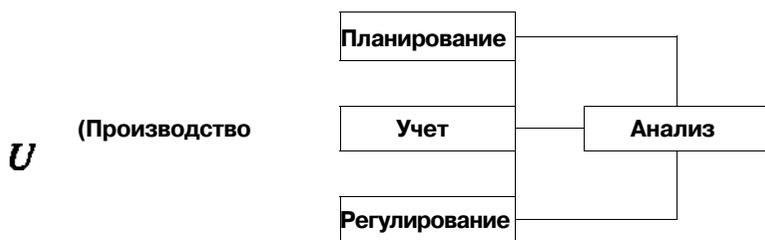


Рис. 8.2. Фазы управления производством

Производство организуется в соответствии с планом, разработанным в фазе *планирования* и отражающим модель выпускаемой продукции. На производство оказывают влияние внешние возмущающие воздействия U , что приводит к отклонению от параметров, заданных планом.

Фиксация текущего состояния производства проводится в фазе *учета*. На следующей фазе, фазе *анализа*, определяется степень отклонения производства от заданного плана и вырабатывается стратегия устранения возникшего отклонения. Непосредственное воздействие на производство путем регулирования его параметров осуществляется в фазе *регулирования*, которая и позволяет вернуть производство на заданную траекторию движения.

На разных фазах управления производством приходится решать многочисленные функциональные задачи управления, которые агрегируются в комплексы функциональных задач (КФЗ). При решении функциональных задач средствами информационной технологии (СИТ) они должны быть преобразованы в вычислительные задачи, алгоритмизированы и введены в ЭВМ.

Функциональные задачи формируются на основе информационных моделей управления. Общая математическая модель управления (ОММУ) порождает комплексы взаимосвязанных функциональных задач (рис. 8.3), определяющих проблематику фаз

управления. Частные математические модели управления (ЧММУ), вытекающие из общей модели, порождают функциональные задачи (ФЗ), выделяемые из комплексов. На основе концептуальной модели (КМ) решения из функциональной модели формируется вычислительная задача (ВЗ), пригодная к решению средствами информационной технологии. Однако для решения задачи управления на ЭВМ необходимо иметь алгоритм (А) ее решения, который разрабатывается на основе логической модели (ЛМ).

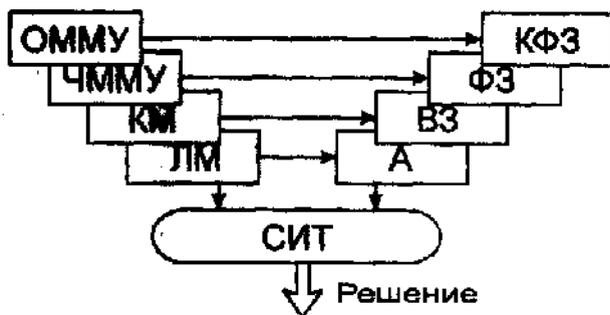


Рис. 8.3. Взаимосвязь моделей и задач управления

Таким образом, от концептуальной модели управления, определяющей фазы управления и их содержание, через системы математических и алгоритмических моделей и функциональных задач, составляющих логический уровень управления, переходят к физическому уровню решения задач управления средствами вычислительной техники.

Каждая фаза управления производством включает ряд комплексов задач, описываемых соответствующими математическими моделями. Решение этих задач дает необходимую для данной фазы результатную информацию.

Фаза планирования. На этой фазе управления в различных временных режимах решается несколько комплексов функциональных задач планирования (рис. 8.4): перспективное планирование (на 3—5 лет), годовое и оперативное (менее года).

Перспективное планирование. Математические модели перспективного планирования призваны описать состояние и стратегию развития производственного предприятия через 3—5 лет. Естественно, такие планы являются прогнозными, и для их создания при-

влекаются математические методы и модели, позволяющие "проигрывать" поведение управляемого объекта при различных прогнозируемых параметрах самого объекта и окружающей среды.

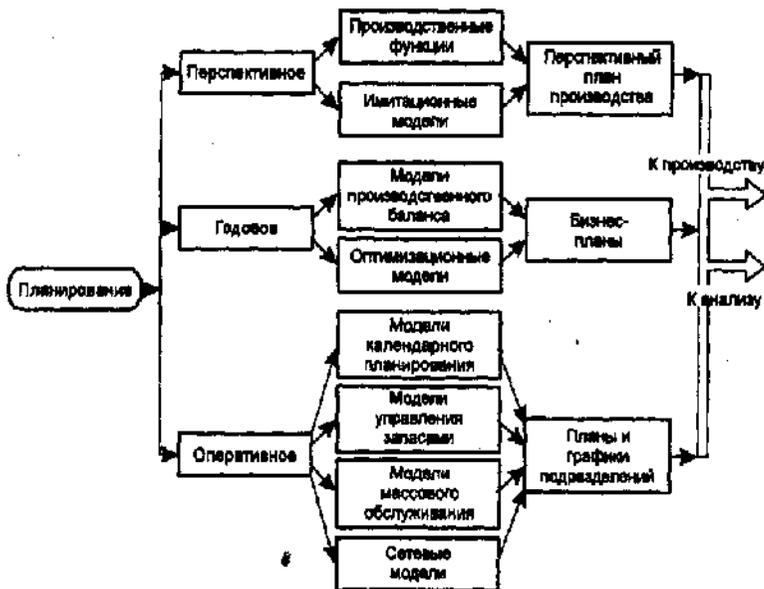


Рис. 8.4. Комплекс моделей фазы планирования

В качестве "внутренних" параметров прогнозируются ресурсы производства, его организационная структура и т.д. На разработку перспективного плана сильнейшее влияние оказывает прогноз состояния внешней среды: спрос на производимую продукцию, рынки сбыта продукции, состояние конкуренции, политическая и экономическая ситуация в регионе и стране, изменение вкусов и обеспеченности потребителей и т.п. Точно спрогнозировать значение внешних параметров на перспективу в 3—5 лет невозможно, поэтому используются вероятностные методы и методы математической статистики, позволяющие выявить по крайней мере предполагаемую тенденцию изменений параметров внешней среды, влияющих на состояние предприятия. При этом широко пользуются производственными функциями как аппаратом моделирования и имитационными моделями.

Годовое планирование. Комплекс задач годового планирования более конкретен, поэтому для моделирования "образа" производства предприятия (т.е. плана) используются детерминированные модели, поскольку определить значение производственных параметров и параметров внешней среды на ближайшую перспективу можно с достаточной степенью точности. Для разработки годового плана (фактически концептуальной модели производства) используются модели производственного баланса и оптимального программирования (как правило, линейного). Стратегической входной информацией этого комплекса является *перспективный план производства*. В результате решения комплекса задач годового планирования формируется бизнес-план предприятия, в котором должны быть представлены в сбалансированном виде ресурсные, производственные и маркетинговые возможности предприятия, объединенные сквозной целью.

Если комплекс задач перспективного планирования решается в основном для предприятия в целом и оперирует агрегированной информацией, то комплекс задач годового планирования решается в различных модификациях как для предприятия в целом, так и для его производственных подразделений.

Оперативное планирование. На этом уровне планирования производства используются модели календарного планирования, управления запасами, теории массового обслуживания, сетевые модели, модели оптимального программирования. Результатом решения задач этого комплекса являются *планы и графики работ производственных подразделений*.

Информация фазы планирования является ориентирующей входной информацией объекта управления (производства), и в соответствии с ней организуется технологический производственный процесс.

Параметры производства, заданные в фазе планирования, неизбежно испытывают возмущающее воздействие окружающей среды и отклоняются от запланированных значений. Для того чтобы вернуть производство в очерченные планом рамки, необходимо его оперативное регулирование. Заметим, что регулирование возможно лишь при наличии резервов производственных ресурсов. Содержание резервов (запасов) ресурсов приводит к издержкам, увеличивает себестоимость продукции, поэтому точность решения комплексов задач годового и **особенно** оперативного планирования имеет большое значение.

Для эффективного регулирования производства требуется знание направления и степени его воздействия на производство, поскольку как **недерегулирование**, так и перерегулирование приводит к неустойчивости производственного процесса. Поэтому в управлении предприятием важное значение приобретают фазы учета и анализа.

Фаза учета необходима для констатации истинного состояния параметров производства. Фаза анализа позволяет определить размер и направление отклонений значений этих параметров, а также предугадать тенденции изменений.

Фаза учета. Комплекс задач, решаемых в этой фазе, относится в основном к задачам бухгалтерского учета и имеет в своем составе такие задачи, как учет основных средств и материальных ценностей, учет труда и его оплаты, учет себестоимости продукции, учет денежных и расчетных операций и т.п. Математические модели здесь достаточно просты, а резульатной информацией являются бухгалтерские ведомости учета и отчетности, характеризующие состояние производства (рис. 8.5).

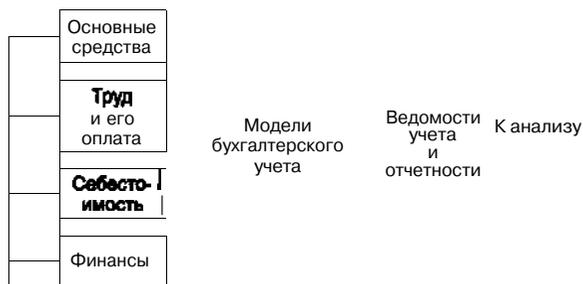


Рис. 8.5. Комплексы задач и модели фазы учета

Выходная информация фазы учета используется фазой анализа, на вход моделей которой поступает также выходная информация фазы планирования как эталон состояния производства.

Фаза анализа. Здесь решаются задачи анализа состояния отдельных параметров производственного процесса по отношению к заданным значениям (плану). Это задачи по анализу выпускаемой продукции и ее себестоимости, трудовых ресурсов и затрат, состояния материальных и финансовых ресурсов

(рис. 8.6). На логическом уровне эти задачи описываются математическими моделями одно- и многофакторного анализа, аналитических и оптимизационных расчетов.

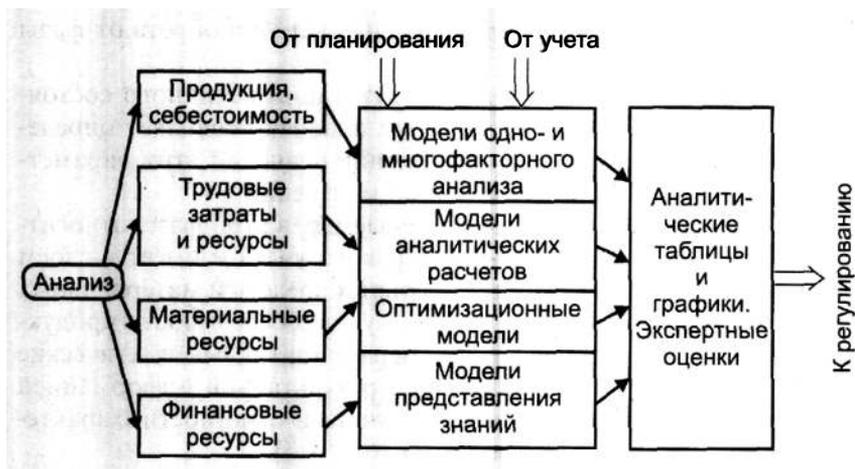


Рис. 8.6. Комплексы задач и модели фазы анализа

В фазе анализа в результате решения функциональных задач получают *аналитические таблицы, графики, рекомендации по регулированию производства*. Выходная информация этой фазы поступает к ЛПР, который с учетом дополнительных факторов принимает решение о размерах и направлениях регулирования производства. В сложных ситуациях в фазе анализа используется информация экспертов, в качестве которых могут выступать как опытные специалисты, так и компьютерные экспертные системы (при возможности). Использование в фазе анализа моделей представления и формализации знаний существенно повышает обоснованность и корректность принимаемых решений.

Фаза регулирования. Здесь решаются функциональные задачи календарного планирования и диспетчирования производства (рис. 8.7), т. е. на основе информации и принятых решений в фазе анализа происходит оперативное воздействие на параметры производственного процесса. Для формального описания задач регулирования привлекаются методы и модели календарного и сетевого планирования, транспортные модели и модели оперативного управления. Результатной информацией этой фазы являются



Рис. 8.7. Комплексы задач и модели фазы регулирования

календарные и сетевые графики производства продукции, маршруты, алгоритмы диспетчерования.

Комплексы задач различных фаз управления производственным предприятием имеют разные периодичность решений и объемы перерабатываемой информации. В фазе планирования периодичность решений наибольшая, особенно для задач перспективного планирования (3—5 лет), объемы же перерабатываемой информации наименьшие по сравнению с другими фазами. Наибольшая информационная нагрузка ложится на фазу учета, где некоторые задачи решаются ежедневно. Фаза анализа оперирует более агрегированной информацией и с большим периодом решения задач. В фазе регулирования номенклатура функциональных задач существенно меньше, но решаются они ежедневно и на всех уровнях производства.

Математические модели и методы решения функциональных задач тесно переплетаются в различных фазах управления, поэтому естественно, что алгоритмическое и программное обеспечение фаз управления является общим и составляет обобщенную алгоритмическую модель процесса обработки данных.

Целью базовой информационной технологии на предприятии является создание информации, позволяющей определить "образ" конкурентоспособной продукции и осуществить управление ее производством. Фазы управления производством реализуются на концептуальном уровне информационной технологии совокупностью базовых информационных процессов (рис. 8.8).

В настоящее время все большая часть производственной информации, необходимой для управления предприятием, обраба-

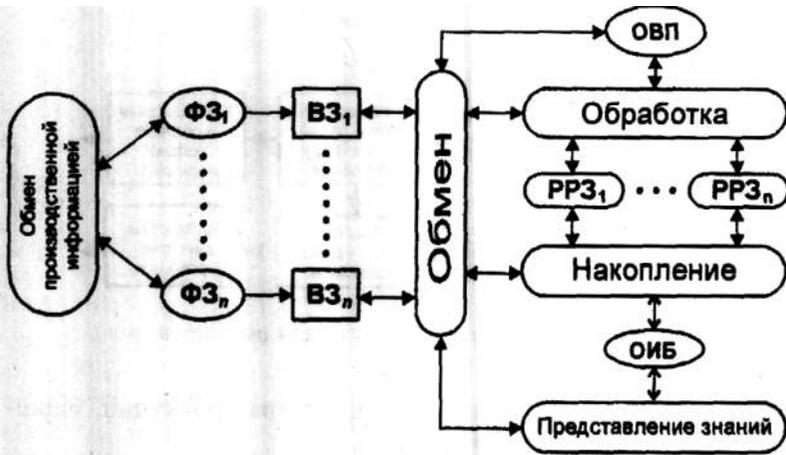


Рис. 8.8. Взаимодействие процессов информационной технологии на производстве

тывается на уровне данных. Тем не менее постановка и наполнение информацией функциональных задач ($\Phi Z_1, \dots, \Phi Z_n$) проводятся, как правило, на основе документооборота, существующего на предприятии и составляющего базу для обмена производственной информацией между функциональными задачами. С помощью частных математических моделей функциональные задачи преобразуются в вычислительные (BZ_1, \dots, BZ_n), и, таким образом, выполнение информационных функций управления производством переходит на уровень данных.

При решении вычислительных задач основным технологическим информационным процессом является процесс обработки данных, управляемый процедурой *организации вычислительного процесса* (ОВП). Информационное взаимодействие вычислительных задач с другими информационными процессами осуществляется процессом *обмена* данными. Необходимость такого взаимодействия объясняется тесной связью алгоритмов решения вычислительных задач и общностью внутримашинной информационной базы для всех задач управления. Обработка данных происходит с помощью процедур организации и планирования вычислительных работ, а необходимое информационное отображение результатов решения задач (PPZ_1, \dots, PPZ_n) — с помощью процедуры отображения. При обработке из первичных данных получают про-

межуточные и выходные (результатные) данные, которые с помощью процессов *обмена* и *накопления* поступают в базу данных, создаваемую процедурой ОИБ (организация информационной базы). Эта процедура позволяет перевести концептуальное представление базы данных через инфологическую модель и логическую схему к ее физическому представлению. Процесс накопления, описываемый на логическом уровне моделями выбора, хранения и актуализации данных, позволяет создать базу данных, необходимых для решения задач управления предприятием.

Особое место среди процессов информационной технологии управления предприятием занимает процесс *представления знаний*, в силу ряда причин еще не нашедший широкого распространения в ИТ. Но именно в сельскохозяйственном производстве задачи управления характеризуются большим числом взаимосвязанных и трудноформализуемых факторов, позволяющих получить решение либо в достаточно общем, либо в весьма приближенном виде. Поэтому при решении задач управления на сельскохозяйственном предприятии часто требуется мнение экспертов, что в ИТ может быть учтено с помощью экспертных систем, являющихся одной из форм реализации процесса представления знаний.

На физическом уровне информационная технология реализуется с помощью программно-аппаратных средств информационной технологии, объединенных в соответствующие подсистемы: управления, обмена, накопления, обработки, представления знаний (см. рис. 3.3). Широкое распространение персональных компьютеров, быстрое увеличение их функциональных возможностей, стремительное улучшение их основных параметров (производительности, емкости оперативной и внешней памяти), заметно снизившаяся стоимость сетевого программного обеспечения и оборудования позволяют организовать на предприятии распределенные системы обработки и накопления данных. В этом случае частные функциональные задачи управления решаются на автоматизированном рабочем месте (АРМ) специалиста. Под АРМ понимают рабочее место специалиста-управленца (обычно письменный стол), укомплектованное персональным компьютером с программным обеспечением, позволяющим в автоматизированном режиме решать возложенные на специалиста задачи. Естественно, **специалист** должен быть обучен работе с установленным на компьютере программным обеспечением.

Для повышения эффективности информационной технологии, реализуемой с помощью АРМ, последние должны быть объединены в локальные сети с выходом в корпоративную и глобальную сети. Физическая реализация информационной технологии в управлении предприятием, как **правило**, содержит в себе черты организационной структуры (см. рис. 8.1) и для административного здания может представлять собой шинную "клиент-серверную" сеть, разбитую на сегменты, обмен между которыми осуществляется через мост (**Мст**) — устройство коммутации (рис. 8.9).

Сегмент администрации содержит АРМ директора и главных специалистов. К шине этого сегмента подключен сервер, на кото-

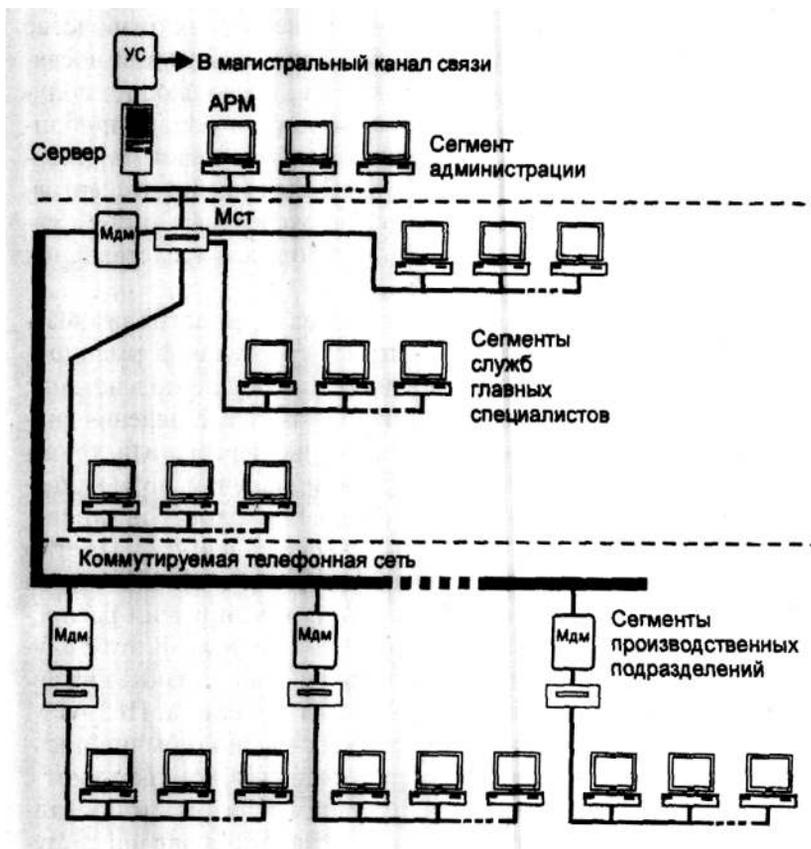


Рис. 8.9. Вариант топологии компьютерной сети крупного предприятия

ром хранятся основное функциональное программное обеспечение и банк данных предприятия. Шинная технология сегмента позволяет обмениваться данными между главными специалистами предприятия и директором, а через мост связываться с АРМ служб главных специалистов (ПЭО, бухгалтерии, СГС и т.д.). В этом сегменте подготавливаются и принимаются решения по управлению. Службы главных специалистов выделены в сегменты и через мост могут взаимодействовать между собой и АРМ главных специалистов. На компьютерах этого сегмента вычислительной сети предприятия разрабатываются производственные планы, ведутся учет и анализ производственных параметров, подготавливаются агрегированная информация и рекомендации по управлению производством для сегмента администрации. Производственная информация, характеризующая динамику производственного процесса на предприятии, собирается и проходит первичную обработку в сегментах производственных подразделений.

Сервер вычислительной сети предприятия для расширения функций информационной технологии в управлении предприятием должен быть через устройство сопряжения подсоединен к магистральному каналу, дающему выход в корпоративные сети и сеть Интернет.

На крупных предприятиях и в корпорациях производственные подразделения нередко удалены от административного здания, что требует каналов связи для подключения удаленных сегментов. Для этой цели может быть использована коммутируемая телефонная сеть, передача данных по которой осуществляется с помощью модема (Мдм). В этом случае сегменты производственных подразделений подключаются через удаленные мосты и модемы к телефонной сети. К ней же через модем подключается либо административный сегмент, либо мост вычислительной сети административного здания.

Передача данных по телефонной сети общего пользования отличается низкими качеством и скоростью. Поэтому для надежного подключения сегментов производственных подразделений к сети администрации предприятия желательно иметь выделенные телефонные линии. Правда, это стоит дороже.

Устойчивая и бесперебойная работа сложной вычислительной сети невозможна без управления. Функции управления сетью должны быть возложены на специалиста — *администратора*

сети. В его функции входят физическая и программная организация работы сети, управление **трафиком**, поддержание в рабочем состоянии сетевого программного обеспечения и оборудования.

Процесс накопления данных на предприятии может быть реализован путем организации банка данных предприятия на сервере и локальных баз данных на АРМ. В *банке данных* должны храниться данные **стратегического и тактического** характера, в *локальных базах* — данные оперативного, промежуточного и информационного характера.

Современные персональные компьютеры и серверы с каждым годом позволяют накапливать и обрабатывать все большие объемы данных, благодаря чему мощность и производительность информационных технологий на предприятиях возрастают, внося весомый вклад в рост эффективности управления производством.

Полной автоматизации информационных процессов в управлении крупным предприятием можно достичь внедрением, например, наиболее известной в мире системы **R/3** (кратко описана в гл. 9).

8.2. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА

Информационные технологии в учете **позволяют** в пределах функций бухгалтерского **учета** полностью регламентировать автоматизированное получение: данных, необходимых как для ведения оперативного, синтетического и аналитического **учета**, так и для составления форм бухгалтерской и синтетической отчетности; данных, необходимых пользователям для выработки и принятия решений, а также для системного **контроля** за ходом производственных процессов. При использовании информационных технологий на предприятии можно посредством отчетной информации установить иерархическую взаимосвязь различных уровней управления.

Под **информационными технологиями в учете** следует понимать человеко-машинные системы, созданные на базе современных средств вычислительной техники, обеспечивающих автоматизированное выполнение функций бухгалтерского учета.

Ведение учета на основе ИТ выполняется бухгалтерами, учетчиками, заведующими складами в организационной структуре АРМ, технически и программно объединенных в локальную вычислительную сеть. Учет реализуется на основе типовых нормативных актов, т.е. положений о главных (старших) бухгалтерах, о бухгалтерских отчетах и балансах, о документах и записях в бухгалтерском учете, о плане счетов и др. При этом используются традиционные элементы метода бухгалтерского учета (документация, инвентаризация, счета, двойная запись и т.д.). Однако их реализация в условиях использования ИТ имеет некоторые особенности.

В частности, в первичных документах (ПД) отражаются только оперативные (переменные) данные, а постоянная информация хранится в базе данных. ПД составляют в основном с помощью персональных компьютеров. Формирование ПД и первичная обработка их данных преимущественно проводятся в местах выполнения хозяйственных операций, т.е. в подразделениях, на складах.

Процедуры записи на счетах бухгалтерского учета, закрытия бухгалтерских счетов, заполнения Главной книги, составления баланса и других форм отчетности осуществляются программно. Выявление результатов инвентаризации и составление соответствующих ведомостей и других отчетных регистров бухгалтерского учета выполняет ПК.

К организации информационной технологии в бухгалтерском учете предъявляется ряд требований:

- повышение качества обслуживания аппарата управления информацией о состоянии производства. Это предусматривает автоматизированное выполнение функций учета и анализа, а также составление форм годовой и периодической отчетности;
- повышение качества учета за счет расширения аналитических показателей, достоверности и оперативности исходных данных, внедрения оптимальных методов работы бухгалтеров с первичными документами и выходными документами в режиме "запрос — ответ";
- улучшение организации учета и снижение его трудоемкости за счет автоматизации учетно-вычислительных функций и, как следствие, повышение производительности труда работников учетного аппарата.

С учетом функционального состава задач, эксплуатационных возможностей современных средств автоматизированной обра-

ботки учетной информации и требований, предъявляемых к информационным технологиям, они должны развиваться на принципах: рационализации форм учета, системности, целостности, адаптации информационных технологий к внешней среде, интеграции данных, банковской организации массивов, автоматизации документооборота, автоматизации учетных функций.

Информационные технологии в учете обеспечивают решение следующих задач.

1. Учет труда и его оплаты:
 - формирование базы данных по учету кадров;
 - формирование первичных документов по учету труда и его оплаты;
 - обобщение данных по начислению оплаты труда по табельным номерам, бригадам, цехам и предприятию в целом;
 - обобщение операций по счету "Расчеты по оплате труда";
 - распределение затрат на заработную плату по объектам калькуляции;
 - формирование выходных документов по учету труда и его оплаты.
2. Учет основных средств:
 - формирование инвентарных карточек и других первичных документов по движению основных средств;
 - формирование инвентаризационных **ведомостей**;
 - исчисление и распределение износа по объектам калькуляции;
 - расчет переоценки основных средств.
3. Учет материальных ценностей:
 - формирование первичных документов по движению материальных ценностей;
 - распределение затрат на материальные ценности по объектам калькуляции.
4. Учет работы автотранспорта предприятия.
5. Учет денежных средств:
 - обработка информации по учету кассовых операций;
 - обработка информации по учету банковских операций;
 - обработка информации по расчетам с поставщиками и подрядчиками.
6. Учет затрат и калькулирование себестоимости продукции и услуг производства:
 - учет продукции;

- создание массивов по учету затрат производства по отдельным видам продукции;
- закрытие счетов бухгалтерского учета.

7. Обработка информации по сводному синтетическому и аналитическому учету.

- получение шахматного баланса и Главной книги;
- разработка баланса;
- составление форм бухгалтерской и статистической отчетности.

Рассмотрим особенности организации информационной технологии на некоторых участках учета.

Процесс производства связан с затратами не только овеществленного (в средствах и предметах труда), но и живого труда. Труд является важнейшим элементом производственного процесса. Повышением его производительности обусловлен рост эффективности производства, а следовательно, его рентабельности, прибыльности.

Вместе с тем процесс производства сопровождается потреблением живого труда, величина которого измеряется количеством отработанных человеко-часов. Отсюда вытекает необходимость исчисления размера оплаты труда каждому работнику и отнесения затрат по оплате труда на издержки производства.

В действующей системе организации и оплаты труда предприятиям предоставляются значительные права в выборе форм оплаты труда и обеспечении механизма защиты работников по нижнему уровню оплаты труда, минимальной продолжительности трудового отпуска, льготам для отдельных категорий персонала и др.

Учет труда и его оплата ведется на основе первичных документов: наряд на выполненную работу, учетный лист тракториста-машиниста, учетный лист выполненных работ, ведомость начисленной заработной платы, табель учета рабочего времени, расчет начисления оплаты труда работникам животноводства и др.

Для определения общей суммы заработной платы, подлежащей выплате за месяц, первичные документы группируются, суммируется заработок за выработанную продукцию и производятся удержания. Документы, обобщающие данные о причитающейся и подлежащей выплате заработной плате, называются соответственно *расчетной и платежной ведомостями*.

Учет труда и его оплаты — наиболее трудоемкий и ответственный участок бухгалтерского учета. Эта задача многоэлементная,

ее составными частями, например, на **сельскохозяйственном** предприятии являются:

- начисление оплаты труда работникам с фиксированным окладом или часовой тарифной ставкой;
- начисление оплаты труда работникам растениеводства (трактористам-машинистам, **рабочим**, занятым ручным трудом);
- начисление оплаты труда водителям автотранспорта;
- начисление сумм дополнительной оплаты труда;
- расчет подоходного налога, профсоюзных и других взносов;
- распределение заработной платы по направлениям производственных затрат;
- формирование производственных отчетов подразделений;
- формирование данных по использованию машинно-тракторного и автомобильного парка;
- формирование и выдача на печать машинограмм.

Периодичность решения задач по учету труда и его оплаты обуславливается уровнем автоматизации первичного учета: по начислению оплаты труда (аванс) — два раза в месяц; по учету труда — подекадно. Это позволяет повысить качество текущего анализа и оперативного управления трудовыми ресурсами хозяйства.

Учетные задачи характеризуются массовостью информации при низком коэффициенте сложности расчетов — это типичные задачи обработки данных.

УЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ

Под *производственными запасами* понимают различные вещественные элементы производства, используемые в качестве предметов труда в производственном процессе. Они целиком потребляются в каждом производственном цикле и полностью переносят свою стоимость на себестоимость произведенной продукции.

Например, к производственным запасам — предметам труда — на предприятиях агропромышленного комплекса относятся: посадочный материал, семена, минеральные удобрения, запасные части и другие материальные ценности, необходимые для производства сельскохозяйственной продукции и деятельности обслуживающих, вспомогательных и подсобных производств.

Материальные ценности занимают значительный удельный вес в издержках производства, и рациональное управление ими (конт-

роль, учет, анализ) имеет решающее значение в снижении себестоимости продукции и повышении эффективности производства. В выполнении этой задачи большое место отводится автоматизации учета с использованием современной компьютерной техники.

Особенностью автоматизированной обработки информации по учету производственных запасов является необходимость оперативной обработки многих документов.

В связи с тем, что информация, введенная в память ПК, и полученные выходные документы могут иметь юридическую силу бухгалтерского документа, появляется реальная возможность интеграции оперативного и бухгалтерского учета. Это может быть обеспечено тем, что на ПК будут формироваться и распечатываться первичные документы по учету товарно-материальных ценностей (**ТМЦ**).

Особенно перспективным является применение ПК, объединенных в вычислительную сеть, что позволяет осуществить дистанционную передачу информации и проводить ее оперативную обработку, установив компьютер в местах возникновения информации — на материальных складах.

Технологией обработки информации предполагается разрабатывать материальный отчет на ПК непосредственно в центральной бухгалтерии, в дальнейшем отчет представляется для сверки на склад материально ответственным лицам.

Обработка информации по учету производственных запасов осуществляется в строгом соответствии с имеющимися инструктивными материалами бухгалтерского учета. При этом решаются задачи контроля за сохранностью материальных ценностей в местах их хранения и на всех стадиях обработки, за правильным и своевременным документированием всех операций по движению материальных ценностей, за расчетом остатков материальных ценностей по местам их хранения и статьям баланса.

УЧЕТ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

Основные средства (ОС) представляют собой совокупность материально-вещественных объектов и ценностей, действующих в неизменной натуральной форме в течение длительного периода. Это средства, создающие материально-техническую базу и условия производственно-хозяйственной деятельности предпри-

ятия. Основные средства подразделяются на производственные и непроизводственные.

К *производственным основным средствам (фондам)* относят здания, сооружения, оборудование, **машины**, транспортные средства и другие объекты, функционирующие в сфере материального производства. Сохраняя первоначальную натуральную форму, они переносят свою стоимость на производимую продукцию, выполняемые работы или оказываемые услуги частями в сумме начисленной амортизации (износа).

К *непроизводственным основным средствам (фондам)* относят объекты основных средств, функционирующие в отраслях непроизводственной сферы (жилищно-коммунальное хозяйство, учреждения культуры, здравоохранения и т.п.).

В практике учета к основным средствам относятся предметы стоимостью выше 100 ММОТ (минимальная месячная оплата труда) и сроком службы более года.

Классификация основных средств учитывается при создании справочников для базы данных.

В базе данных учитываются многие экономические и учетные характеристики основных средств: **год** сдачи в эксплуатацию ОС, инвентарный номер, заводской номер, подразделение и материально ответственное лицо, за которым закреплены ОС, шифр и норма амортизации, балансовая стоимость, износ и др.

Основные средства оцениваются по первоначальной, восстановленной (рыночной) и остаточной стоимости. Фиксируемая в бухгалтерском учете первоначальная стоимость — это величина затрат на приобретение или возведение объектов. Она относительно постоянна.

В базе данных фиксируется *балансовая стоимость ОС*, которая отражается в отчетности и балансе.

В процессе эксплуатации ОС изнашиваются, стоимостная величина износа фиксируется в базе данных. Если из балансовой стоимости ОС вычесть износ, получим расчетную величину *остаточной стоимости ОС*, которая также фиксируется в БД.

Учет поступления ОС ведется в разрезе классификационных групп, инвентарных объектов, подразделений и материально ответственных **лиц**.

При поступлении ОС в эксплуатацию оформляется акт приемки-передачи, в котором проставляются все перечисленные рек-

визиты и корреспонденция счетов. Акт приемки-передачи ОС составляют на каждый объект в отдельности, а информация сохраняется в БД.

Каждому объекту ОС, принятому на учет (программно на ПК), присваивается инвентарный номер. При этом используется порядковый код. Присваивать вновь поступившим ОС инвентарные номера выбывших объектов нельзя.

Перемещение ОС из одного подразделения в другое оформляют накладной на внутреннее перемещение. При подготовке ее к обработке на ПК наряду с другими реквизитами проставляют корреспонденцию счетов.

Учет наличия и движения ОС ведется на активном балансовом счете 01 "Основные средства".

Стоимостный износ компенсируется за счет накапливания средств путем включения в себестоимость продукции амортизационных отчислений. Величина амортизационных отчислений зависит от балансовой стоимости объекта ОС и нормы амортизации.

В условиях рыночной экономики степень интенсивности амортизации ОС определяется характером финансовой политики и стратегии предприятия. При благоприятной конъюнктуре сбыта и цен оно стремится быстрее амортизировать стоимость активной части ОС, а с ухудшением конъюнктуры замедлить темпы амортизации.

В нашей стране запрещено начислять амортизацию и износ по полностью амортизированным объектам.

Годовые нормы амортизации ОС утверждаются централизованно и являются едиными для всех предприятий независимо от форм собственности. Не начисляется амортизация по объектам жилищного фонда, книжному фонду, продуктивному скоту.

Амортизацию (износ) начисляют ежемесячно по вновь принятым на учет ОС начиная с 1-го числа месяца, следующего за месяцем поступления. По выбывшим объектам начисление амортизации прекращается с 1-го числа месяца, следующего за месяцем выбытия из эксплуатации.

Расчет амортизации по автотранспорту производится отдельно с учетом фактического пробега автотранспорта за отчетный месяц. Все это необходимо учитывать при автоматизированной обработке данных.

СВОДНЫЙ СИНТЕТИЧЕСКИЙ УЧЕТ

Автоматизированная обработка информации по *сводному синтетическому учету* предполагает в качестве обязательного условия перевод на автоматизированную обработку всех участков бухгалтерского учета. Обработка информации на данном участке имеет свои особенности. Прежде всего по сводному синтетическому учету на ПК не создаются дополнительные информационные массивы, и соответственно дополнительные исходные документы по данному разделу не приводятся, а используются массивы, созданные по другим участкам учета.

Данные по каждому синтетическому счету, а в их пределах — по каждому субсчету и статье аналитического учета формируются путем постепенного накапливания их во внешней памяти ПК — на жестком диске. На жесткий магнитный диск записывается или первичная информация, вводимая в компьютер, или производная, полученная при решении задач учета.

Основным накопительным и итоговым регистром по сводному синтетическому учету является Главная книга, куда заносится информация из журналов-ордеров при использовании журнально-ордерной формы учета. Обычно в конце месяца итоги из журналов-ордеров переносят в Главную **книгу**, которая предназначена для обобщения данных, находящихся в журналах-ордерах, для проверки правильности выполнения записей по счетам и для составления отчетного баланса.

На каждый счет в Главной книге отводят один лист. В нем показывают начальное сальдо по каждому синтетическому счету. Запись текущих оборотов в Главной книге одновременно является и регистрацией учетных **данных**, отраженных в журналах-ордерах. При записи текущих оборотов из журналов-ордеров в Главную книгу кредитовые обороты каждого синтетического счета представляют одной записью, а дебетовые обороты — с указанием корреспондирующих счетов.

Баланс составляют по данным Главной книги с использованием в необходимых случаях отдельных показателей из учетных регистров.

8.3. ОФИСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Предприятие, управляемое с помощью информационной технологии, связано информационными потоками с внешним миром, и принять оптимальное решение без их учета невозможно. Поэтому информационный (смысловой) обмен между людьми как в рамках предприятия, так и за его пределами происходит очень интенсивно.

На современный *офис* (так называют службу управления предприятием) обрушивается колоссальный поток информации. Причем с каждым годом его объем заметно возрастает. Значительная часть этого потока поступает в виде разного рода сообщений — электронных писем, факсов, голосовых сообщений. В последнее время к этому добавились еще и видеофрагменты, пересылаемые с помощью электронных средств связи.

Коммерческий успех предприятия в значительной степени зависит от того, насколько его сотрудникам удастся, во-первых, осмысливать и упорядочивать входящую информацию, во-вторых, оперативно отвечать на поступающие запросы. Для решения обеих проблем крайне желательно использовать технологию, благодаря которой можно было бы обращать внимание только на содержание сообщений, в максимальной степени абстрагируясь от их конкретной формы — будь то факс, электронное письмо или голосовое сообщение. Так родилась идея создания *единой среды обмена сообщениями (unified messaging)*, при которой вся входящая информация — голосовые и факсимильные сообщения и электронные письма (возможно, с вложениями) — попадает в один и тот же входной почтовый ящик. С содержимым этого почтового ящика пользователь может ознакомиться, используя настольный компьютер, телефон или переносной компьютер. С помощью компьютера пользователь может рассмотреть список полученных сообщений и краткие аннотации. Щелкнув мышью на нужном сообщении, можно просмотреть или прослушать его независимо от того, в какой форме оно поступило. С другой стороны, с помощью телефона пользователь получает возможность прослушать голосовые сообщения, переслать факсы на находящийся поблизости факсимильный аппарат. Электронные письма можно либо переслать туда же по факсу, либо прослушать в голосовом виде.

Еще раз подчеркнем главное: во-первых, при работе в единой среде обмена сообщениями их физическая форма оказывается почти полностью скрытой от пользователя, что дает ему возможность полностью сосредоточиться на содержании сообщения; во-вторых, пользователь всегда может ознакомиться с любыми поступившими на его имя сообщениями независимо от формы сообщений, своего местонахождения и времени суток, причем для этого требуются минимальные технические средства.

В своем развитии офисная информационная технология уже прошла три этапа.

Сначала офисные системы обмена сообщениями разных видов существовали независимо друг от друга: факсы приходили на факсимильный аппарат, электронные письма обрабатывались почтовой программой, а для работы с голосовой почтой использовался обычный телефонный аппарат (рис. 8.10).



Рис. 8.10. Схема раздельной обработки сообщений

Затем людям надоел не слишком дружелюбный телефонный интерфейс, и для взаимодействия с системой голосовой почты был приспособлен компьютер. Пользователи получили возможность

видеть на экране список голосовых сообщений, прослушивать избранные сообщения, тут же надиктовывать ответ и т.д. — в общем, с голосовыми сообщениями работать стало так же удобно, как и с электронными письмами. И все же относительно структуры системы обмена сообщениями разных типов оставались разъединенными. В частности, при работе с такими программами оказалось невозможным выдавать на экран единый список сообщений, отсутствовали также какие бы то ни было "мостики" между сообщениями разных типов.

Первые попытки объединить сообщения разных форм были основаны на том, что оцифрованное голосовое сообщение, хранимое в системе голосовой почты, в принципе ничем не отличается от оцифрованного факсимильного сообщения или электронного письма, поэтому, несколько видоизменив клиентское программное обеспечение для работы с системой электронной почты, можно заставить его выдавать на экран единый список сообщений независимо от того, в какой форме они были получены. При этом сами хранилища сообщений никак не затрагиваются, они продолжают оставаться разделенными.

При таком подходе часто бывает необходимо, чтобы в базе данных электронных писем имелись записи, соответствующие голосовым и факсимильным сообщениям; при этом сами сообщения хранятся отдельно и управление соответствующими базами данных осуществляется независимо от почтовой базы. Так возникает задача синхронизации баз, в процессе решения которой могут возникнуть дополнительные трудности. Кроме того, системному администратору приходится управлять несколькими базами по отдельности. Наконец, даже при этом, более совершенном подходе, "мостики" между сообщениями разных типов оказываются "за кадром" (рис. 8.11).

В 1997 г. появились системы, в которых все сообщения независимо от их формы хранятся в единой базе данных (рис. 8.12). Обычно такие системы представляют собой надстройку над программой электронной почты или системой поддержки коллективной работы (groupware), обеспечивающую интеграцию сообщений разных типов в готовую систему обмена сообщениями. В частности, существуют программы, организующие единую среду обмена сообщениями на базе *Microsoft Exchange*, *Lotus Notes* и *Novell Group Wise*. При этом управление базой сообщений осуществляется средствами той программы, на которой базируется



Рис. 8.11. Единый интерфейс пользователя при раздельном хранении и обработке сообщений

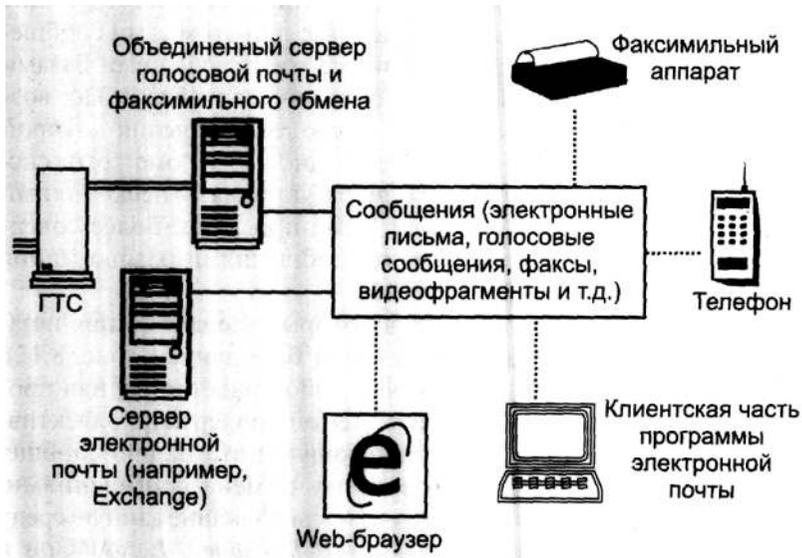


Рис. 8.12. Единая среда обмена сообщениями

настройка *unified messaging*. Кроме всего прочего в этом случае значительно удобнее выполнять преобразование между разными типами сообщений.

До тех пор пока в качестве аппаратной базы для систем голосовой почты использовались учрежденческие АТС, т. е. большие закрытые системы, всегда существовала проблема обмена информацией между вычислительной и телефонной сетью: не наладив такой обмен, единую среду обмена сообщениями построить нельзя.

Ситуация значительно упростилась с появлением компьютерно-телефонного оборудования на базе открытых стандартов — плат расширения для компьютера, из которых, как из детского конструктора, можно строить большие и достаточно интеллектуальные системы. Системы, построенные на базе плат компьютерной телефонии, работают под управлением обычных компьютерных программ, написанных на языке высокого уровня, поэтому получить от них необходимую информацию оказывается гораздо легче.

Компания **Octel Communications** предлагает своим клиентам программу *Octel Unified Messenger*, представляющую собой "настройку" над системой *Microsoft Exchange*, благодаря которой все голосовые сообщения попадают в *Exchange Inbox*. Данный продукт обеспечивает единое управление электронными письмами и голосовой почтой. Тип сообщения (голосовой фрагмент или электронное письмо) указывается в поле заголовка. Как и другие современные продукты, *Octel Unified Messenger* позволяет знакомиться с содержанием голосовых сообщений и электронных писем в дистанционном режиме, с использованием компьютера или телефона. В последнем случае (чтение электронного письма по телефону) в игру вступает преобразование "текст — речь". Получатель может немедленно дать голосовой ответ на письмо, не вешая трубку. Записанный речевой фрагмент будет тут же переправлен отправителю электронного письма.

При работе с программой *Octel Unified Messenger* для хранения всех сообщений независимо от их типа используется *Exchange Server*. В целом в архитектуре можно выделить следующие основные компоненты: *Exchange Server*, *Octel Server*, клиентское программное обеспечение для рабочих станций, линии связи в учрежденческой АТС. Адресация всех сообщений осуществляется через каталог *Exchange Server*, поэтому нет необходимости следить за актуальностью адресов во всех каталогах, имеющихся в

сети: изменения в каталоге одного из серверов автоматически влекут за собой изменения во всех прочих каталогах. Аналогичным образом использование *Exchange Server* в качестве единого хранилища значительно упрощает выполнение административных задач.

Еще одна характерная черта *Octel Unified Messenger* — высокая степень масштабируемости системы. По мере необходимости в сети можно устанавливать новые серверы *Exchange* и *Octel Server*, увеличивая тем самым количество обслуживаемых пользователей.

Как следует из вышеизложенного, *Octel Unified Messenger* — это единая среда обмена сообщениями третьего поколения, где все сообщения содержатся в одном и том же хранилище.

8.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

При создании новых и модернизации старых автоматизированных экономических информационных систем необходимо руководствоваться общеотраслевыми руководящими методическими материалами, суть которых раскрывается ниже.

8.4.1. ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Под *проектированием автоматизированных экономических информационных систем* понимается процесс разработки технической документации, связанный с организацией системы получения и преобразования исходной информации в результатную, т. е. с организацией информационной технологии.

Документ, полученный в результате проектирования, носит название *проект*.

Целью проектирования является подбор технического и формирование информационного, математического, программного и организационно-правового обеспечения.

Подбор технического **обеспечения** должен быть таким, чтобы обеспечить своевременный сбор, регистрацию, передачу, хранение, наполнение и обработку информации.

Информационное обеспечение должно предусматривать создание и функционирование единого информационного фонда системы, представленного множеством информационных массивов, набором данных или базой данных.

Формирование математического обеспечения систем включает комплектацию методов и алгоритмов решения функциональных задач. При формировании программного обеспечения систем особое внимание обращается на создание комплекса программ и инструкций пользователя и выбор эффективных программных продуктов.

Основные задачи проектирования:

- оказание влияния на улучшение организации учетной, плановой и аналитической работы;
- выбор оборудования и разработка рациональной технологии решения задач и получения результатной информации;
- составление графиков прохождения информации как внутри, так и между производственными и функциональными подразделениями;
- создание БД, обеспечивающей оптимальное использование информации, касающейся планирования, учета и анализа хозяйственной деятельности;
- создание нормативно-справочной информации.

Разработка и внедрение системы автоматизированной обработки информации осуществляются в очередности, установленной техническим заданием. Содержание первой очереди системы определяется составом задач учета, анализа, планирования и оперативного управления, наиболее поддающихся автоматизации и имеющих существенное значение для принятия управленческих решений на предприятии. В процессе разработки последующих очередей системы происходят наращивание исходного комплекса функциональных задач, расширение и интеграция информационного и математического обеспечения, модернизация комплекса технических средств.

При создании первой очереди ЭИС **техническое** задание разрабатывается на всю систему, а технический и рабочий проекты — на задачи и подсистемы, входящие в состав первой очереди системы.

8.4.2. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Обследование — это изучение и диагностический анализ существующей системы обработки информации. Материалы, полученные в результате обследования, должны быть использованы:

- для обоснования разработки и поэтапного внедрения систем;
- для составления технического задания на разработку систем;
- для разработки технического и рабочего проектов систем.

Обследование проводится разработчиками совместно с заказчиком после издания приказа заказчика о проведении работ по предпроектному обследованию.

Обследование начинается с изучения производственно-экономических характеристик объекта, основных функций, осуществляемых подразделениями и их руководителями. Далее изучаются задачи, обеспечивающие реализацию функций управления, организационная структура, штаты и содержание работ по управлению на предприятии и в **объединении**, а также характер подчиненности вышестоящим органам управления. В процессе обследования должны быть выявлены:

- инструктивно-методические и директивные материалы, на основе которых определяются состав подсистемы и перечень задач;
- возможности применения новых методов решения задач.

При изучении каждой функциональной задачи управления рассматриваются:

- назначение задачи; сроки и периодичность ее решения;
- степень формализуемости задачи;
- источники информации, необходимые для решения задачи;
- показатели и их количественные характеристики;
- порядок корректировки информации;
- действующие алгоритмы расчета показателей и возможные методы контроля;
- действующие средства сбора, передачи и обработки информации;
- действующие средства связи;
- принятая точность решения задачи;
- трудоемкость решения задачи;

- действующие формы представления исходных данных и результатов их обработки в виде документов;
- потребители результатной информации по задаче. При обследовании документооборота следует составить схему маршрута движения документов, которая должна отразить:
 - количество документов;
 - место формирования показателей документа;
 - взаимосвязь документов при их формировании;
 - маршрут и длительность движения документа;
 - место использования и хранения данного документа;
 - внутренние и внешние информационные связи;
 - объем документа в знаках.

По результатам обследования следует установить перечень задач управления, решение которых целесообразно автоматизировать, и очередность их разработки.

В отчете по обследованию, называемом *технико-экономическим обоснованием (ТЭО)*, приводятся: характеристика материально-технической базы производства предприятия (объединения), численность работников по категориям, основные технико-экономические показатели производства и реализации продукции, краткое описание функций подразделений и должностных лиц, схемы информационных связей и объем информации по периодам, схемы маршрутов движения документов, данные об уровне автоматизации управленческого труда и методах управления.

В ТЭО обосновываются предложения по совершенствованию системы управления, выделяются функции, подлежащие автоматизации, указываются первоочередной комплекс задач и предварительный перечень средств системы, проводится ориентировочная оценка экономической эффективности создания **ЭИС**.

Техническое задание на систему разрабатывается заказчиком при непосредственном участии разработчика.

Техническое задание — это документ, утвержденный в установленном порядке, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы управления, и содержащий предварительную оценку экономической эффективности системы.

Утвержденное техническое задание **является** документом, которым разработчики должны руководствоваться на всех этапах создания системы, и проектирования задач. Изменения, вносимые в техническое задание, должны оформляться протоколом, явля-

ющимся частью технического задания. Протокол должен утверждаться заказчиком.

При разработке технического задания следует:

- установить общую цель создания ЭИС, определить состав подсистем и задач;
- разработать и обосновать **требования**, предъявляемые к информационным подсистемам;
- разработать и обосновать требования, предъявляемые к информационной базе, математическому и программному обеспечению, комплексу технических средств (включая средства связи и передачи данных);
- установить общие требования к проектируемой системе;
- определить перечень задач и исполнителей;
- определить этапы создания системы и сроки их выполнения;
- провести предварительный расчет затрат на создание системы и определить уровень экономической эффективности ее внедрения.

Техническое задание должно включать следующие разделы:

Введение.

1. Основание для разработки системы.
2. Общие положения.
3. Функциональная часть системы.
4. Обеспечивающая часть системы.
5. Организация работ и исполнители.
6. Этапы разработки и внедрения системы.
7. Предварительный расчет затрат на создание системы и экономической эффективности от ее внедрения.

После утверждения технического задания разрабатываются координационный план создания системы, сетевой график работ и проводится расчет затрат на разработку **системы**.

и-.

8.4.3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Основанием для разработки технического проекта системы служит техническое задание, утвержденное заказчиком.

Технический проект системы — это техническая документация, утвержденная в установленном порядке, содержащая общесистемные проектные решения, алгоритм решения задач, а также оценку экономической эффективности автоматизированной сис-

темы управления и перечень мероприятий по подготовке объекта к внедрению.

Технический проект **разрабатывается** в целях определения основных проектных решений по созданию системы. На этом этапе осуществляется комплекс научно-исследовательских и экспериментальных работ для выбора наилучших вариантов решений, проводятся экспериментальная проверка основных проектных решений и расчет экономической эффективности системы.

Фактически технический проект содержит комплекс экономико-математических и алгоритмических моделей.

Полный комплект технического проекта на систему включает в себя 10 документов:

1. Пояснительная записка.
2. Функциональная и организационная структура системы.
3. Постановка задач и алгоритм решения.
4. Организация информационной **базы**.
5. Альбом форм документов.
6. Система математического обеспечения.
7. Принцип построения комплекса технических средств.
8. Расчет экономической эффективности системы.
9. Мероприятия по подготовке объекта к внедрению системы.
- 10.** Ведомость документов.

Из приведенного перечня документ 3 "Постановка задач и алгоритм решения" выполняется для каждой отдельной задачи, включаемой в ЭИС, остальные документы — общие для всей системы. Кроме того, документы 1, 2, 5, 8 и 9 могут разрабатываться для отдельных подсистем.

Все перечисленные документы можно сгруппировать и представить в виде четырех основных частей технического проекта: экономико-организационная, информационная, математическая, техническая.

Экономико-организационная часть технического проекта содержит пояснительную записку с обоснованием разработки системы, перечень организаций разработчиков, краткую характеристику объекта с указанием основных технико-экономических показателей его функционирования и связей с другими объектами, краткие сведения об основных проектных решениях по функциональной и обеспечивающей частям системы.

В разделе технического проекта, посвященном организационной и функциональной структуре системы, даются: обоснование

выделяемых подсистем, их перечень и назначение; перечень задач, решаемых в каждой подсистеме, с краткой характеристикой их содержания; схема информационных связей между подсистемами и между задачами в рамках каждой подсистемы.

Для каждой задачи, включенной в комплекс первоочередных задач, выполняются ее постановка и алгоритм решения. В этот раздел технического проекта включаются:

- организационно-экономическая сущность задачи (наименование, цель решения, краткое содержание, метод, периодичность и время решения задачи, способы сбора и передачи данных, связь задачи с другими задачами, характер использования результатов решения, в которых они используются);
- экономико-математическая модель задачи (структурная и развернутая форма представления);
- входная оперативная информация (характеристика показателей, их значность и диапазон изменения, формы представления);
- нормативно-справочная информация (НСИ) — содержание и формы представления;
- информация, хранимая для связи с другими задачами;
- информация, накапливаемая для последующих решений данной задачи;
- информация по внесению изменений (система внесения изменений и перечень информации, подвергающейся изменениям);
- алгоритм решения задачи (последовательность этапов расчета, схема, расчетные формулы);
- контрольный пример (набор заполненных данными форм входных документов, условные документы с накапливаемой и хранимой информацией, формы выходных документов, заполненные по результатам решения экономико-технической задачи и в соответствии с разработанным алгоритмом расчета).

В документе "Расчет экономической эффективности системы" содержится сводная смета затрат, связанных с эксплуатацией систем, приводится расчет годовой экономической эффективности, источниками которой являются оптимизация производственной структуры хозяйства (объединения), снижение себестоимости продукции за счет рационального использования производственных ресурсов и уменьшения потерь, улучшения принимаемых управленческих решений.

В документе "Мероприятия по подготовке объекта к внедрению системы" приводятся перечень организационных мероприя-

тий по совершенствованию сложившейся структуры управления, перечень работ по внедрению системы, которые необходимо выполнить на стадии рабочего проектирования, с указанием сроков и ответственных лиц.

Информационная часть технического проекта объединяет документы 4 и 5. В документе "Организация информационной базы" отражаются: источники поступления информации и способы ее передачи для решения первоочередного комплекса функциональных задач; совокупность показателей, используемых в системе; состав документов, сроки и периодичность их поступления; основные проектные решения по организации фонда НСИ; состав НСИ, включая перечень реквизитов, их определение, значность, диапазон изменения и перечень документов НСИ; перечень массивов НСИ, их объем, порядок и частота корректировки информации; предложения по унификации документации, контрольный пример по внесению изменений в НСИ; структурная форма НСИ с описанием связи между элементами; требования к технологии создания и ведения фонда; методы хранения, поиска, внесения изменений и контроля, определения объемов и потоков информации **НСИ**.

"Альбом форм документов" содержит формы **НСИ**.

Математическая часть технического проекта содержит обоснование структуры математического обеспечения, обоснование выбора системы программирования, в том числе перечень стандартных программ.

Техническая часть технического проекта включает: описание и обоснование схемы технического процесса обработки данных; обоснование требований к разработке нестандартного оборудования; обоснование и выбор структуры комплекса технических средств и его функциональных групп; комплекс мероприятий по обеспечению надежности функционирования технических средств.

8.4.4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕГО ПРОЕКТА

Рабочее проектирование заключается в разработке материалов, обеспечивающих эксплуатацию **автоматизированной** системы обработки информации.

Рабочий проект — это техническая документация, утвержденная в установленном порядке, содержащая уточненные данные и детализированные общесистемные проектные решения, программы и инструкции по решению задач, а также уточненную оценку экономической эффективности автоматизированной системы управления и уточненный перечень мероприятий по подготовке объекта к внедрению.

Рабочий проект разрабатывается на основе технического проекта, утвержденного заказчиком.

На этапе рабочего проектирования заказчик должен закончить работы по подготовке объекта к внедрению системы, подготовить помещения для установки компьютеров, организовать учебу работников всех звеньев организационной структуры, разместить заказы на изготовление нестандартного оборудования.

Разработчиками на этом этапе создания системы уточняется сетевой график выполнения **рабочего** проекта, проводятся экспериментальные исследования для изыскания путей реализации принятых проектных решений, обосновываются дополнительные проектные решения, разрабатывается технологический процесс сбора и обработки информации, составляется рабочая документация, уточняются расчеты экономической эффективности системы.

В состав рабочей документации проекта входят документы:

1. Пояснительная записка.
2. Функциональная и организационная структура.
3. Должностные инструкции.
4. Инструкция по заполнению входных оперативных документов.
5. Инструкция по использованию выходных документов.
6. Инструкция по организации и ведению нормативно-справочной информации.
7. Инструкция по организации хранения информации в архиве.
8. Инструкция по подготовке информации к вводу в ПК.
9. Расчет экономической эффективности системы.
10. Мероприятия по подготовке объекта к внедрению.
11. Ведомость документов.

Экономико-организационная часть рабочего проекта содержит уточненный перечень задач, решаемых каждой подсистемой, с указанием периодичности и сроков их решения; инструкции каж-

дому должностному лицу с описанием действий при нормальном режиме функционирования системы и при его нарушениях; порядок и правила использования входных документов и маршруты их движения.

Расчет экономической эффективности проводится на основе уточненных сметно-финансовых расчетов на создание системы. Мероприятия по подготовке объекта и внедрению системы включают общий перечень работ, наименование подразделений и ответственных исполнителей, срок исполнения и формы завершения отдельных этапов.

Информационная часть рабочего проекта включает материалы с перечнем показателей, используемых в задачах различных подсистем; описание порядка формирования массивов информации; описание методов внесения изменений в информацию и методов организации контроля информации; перечень показателей, выдаваемых по запросу аппарата управления.

Кроме того, приводятся альбомы документов и рабочие инструкции: по формированию исходных данных для решения задач, по организации массивов информации, внесению в них изменений, по хранению и обновлению информации.

Математическая часть рабочего проекта содержит уточнение в составе экономико-математических моделей; описание методов, алгоритмы и программы решения задач; описание методов организации массивов информации; выбранную систему программирования; используемую операционную систему; библиотеку стандартных программ и инструкции для их использования; эталоны программ для решения задач и для работы с НСИ.

Техническая часть рабочего проекта предусматривает определение технических средств (тип ЭВМ, периферийные устройства, средства связи и передачи данных); описание технологического процесса обработки данных; расчет и составление графика загрузки комплекса технических средств; описание режима функционирования комплекса технических средств.

Проектная документация, включая техническое задание, технические и рабочие проекты, оформляется в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

8.4.5. ВНЕДРЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Рабочий проект служит основой для внедрения системы. *Внедрение системы* представляет собой процесс, включающий подготовку объекта, опытную эксплуатацию и приемку ЭИС в промышленную эксплуатацию.

Внедрение системы — это процесс постепенного перехода от существующей системы учета и анализа к новой, предусмотренной документацией рабочего проекта на всю систему. Внедрение отдельных задач и подсистем может проводиться параллельно с разработкой рабочего проекта на всю систему.

Основными этапами внедрения системы являются:

- подготовка объекта к внедрению системы;
- сдача задач и подсистем в опытную эксплуатацию;
- проведение опытной **эксплуатации**;
- сдача задач, подсистем, системы в целом в **промышленную**

эксплуатацию.

Опытная эксплуатация ЭИС заключается в проверке алгоритмов, программ и звеньев **технологического** процесса обработки данных в реальных условиях. Она проводится для окончательной отладки программ и отработки технологического процесса решения задач; проверки подготовленности информационной базы; отработки взаимосвязи задач системы; приобретения навыков работы персоналом предприятия.

Сдача задач в опытную эксплуатацию осуществляется после представления рабочей документации заказчику и оформляется актом.

Началу опытной эксплуатации должно предшествовать издание приказа, определяющего степень участия и ответственность заказчика и разработчика, а также сроки ее проведения.

Опытная эксплуатация задач проводится на основе реальной информации о производственно-финансовой деятельности предприятия в установленном режиме функционирования с дублированием работ персонала объекта. На данном этапе разработчик проводит обучение персонала работе на компьютере по конкретным программам.

Срок проведения опытной эксплуатации устанавливается в каждом конкретном случае.

После окончания опытной эксплуатации задач составляется протокол о ходе и результатах опытной эксплуатации. Сдача за-

дач в промышленную эксплуатацию оформляется актом, подписываемым заказчиком и разработчиком.

Опытная эксплуатация подсистем проводится в целях комплексной проверки всех ее элементов, подготовленности информационной базы, отладки технологического процесса сбора и обработки информации, обучения персонала работе в условиях функционирования подсистемы.

Опытную эксплуатацию подсистемы следует осуществлять на основе полного объема реальной информации в установленном режиме функционирования с необходимым дублированием работ.

Сдача подсистемы в промышленную эксплуатацию **проводится** после сдачи в промышленную эксплуатацию задач пускового комплекса данной подсистемы.

Опытная эксплуатация всей информационной системы проводится в целях комплексной проверки функционирования ее задач, проверки подготовленности обеспечивающей части системы к функционированию, окончательной отладки технологического процесса сбора и обработки информации.

Опытная эксплуатация системы должна осуществляться на основе необходимого объема **информации** о деятельности объекта в установленном режиме функционирования.

После окончания опытной эксплуатации системы составляется отчет о внедрении. При положительных результатах опытной эксплуатации система сдается в промышленную эксплуатацию.

Промышленная эксплуатация ЭИС. В ходе промышленной эксплуатации ЭИС проводится анализ функционирования системы. Целями анализа функционирования системы являются проверка эффективности реализованных проектных решений в условиях ее промышленной эксплуатации, выработка рекомендаций по дальнейшему развитию системы и формирование **типовых** решений.

Анализ функционирования системы предусматривает проверку:

- функционирования технических средств;
- функционирования задач и подсистем в условиях автоматизированной обработки;
- действий персонала в условиях функционирования системы.

Результаты анализа используются для оценки качества системы и ее реальной экономической эффективности.

Работы по анализу функционирования системы проводятся разработчиком в порядке авторского надзора на основе договора с заказчиком после некоторого периода эксплуатации ЭИС

(не менее 6 месяцев). Проведение **авторского** надзора осуществляется за счет средств, выделенных на создание системы.

Программа работ по проведению анализа составляется разработчиком и согласовывается с заказчиком. Анализ функционирования системы начинается после издания приказа о проведении этой работы. В приказе указываются сроки и объекты обследования (согласно программе), а также назначаются представители заказчика, участвующие в этой работе, и лица, ответственные за своевременное и полное представление необходимых материалов разработчику системы. Сбор всех данных (заполнение необходимых **форм**, регистрация в журнале и др.) осуществляется представителем заказчика и контролируется разработчиком. Накопленные данные передаются в сроки, указанные в программе, представителям разработчиков для разработки.

Результаты обработки данных по каждому исследованному элементу ЭИС (или групп однотипных элементов) протоколируются разработчиком с участием представителей заказчика. На основе оформленных протоколов разработчик после завершения всех работ, предусмотренных программой, составляет отчет по анализу функционирования ЭИС.

Сдача заказчику отчета по анализу функционирования системы является завершающим этапом работы разработчика.

В процессе анализа функционирования задач, подсистем и действий персонала в условиях **внедрения** ЭИС проводятся работы, аналогичные обследованию объекта по параметрам каждой функции подсистем ЭИС, с учетом применяемого комплекса технических средств и следующих факторов:

- своевременности поступления к **управленческому** персоналу необходимой информации;
- повышения достоверности информации;
- улучшения технико-экономических показателей работы предприятия.

Качество функционирования отдельных задач и подсистем оценивается по показателям достоверности и своевременности информации, повышения качества соответствующих управленческих решений.

По результатам анализа функционирования системы разрабатываются предложения для дальнейшего развития ЭИС.

8.4.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Внедрение информационных технологий сопряжено с капитальными вложениями как на приобретение техники, так и на разработку проектов, выполнение подготовительных работ и подготовку кадров. Поэтому внедрению должно предшествовать экономическое обоснование целесообразности внедрения ЭИС. Это означает, что должна быть рассчитана эффективность применения **ИТ**.

Под *эффективностью автоматизированного преобразования экономической информации* понимают целесообразность применения средств вычислительной и организационной техники при формировании, передаче и обработке данных. Различают расчетную и фактическую эффективность. Первую (расчетную) определяют на стадии проектирования автоматизации информационных работ, т.е. разработки технорабочего проекта; вторую (фактическую) — по результатам внедрения технорабочего проекта.

Обобщенным критерием экономической эффективности является минимум затрат живого и овеществленного труда. При этом установлено, что чем больше участков управленческих работ автоматизировано, тем эффективнее используется техническое и программное обеспечение.

Экономический эффект от внедрения вычислительной и организационной техники подразделяют на прямой и косвенный.

Под *прямой экономической эффективностью ИТ* понимают экономию материально-трудовых ресурсов и денежных средств, полученную в результате сокращения численности управленческого персонала, фонда заработной платы, расхода основных и вспомогательных материалов вследствие автоматизации конкретных видов планово-учетных и аналитических работ.

Не исключено, что внедрение ИТ на первом этапе не приведет к уменьшению числа работников планово-учетных служб. В этом случае учитывают *косвенную эффективность*, проявляющуюся в конечных результатах хозяйственной деятельности предприятия. Ее локальными критериями могут быть: сокращение сроков составления сводок, повышение качества планово-учетных и аналитических работ, сокращение документооборота, повышение культуры и производительности труда и т.д. Основным же пока-

зателем является повышение качества управления, которое, как и при прямой экономической эффективности, ведет к экономии живого и овеществленного труда. Оба вида рассмотренной **экономической** эффективности взаимоувязаны.

Экономическую эффективность определяют с помощью трудовых и стоимостных показателей. Основным при расчетах является метод сопоставления данных базисного и отчетного периодов. В качестве базисного периода при переводе отдельных работ на автоматизацию принимают затраты на обработку информации до внедрения ИТ (при ручной обработке), а при совершенствовании действующей системы автоматизации экономических работ — затраты на обработку информации при достигнутом уровне автоматизации. При этом пользуются абсолютными и относительными показателями.

Например, на ручную обработку сельскохозяйственных счетов-фактур следует затратить 100 чел./ч (T_0), а при использовании ИТ — 5 чел./ч (T_1).

Абсолютный показатель экономической эффективности $T_{эк}$ составляет:

$$T_{эк} = T_0 - T_1 = 100 - 5 = 95 \text{ чел./ч.}$$

Относительный индекс производительности труда

$$J_{п.т} = 0,05.$$

Это значит, что для обработки счетов-фактур при автоматизации требуется по сравнению с ручной обработкой только 5% времени. Используя индекс производительности труда $J_{п.т}$, можно определить относительный показатель экономии трудовых затрат. При обработке счетов-фактур в результате применения ИТ экономия составит 95%.

Наряду с трудовыми показателями необходимо рассчитывать и стоимостные показатели, т.е. определять затраты на обработку информации при базисном (C_1) и отчетном (C_0) вариантах в денежном выражении.

Абсолютный показатель стоимости $C_{эк}$ определяется отношением:

$$C_{эк} = C_1 - C_0.$$

Индекс стоимости затрат рассчитывается по формуле

$$J_{\text{ст.зат}} = \frac{C_1}{C_0}.$$

Срок окупаемости $T_{\text{ок}}$ $= \frac{(Z_0 + \Pi_0)K_{\text{эф}}}{C_0 - C_1}$, вычисляется по формуле:

- где Z_0 — затраты на техническое обеспечение;
 Π_0 — затраты на программное обеспечение;
 $K_{\text{эф}}$ — коэффициент эффективности.

Технологические стадии разработки автоматизированных экономических информационных систем, регламентируемые стандартами как у нас в стране, так и за рубежом, приведены в приложении.

8.4.7. ЭСКИЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕШЕНИЯ ЧАСТНЫХ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

Экономист любой специализации, будь то менеджер, бухгалтер, плановик, финансист или аналитик, должен уметь определить возможность и целесообразность применения автоматизированной информационной технологии в своей профессиональной деятельности. Для этого он должен уметь проводить упрощенное эскизное проектирование информационной технологии, автоматизирующей выполняемые им функции.

Как правило, на специалиста возлагается обязанность решения частных задач управления, входящих в состав функционального комплекса. (Например, задачи учета основных средств входят в состав комплекса учетных задач системы управления предприятием.) Тем не менее при эскизном проектировании нужно учитывать, что информационная технология — это система, все ее элементы взаимосвязаны, и решение частных задач должно увязываться с целями и критериями задач, решаемых на соседних уров-

нях управления. При эскизном проектировании такой частной информационной технологии выполняются те же стандартизированные этапы проектирования автоматизированных систем, только в упрощенном виде, доступном неспециалисту-системщику. Краткое содержание этапов упрощенного эскизного проектирования изложено ниже.

Элементы предпроектного анализа:

- анализ организационной структуры существующей системы управления и определение места специалиста;
- анализ функциональной структуры системы управления и определение места и структурных связей автоматизируемых функций;
- анализ информационных потоков (документооборота), их маршрутов, узлов пересечения, **содержания**, периодичности, объемов.

Элементы технического проектирования:

- выбор хранимых данных (показателей);
- определение функциональных (алгоритмических) зависимостей показателей;
- организация информационной базы;
- определение форм входных и выходных документов.

Элементы рабочего проектирования:

- выбор технических средств реализации частной информационной технологии;
- выбор базовых и функциональных программных средств.

Элементы внедрения:

- приобретение и установка технических и базовых программных средств;
- приобретение, адаптация и настройка функционального программного обеспечения;
- создание внутримашинного информационного фонда (заполнение базы данных).

На стадии упрощенного предпроектного анализа основная задача состоит в определении узла пересечения информационных потоков, в котором находится рабочее место специалиста, и детальном выявлении их содержания, периодичности возникновения, объемов (в байтах). Точное определение этого узла невозможно без знания общей организационной и функциональной **структуры** предприятия. В этом и состоит системность предпроектного анализа, увязывающего частные задачи (функции) спе-

циалиста со всей организационной и функциональной системой управления предприятием.

Знание содержания (т.е. документов) информационных потоков, частоты обработки и объемов информации позволяет оценить минимально необходимые ресурсы (производительность и емкость запоминающих устройств) вычислительной техники. Обычно для информационного узла заполняется специальная таблица (рис. 8.13). Напоминаем, что один символ (цифра, буква, знак) в документе — это один байт.

| № п/п | Документ | Вид документа | Объем (Кбайт) | Периодичность поступления |
|-------|----------|---------------|---------------|---------------------------|
| 1 | Д1 | Вх | 10 | Ежедневно |
| 2 | Д2 | Вх | 4 | 1 раз в месяц |
| 3 | Д3 | Вх | 8 | 1 раз в неделю |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| п | Дп | Вых | 6 | Ежедневно |
| | | Итого | | |

Рис. 8.13. Пример таблицы документов информационного узла

Организационная и функциональная структуры системы отображаются в виде схем, которые, при физическом (рабочем) проектировании помогают выбрать топологию компьютерной сети предприятия. Кроме того, вдумчивый анализ существующих организационной структуры и документооборота, как правило, позволяет внести предложение по их оптимизации.

Стадия упрощенного технического проектирования дает обобщенную концептуальную модель решаемой задачи и позволяет частично провести логическое проектирование процессов накопления и обработки данных. Для создания информационной базы данных необходимо прежде всего определить состав хранимых показателей, т.е. первичной независимой информации. К такой информации относится, во-первых, нормативно-справочная информация, помещаемая в справочники баз данных, и, во-вторых, входная информация функциональных задач. Для формализованного определения состава хранимых элементов данных, помимо справочных, все показатели, характеризующие функциональную

задачу, сводят в одну или несколько (в зависимости от сложности задачи) таблиц (матриц) смежности (**с.м.** разд. 5.1) и с их помощью определяют как входные (подлежащие хранению), так и промежуточные и выходные показатели. Одновременно эти таблицы позволяют определить состав функционально зависимых показателей, а для каждого из них — перечень показателей-аргументов.

После выявления наборов **входных**, промежуточных и выходных показателей (элементов данных) определяют математические функции для зависимых показателей. Набор этих функций и составляет математическую модель решаемой задачи.

Для того чтобы выбранные хранимые показатели занести в базу данных ЭВМ, необходимо представить их в виде, соответствующем модели организации данных в БД. На персональных компьютерах в основном используют реляционные (табличные) БД, поэтому процесс организации информационной базы при упрощенном эскизном проектировании сводится к разработке простых таблиц, содержащих **входные** (хранимые) показатели. При отсутствии форм входных и выходных документов разрабатываются новые или модернизируются старые формы.

При выполнении элементов рабочего проектирования производится выбор аппаратно-программных средств, решающих функциональную задачу в автоматизированном **режиме**. Тип компьютера должен выбираться с учетом перспективы развития информационных технологий на предприятии и расширения состава решаемых специалистами задач. Кроме того, должны учитываться ресурсы компьютера, необходимые для установки базового программного обеспечения и программ, которые повсеместно используются в ежедневной профессиональной деятельности экономиста.

Простые задачи (расчет одной или нескольких таблиц), а также работы с матрицами смежности при выборе хранимых данных могут быть запрограммированы с помощью *электронных таблиц* (**например, Excel**), что фактически является элементом автоматизации этапов технического и рабочего проектирования.

Помимо усилий, направленных на организацию автоматизированного решения собственных функциональных задач, экономисту в отчете о проведенном упрощенном эскизном проектировании будет неплохо предложить топологию и схему компьютерной сети, которую можно разработать на основе анализа организационно-функциональной структуры и маршрутов информационных потоков предприятия.

После обсуждения и уточнения упрощенного эскизного проекта информационной технологии решения частных задач наступает стадия внедрения, состоящая в приобретении, установке и изучении технических (компьютер, принтер, сетевые компоненты и т.п.) и программных средств (базовое и функциональное программное обеспечение) реализации этой технологии. Приобретаемые функциональные программные средства, как правило, являются многофункциональными, а их базы данных пустыми, т.е. содержат только программную оболочку (структуру). Поэтому в задачу специалиста входит после изучения инструкций пользователя выбрать те функции программы, которые им будут использоваться, а затем заполнить базу данных информацией, подготовленной на этапе упрощенного технического проектирования. Как правило, эта работа состоит в заполнении с клавиатуры ПК справочников, предназначенных для хранения входной и нормативно-справочной информации. При проектировании автоматизации решения простых задач специалист может самостоятельно подготовить их решение с помощью базовых программных средств (например, Excel и Access). После удовлетворительного решения задач на контрольных примерах (т.е. задачах с заранее известным ответом) можно приступить к эксплуатации спроектированной информационной технологии.

8.5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рассмотренные выше стандартные этапы создания информационных систем позволяют выделить три стадии их проектирования. Это предпроектный анализ (ПА), позволяющий разработать технико-экономическое обоснование и техническое задание, технический проект (ТП) и рабочий проект (РП). Автоматизированные системы появились практически с первыми ЭВМ и прошли достаточно долгий путь развития. Опыт их создания показал, что все стадии проектирования являются чрезвычайно трудоемкими. Поэтому, естественно, не прекращаются работы по созданию методов и средств автоматизации проектирования ЭИС. Сформировались четыре подхода к автоматизации процессов создания

проектных решений: элементный, подсистемный, объектный и модельный. *Элементный подход* предполагает использование типовых проектных решений по отдельным функциональным задачам управления. *Подсистемный подход* использует накопленный опыт разработок по проектированию функциональных подсистем (планирование, учет, анализ и т.д.). При *объектном подходе* используются типовые решения для целого класса объектов (например, ЭИС консервного комбината, ЭИС предприятия). К сожалению, эти подходы оказались малоэффективными, так как требуют значительных доработок, связанных с непохожестью конкретного реального предприятия на **типовое**, к которому привязаны типовые проектные решения. Кроме того, эти подходы ускоряют только третью стадию создания ЭИС – рабочее проектирование. Самыми же трудоемкими стадиями являются **предпроектный** анализ и техническое **проектирование**, где используют модельный подход.

8.5.1. МОДЕЛЬНЫЙ ПОДХОД

Модельный подход к автоматизации проектирования ЭИС является наиболее перспективным и базируется на тех же принципах, что и информационная технология. Это позволяет рассматривать модельный подход как информационную технологию автоматизации проектирования ЭИС, поскольку автоматизация любого процесса, будь то проектирование или управление, предполагает наличие контура информационной технологии.

Суть модельного подхода состоит в последовательном преобразовании управления: от общей математической модели управления до алгоритмической модели решаемой функциональной задачи [32]. На рис. 8.14 приведена укрупненная схема такой последовательной декомпозиции и преобразования моделей в процессе проектирования ЭИС.

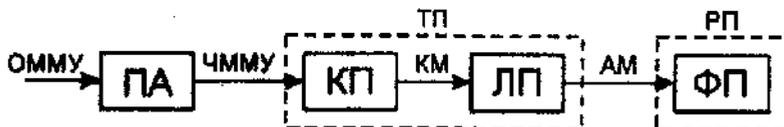


Рис. 8.14. Общая схема последовательности преобразования моделей

Основой здесь является общая математическая модель управления (ОММУ), отражающая критерий и целевую функцию управления с учетом налагаемых на объект управления ограничений. В результате предпроектного анализа общая модель управления декомпозируется на частные математические модели управления (ЧММУ) объектом, отражающие частные задачи управления и их цели. Техническое проектирование (ТП) включает в себя концептуальное (КП) и логическое проектирование (ЛП). Концептуальный проект позволяет из частных моделей управления создать содержательный образ (концептуальную модель — **КМ**) проектируемой автоматизированной системы, а результатом логического проектирования являются алгоритмические модели (АМ) решаемых в системе задач управления. Физическое проектирование (ФП) дает рабочий проект программно-аппаратной реализации информационной технологии в ЭИС.

Такая последовательность преобразований моделей может быть реализована процессами и средствами информационной технологии. На физическом уровне автоматизированное проектирование ЭИС производится проектировщиком с помощью АРМ, включающего компьютер с соответствующим базовым и проблемно-ориентированным программным обеспечением.

Последовательность автоматизированного проектирования информационной технологии в ЭИС показана на рис. 8.15.

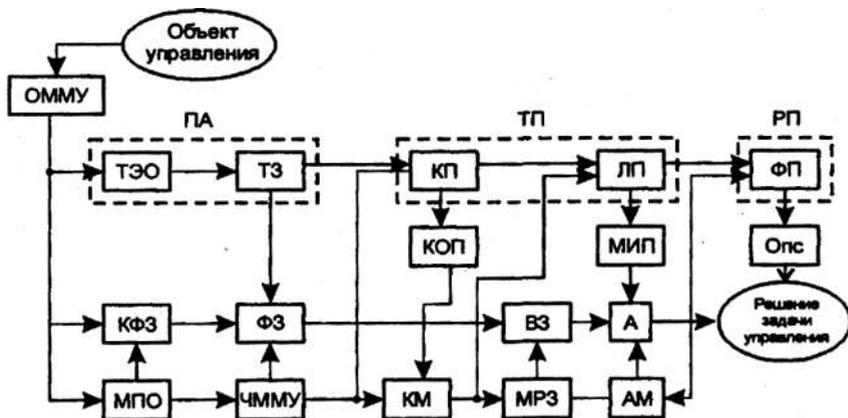


Рис. 8.15. Схема последовательности автоматизированного проектирования ЭИС при модельном подходе

Общая математическая модель управления объектом является базой для разработки модели предметной области (МПО), отображаемой комплексом функциональных задач (КФЗ) управления. Выделенные из общей модели управления частные модели представляются отдельными функциональными задачами, что является основным результатом предпроектного анализа. Концептуальное проектирование осуществляется на основе созданных частных моделей управления, содержание которых позволяет разработать концепции организации информационных процессов (КОП) и создать концептуальную модель системы управления. Содержательная (концептуальная) модель системы в процессе логического проектирования формализуется моделями информационных процессов (МИП) и моделями решаемых задач (МРЗ), преобразуемыми затем в алгоритмические модели. Заключительный этап логического проектирования — разработка алгоритмов (А) решения вычислительных задач (ВЗ), отображающих функциональные задачи на уровне данных. Физическое проектирование, в результате которого создается рабочий проект, состоит в разработке обеспечивающих подсистем (**Опс**) — программно-го, технического и организационного обеспечения.

Изложенный модельный подход к автоматизированному проектированию организационных систем управления нашел отражение в технологиях проектирования, называемых **CASE-технологиями**.

8.5.2. CASE-ТЕХНОЛОГИИ

CASE-технология стала ответом на ряд серьезных трудностей, возникших при разработке и эксплуатации компьютерных систем [32]. Учитывая неудачу многих проектов, заказчики стремились получить хорошо проработанное обоснование проекта с тестированным программным обеспечением. Однако они не всегда предоставляли разработчикам необходимую информацию, справедливо относя ее к разряду коммерческой тайны, да и сама организация информационных потоков постоянно менялась по мере расширения деятельности предприятия. В результате осуществление проектов затягивалось, и созданные программно-аппаратные комплексы начинали работать в условиях, когда требования **предприя-**

тия к ним изменялись. Применялся и иной подход. Компьютерный комплекс разрабатывался и вводился в эксплуатацию в короткие сроки специализированной фирмой при полном взаимодействии с заказчиком. Это обеспечивало создание работоспособного комплекса, но из-за отсутствия необходимой документации, задержки с обучением персонала и многочисленных "недоделок", особенно в программном обеспечении, эксплуатация комплекса попадала полностью в зависимость от разработчиков и происходила в условиях постоянных сбоев и потребности в дополнительных затратах на переделки и усовершенствования.

Для выхода из сложившейся ситуации была разработана CASE-технология (*Computed Aided Software Engineering* — система конструирования программ с помощью компьютера), поддерживающая проектирование, выбор технологии и архитектуру, а также написание программного обеспечения. Разработчик с ее помощью описывает предметную область; входящие в нее объекты, их свойства; связи между объектами и их свойствами. В результате формируется модель, описывающая основных участников системы, их полномочия, потоки финансовых и иных документов между ними. В ходе описания создается электронная версия проекта, которая распечатывается и оперативно передается для согласования всем участникам проекта как рабочая документация.

В процессе создания проекта выделяют следующие этапы:

- формирование требований, разработка и выбор варианта концепции системы;
- разработка и утверждение технического задания на систему;
- разработка эскизного и технического проектов с описанием всех компонентов и архитектуры системы;
- рабочее проектирование, предполагающее разработку и отладку программы; описание структуры базы данных; создание документации на поставку и установку технических средств;
- ввод в действие системы, предусматривающий установку и включение аппаратных средств, инсталлирование программного обеспечения, загрузку баз данных, тестирование системы, обучение персонала;
- эксплуатация системы, включающая сопровождение программных средств и всего проекта, поддержку и замену аппаратных средств.

CASE-технология сформировалась в процессе интеграции опыта и новых возможностей, появившихся у разработчиков

компьютерных систем. Начало этому процессу положили компиляторы и интерпретаторы с алгоритмических языков, затем к ним добавились средства тестирования программ, их отладки и средства генерации отчетов. Для обмена информацией в проектных организациях и обеспечения оперативного доступа к создаваемой документации были разработаны средства информационной поддержки и управления **проектом**. С появлением инструментария описания концепции проектов в моделируемом учреждении была создана система **проектирования**, которая поддерживает все технологические этапы проекта, обеспечивает его документирование и согласованную работу групп разработчиков как со стороны заказчика, так и со стороны исполнителя.

В настоящее время существует множество CASE-систем, различающихся по степени компьютерной поддержки этапов разработки проектов. В одних системах обеспечено только графическое представление функций подразделений учреждения и потоков информации между ними, в других — автоматизирован процесс описания баз данных и составления некоторых программ или их частей.

В основе CASE-технологии лежит процесс выявления функций отдельных элементов систем и информационных потоков. Каждое рабочее место описывается как технологический модуль, в котором происходит преобразование информации. Каждому модулю устанавливается в соответствии **механизм**, который изменяет находящиеся в модуле данные и функции в зависимости от управляющих параметров, и информацию, получаемую от оператора или других модулей. Модуль системы может передавать информацию, может управлять функциями другого модуля. Для связанных между собой функциональных блоков устанавливают механизм, описывающий правила их взаимодействия. В конечном итоге составляется полная модель системы, которая **может** быть рассчитана на бумаге с внесением всех необходимых пояснений и спецификаций.

Описание информационных потоков в учреждении во многих CASE-системах проводится с помощью *ER-модели* (Entity-Relationship — модель "**сущность** связь"). Порядок построения такой модели и используемые при этом абстракции определяются CASE-методом, без освоения **которого** CASE-технология не может быть применена в полном объеме. Учитывая дороговизну CASE-систем, российские специалисты, усвоив CASE-метод, создают свои инструментальные средства для описания **ER-моделей** и баз данных.

В процессе построения ER-моделей CASE-система проверяет соответствующие программы на непротиворечивость, что позволяет на разных этапах проектирования выявлять ошибки и обеспечить качественное моделирование баз данных и написание программ, исправление недоработок на последующих этапах затруднительно и требует значительных материальных затрат.

С помощью средств описания **ER-модели** создаются графическое изображение информационных потоков, а также словарь проекта, который включает в себя упорядоченную информацию о функциях и связях участников системы. Проектировщик-системщик может использовать для описания "своих" объектов атрибуты, содержащиеся в словаре проекта. Информация словаря может быть распечатана и превращена в **часть** документации проекта.

Инструменты CASE-технологии позволяют на основе ER-модели генерировать описание (таблицы), диалоговые процедуры, а также средства вывода данных и довести проект до стадии тестирования и опытной эксплуатации. Эти инструменты применяются и в дальнейшем для внесения изменений в проект.

Основные достоинства CASE-технологии: повышение производительности труда программистов на несколько порядков, возможность формализовать документирование и администрирование проектов, минимизация ошибок и разработка более совершенного программного обеспечения конечных пользователей, ускорение обучения персонала и использование программного обеспечения в полном объеме, постоянное обновление и модернизация пользовательских программ.

Наиболее известной в России в настоящее время является *CASE-система Oracle*, позволяющая создавать приложения на базе одноименной СУБД. В ее основе лежит CASE-метод проектирования сети "сверху вниз" — от наиболее общих решений к частным. Этапы в системе Oracle: выработка **стратегии**; анализ объекта; проектирование; реализация; внедрение; эксплуатация.

ER-модель строится на этапе анализа объекта, а СУБД — на этапе проектирования.

CASE-система Oracle состоит из инструментальных средств **CASE*Dictionary** (для графического представления модулей предметной области), *CASE*Generator* (для автоматического генерирования программных модулей).

Ожидается, что средства компьютерной поддержки процесса проектирования будут быстро развиваться, обеспечивая генерацию все большего объема инструкций программ конечных пользователей, повышая тем самым производительность труда программистов и проектировщиков, а также качество самих продуктов.

Вопросы для самопроверки

1. Нарисуйте и объясните схему организационной структуры предприятия.
2. Назовите фазы управления предприятием, объясните и покажите их взаимосвязь.
3. Нарисуйте схему состава и взаимосвязей моделей и задач управления предприятием.
4. Перечислите и объясните состав функциональных задач и моделей фазы планирования.
5. Какие задачи решаются в **фазе** учета и какие математические модели применяются для их решения?
6. Опишите задачи и модели фазы анализа.
7. Какие функциональные задачи подлежат решению в фазе регулирования? Какие методы и модели применяются?
8. Нарисуйте и объясните концептуальную схему информационной технологии на предприятии как совокупности информационных процессов.
9. Нарисуйте схему топологии компьютерной сети предприятия. Объясните с ее помощью автоматизированный процесс управления предприятием.
10. Сформулируйте организационно-экономическую постановку задачи автоматизации учета труда и его оплаты.
11. Назовите выходные документы при обработке информации по учету денежных средств.
12. Сформулируйте постановку задачи по автоматизации учета производственных запасов.
13. Изложите содержание главного меню по учету товарно-материальных ценностей.
14. Назовите особенности укрупненной схемы технологического процесса обработки информации по учету основных средств.
15. Назовите особенности обработки информации по сводному синтетическому учету.

16. Нарисуйте и объясните схему организационной структуры предприятия.
17. Что такое *офисная информационная технология* и для чего она нужна? Расскажите о поколениях офисной технологии.
18. На каких программно-аппаратных средствах может быть реализована единая среда обмена сообщениями (unified messaging)?
19. Расскажите о назначении и задачах этапов обследования, анализа и разработки технического задания.
20. Как организуется этап разработки технико-экономического проекта?
21. Что такое рабочий проект ЭИС и как организуется этап рабочего проектирования?
22. Расскажите об этапе внедрения спроектированной ЭИС.
23. Чем определяется экономическая эффективность ИТ?
24. Изложите стандарты технологических стадий и этапов создания **ЭИС**.
25. Как проводится упрощенное эскизное проектирование ИТ решения частных задач управления?
26. Какие существуют подходы к автоматизации проектирования **ЭИС**?
27. В чем состоит суть модельного подхода к автоматизации проектирования **ЭИС**?
28. Нарисуйте и объясните схему модельного проектирования ЭИС.
29. Как модельный подход реализуется в **CASE-технологиях**?

Глава

9

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ФИНАНСОВО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Отечественный рынок финансово-экономических программ зародился в начале 1990-х гг. Тогда же в основном сформировались юридически самостоятельные коллективы разработчиков этих программ (в основном это были сотрудники бывших вычислительных центров и отделов АСУ). Некоторые из них стали преуспевающими, известными на всю страну компаниями.

В настоящее время первый этап развития рынка бухгалтерских программ практически завершен. Сегодня уже сложно попасть в число лидеров, не имея мощного инвестора, организованной команды **разработчиков**, менеджеров, маркетологов и сети поддержки. Ведь многие пользователи понимают разницу между надежной, мощной, устойчивой в финансовом отношении фирмой-разработчиком и разработчиком-одиночкой, между фирменным отработанным "коробочным" продуктом с хорошей документацией, гарантированной поддержкой в самых дальних регионах и постоянно дорабатываемой кустарной узкопрофильной разработкой местного значения.

Присутствующее сегодня на рынке финансово-экономическое прикладное программное обеспечение весьма разнообразно и неоднородно, что является результатом воздействия на его развитие трех доминирующих факторов: постоянно растущие требования потребителей; конъюнктурное мировоззрение подавляющего числа разработчиков: неустойчивость нормативно-правовой среды.

9.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

На сегодняшний день единой, общепринятой классификации финансово-экономических программ не существует. Тем не менее развитие и применение компьютерных систем сейчас таковы, что необходима комплексная, всеобъемлющая классификация, отвечающая требованиям системного анализа. Она помогла бы непрофессиональному пользователю правильно ориентироваться не только в выборе того или иного программного продукта (ПП), но и в его эксплуатации. Для этого программные продукты необходимо классифицировать по нескольким признакам, в том числе таким, которые характеризовали бы его генезис (происхождение) [4,30]. Последнее существенно влияет на аспекты эксплуатации ПП, его возможность адаптироваться к структуре того или иного конкретного предприятия, к меняющемуся законодательству и т.п. В этой связи подходы к классификации могут быть сгруппированы следующим образом.

1. Программы предназначены и создаются для работы в различных операционных средах (оболочках). В зависимости от этого они подразделяются на бухгалтерские программы *под DOS, Windows 3.0, Windows 3.11, Windows 95, Windows NT, OS/2.*

2. По степени автоматизации программы можно разбить на следующие основные категории: *узкоспециализированные программы, специализированные, универсальные (комплексные системы).*

3. Программы предназначены и создаются для работы в различных организациях. При этом можно выделить *бюджетные организации и коммерческие.*

4. Очень часто возникает необходимость организовать раздельный бухгалтерский учет на нескольких компьютерах (рабочих местах) с последующим слиянием данных для подведения итогов. Как правило, разделение работ между рабочими местами осуществляется **по** участкам учета. В этой связи в настоящее время все бухгалтерские пакеты можно разделить на следующие категории: *работающие в автономном режиме; работающие в сетевом режиме.*

5. Размер организации, специфика бухгалтерского учета на том или ином предприятии также накладывают свой отпечаток

при создании АРМ. В этом отношении все бухгалтерские программы могут быть разделены на следующие категории: *для малых, средних и крупных предприятий.*

6. *Наличие макроязыка* и степень его развития в целях адаптации программного продукта к изменяющимся условиям функционирования производства и законодательной базы.

7. *Наличие сервисных возможностей адаптации программы* к изменяющемуся законодательству, структуре производства и т.п.: отсутствуют или недостаточно развиты средства, позволяющие вносить изменения, осуществлять настройку самим пользователем, не изменяя при этом программы.

Не претендуя на создание классификации, сгруппируем наиболее известные программные продукты, предлагаемые на российском рынке различными **фирмами-разработчиками.**

Мини-бухгалтерия. К классу "мини-бухгалтерия" относятся программы, предназначенные главным образом для бухгалтерий с малой численностью (1—3 человека), без явной специализации сотрудников по конкретным разделам учета. Эти программы ориентированы, как правило, на малый бизнес. Они реализуют функции ведения синтетического и стоимостного аналитического учета, позволяют вводить и обрабатывать бухгалтерские записи, оформлять небольшой набор первичных документов и формировать отчетность. На малых предприятиях основной объем работ приходится на финансовый учет, а на ведение управленческого учета затрачивается гораздо меньше времени. Это связано с упрощением алгоритмов решаемых задач по управленческому учету. Среди этой группы программ наибольшее распространение получили такие программные продукты, как "Мини-бухгалтерия" (фирма "1С", Москва), "Бухгалтерия малого предприятия" (фирма "Фор", Москва), "Финансы без проблем" ("Хакере-Дизайн", Мариуполь), и др.

Интегрированная бухгалтерская система (ИБС). Большинство разработок этого класса выросло из предыдущего. Сегодня класс ИБС — один из наиболее распространенных. К данному классу относятся программы, объединяющие и поддерживающие ведение всех основных учетных функций и разделов бухгалтерского учета. Реализованные в рамках единой программы, эти системы ориентированы в основном на малый и средний бизнес и предназначены для бухгалтерий численностью 2—5 человек. ИБС служат для работы в основном на одном компьютере, хотя возмож-

ны варианты их использования и на нескольких компьютерах (например, выделяют ПК для расчета зарплаты и др.), а также в локальной сети. При этом на каждом ПК отображается, как правило, целиком вся система. Среди этой группы наиболее распространены программные продукты фирм "Парус", "Инфософт", "Интотек", "Модуль Пи".

Бухгалтерский конструктор. Это бухгалтерская система с расширенными инструментальными возможностями. Реализованные в таких системах бухгалтерские "навыки" (для типовых продаж) ограничиваются обычно не слишком большими возможностями. Выполнение таких операций, как расчет износа основных средств, оценка запасов товарно-материальных ценностей, расчет заработной платы, калькуляция себестоимости, переоценка валютных счетов, распределение прибыли, движение и взаимодействие первичных документов в крупной бухгалтерии между различными участками учета, "конструкторы", как правило, без соответствующих настроек не могут осуществить. Однако при овладении специальным языком можно самостоятельно научить программу выполнять любые расчеты, выдавать ведомости, отчеты и др.

Принципиально невозможно в одну программу заложить специфику учета тысяч бухгалтерий. Поэтому такие системы стали делать в виде универсальных заготовок, из которых с помощью настроек можно сделать программу, подходящую для любой фирмы. Эти универсальные системы более устойчивы, свободны от ошибок, не связаны с конкретной спецификой той или иной фирмы. Программы менее уязвимы для быстроменяющегося законодательства.

Главной особенностью программных систем (ПС) класса "бухгалтерский конструктор" является модульная и гибкая архитектура. Наряду с основными бухгалтерскими функциями в них имеются специальный встроенный процедурный язык и средства настройки, предполагающие широкие возможности адаптации к конкретным условиям учета и дополнительным требованиям либо самим пользователем, либо дилером разработчика. В противоположность этому виду ПС большинство других бухгалтерских систем использует, как правило, "защитные" алгоритмы настройки специальных учетных методик и расчетов, недоступные для изменений пользователями, например алгоритмы расчета износа основных средств, оценки запасов товарно-материальных ценностей, расчета курсовых разниц и т.д.

В принципе элементы **“инструментальности”** в той или иной степени могут присутствовать в разработке любого класса, но в интегрированных системах программы-конструкторы встречаются чаще.

В этом классе наиболее известны фирмы "1С", **“Информатик”**, "Аквилон", "Порт".

Бухгалтерский комплекс. Это самая старая форма существования бухгалтерских программ. Практика создания отдельных программ под каждый раздел учета с возможностью последующего агрегирования данных сложилась исторически еще до появления нынешнего поколения программ и компьютеров. Для средних и крупных предприятий такая форма бухгалтерских программ остается рациональной до сих пор. Развитие технологии здесь идет в направлении более глубокой интеграции отдельных участков учета, создания новых управленческих, торговых и аналитических модулей комплекса.

Класс программ **“бухгалтерский комплекс”** (бухгалтерский комплекс АРМ соответствующих основных разделов, участков бухгалтерского учета) может иметь средства обмена данными между отдельными АРМ через гибкие магнитные диски или по локальным вычислительным сетям и через объединения информации для сведения баланса, получения синтетических выходных форм и построения отчетности. Этот класс программ поддерживает аналитический учет в натурально-стоимостном выражении и аналитический учет с развернутым отражением остатков; дает возможность одновременной работы с АРМ нескольких пользователей; может иметь элементы управления, анализа, сбыта, производственного учета и т.п.

Здесь речь уже идет не об одной программе, а о комплексе программ, реализующих функции как отдельных разделов учета, достаточно полно и глубоко отражающих их специфику, так и бухгалтерского учета в целом. Эти программные средства ориентированы на персонал различной бухгалтерской и компьютерной квалификации при численности бухгалтерии более 5 человек и наличии явного разделения функций между работниками.

Эти комплексы программ предназначены в основном для среднего, а некоторые для крупного бизнеса или, например, бюджетной сферы.

В этом классе известны фирмы "Интеллект-Сервис", **“Авэр”**, "Аргос", "Инфософт" и **“Комтех+”**.

Бухгалтерия-Офис. Это система автоматизации управления предприятием. Подобные разработки построены не столько "под бухгалтера", сколько "под управляющего". Бухгалтерская составляющая (при всей ее значимости) здесь перестает быть главенствующей. Важными становятся взаимосвязь всех составных частей системы, возможность эффективного управления предприятием и получения прибыли. Этот новый класс систем только зарождается. Многие западные разработки в полном составе (а не в ограниченном наборе, что продаются в России) относятся к этому классу. Для подобных систем можно прогнозировать в ближайшие годы опережение спроса над предложением. Здесь в качестве компонентов системы присутствуют: функционально полная подсистема бухгалтерского учета, подсистемы управления, делопроизводства и планирования, элементы анализа и поддержки принятия решения и т.д. В оценке систем данного класса при сравнении характеристик отдельных подсистем больший упор делается на решение функций и задач управления.

Эта группа программ позволяет охватить значительно больший круг функций и, по существу, создать автоматизированный офис для предприятия. К числу программных продуктов этой группы относятся такие, как "Электронная бухгалтерия" (версия 4.1, аудиторская компания "Инфин"), "ФинЭко" (АО "Авэр"), "Комплексная планово-экономическая и бухгалтерская система" (фирма "Комтех+"), "Бухгалтерия без проблем" (аудиторская фирма АСВП), "Суперменеджер" и др.

Системы "экзаунткупор". Это индивидуально дорабатываемые и внедряемые системы, создаваемые на базе типового бухгалтерского ядра. Системы данного класса предназначены для разборчивых и состоятельных клиентов и для крупных объектов. Программные средства устанавливаются чаще всего самой фирмой-разработчиком. Обязательно обеспечивается доработка программ под конкретного заказчика с предоставлением развитых дополнительных услуг. Здесь важны не только достоинства продукта, но и характеристики **фирмы-разработчика**, ее потенциал и репутация. Для класса "индивидуально дорабатываемые и внедряемые системы" характерны индивидуальная настройка под каждого клиента, обучение, ввод в эксплуатацию и обязательное последующее сопровождение (поддержка) и немалая стоимость. Доработка, внедрение и сопровождение программ обеспечиваются с учетом конкретных требований заказчика либо разработ-

чик предоставляет дополнительные услуги по методической поддержке, адаптации ПС. их внедрению и сопровождению.

Лидерами в этом классе считаются фирмы "Ост-Ин", "БИТ", "Никос-Софт", "Экософт".

Отраслевые системы. В большинстве случаев основным стержнем этих систем является бухгалтерский комплекс АРМ (или его фрагменты), к которому присоединены специализированные отраслевые АРМ. Наиболее распространены и проработаны отраслевые системы "**Торговля**", "Бюджетные организации", "Промышленность", "Строительство", "Аудит", "Страхование", "Банковские структуры".

Для программных средств данной группы прежде всего учитываются и оцениваются полнота **функций**, комплексность и удобство решений отраслевой специфики бухгалтерского учета. В оценке таких программных средств мнение практиков рассматриваемой отрасли наиболее **весомо**

Финансово-аналитические системы. Системы, относящиеся к данному классу, начали формироваться относительно недавно. Их еще называют *аналитическими компьютерными программами для финансовых менеджеров*. **Условно** можно выделить следующие подклассы: "системы анализа хозяйственной деятельности предприятия" и "системы для работы с инвестиционными проектами".

Этот класс ПС, пожалуй, один из наиболее непростых и ответственных из рассматриваемых, о чем свидетельствует очень небольшое число фирм, пытающихся работать в этом секторе. Данное направление особенно необходимо в условиях рынка, где использование ПС финансово-экономического анализа — этого незаменимого инструмента для анализа, прогнозирования и управления бизнесом (более всего в банковской и биржевой сфере) — помогает получить наиболее эффективные (оптимальные) варианты развития предприятия (объекта деятельности, исследования), принять **взвешенные**. просчитанные решения. Банки и другие финансовые **институты**. решающие задачи управления финансовыми **ресурсами**. или организации, реализующие проекты и заинтересованные в эффективном использовании собственного и привлекаемого капитала, должны просчитывать немало вариантов капиталовложений. Задача финансовых менеджеров как раз и состоит в осмыслении происходящих процессов и их прогнозировании на перспективу. Видение завтрашних проблем

позволяет упредить негативные и реализовать позитивные тенденции.

Требования и функции, которые должны обеспечивать программные средства данного класса:

- возможность анализа и оценки отдельных показателей производственно-финансового состояния объекта, предприятия по различным методикам и определение тенденций его изменения;
- экономический анализ деятельности объекта исследования, прогноз;
- соответствие методик анализа и оценки международным стандартам, возможность сравнения показателей деятельности отечественных и зарубежных фирм;
- расчет вариантов бизнес-планов, ранжирование вариантов по приоритетам пользователя;
- расчет дополнительных показателей по алгоритмам пользователя;
- возможность одновременного использования большого числа показателей, включение в анализ различных факторов как экономического, так и неэкономического характера;
- возможность использования статических и динамических вариантов сравнения элементов анализа;
- табличное и графическое представление информации и т.п.

Системы "Учет в международных стандартах". Системы этого класса обеспечивают поддержку как отечественных, так и наиболее распространенных западных стандартов учета и отчетности (GAAP, LASC). Они поддерживают несколько языков и валют, наиболее распространенные формы внутрифирменной отчетности и др. Такие системы рекомендуются, как правило, аудиторской фирме международного уровня, с ее помощью можно настраиваться на специфику заказчика и осуществлять сопровождение.

В этом сложном и ответственном классе лидерство по праву принадлежит фирме "Монолит-Инфо", имеющей богатый опыт внедрения своих комплексов в инофирмах и совместных предприятиях, успешно отстаивающей престиж российских разработчиков и конкурирующей с западными программами. Известна также фирма "Инотек" с ее системой "Учет в международных стандартах". Система больше ориентирована на специфику российского учета, чем другие аналогичные западные системы, извест-

ные на нашем рынке, и, по мнению экспертов, может составить им серьезную конкуренцию.

Отечественные фирмы-разработчики пока отстают в использовании передовых технологий, общесистемных подходах, реализации и комплексной взаимоувязке в едином проекте всех подсистем и модулей: учета и расчетов, анализа и управления, планирования, прогнозирования и т.д. Однако эксперты, хорошо знакомые в основном с западными системами, с удивлением обнаружили и признали, что в системах российских ведущих фирм многие сложные вопросы, важные для отечественных пользователей, оказались решены на порядок лучше, чем в западных.

Правовые системы и базы данных. К этому классу относятся системы для работы, хранения и регулярного обновления в компьютере сборников нормативных документов и др. Под собирательным названием "правовые" понимаются различные специальные информационно-справочные или подобные системы правовых, нормативных документов, основных бухгалтерских понятий, баз данных и т.п.

Осуществляемые в нашей экономике реформы сопровождаются значительными и частыми пополнениями и изменениями законов, нормативных актов и прочих регламентирующих и инструктивных документов. Поэтому с нормативными документами сегодня работают не только юристы. Руководители и специалисты фирм вынуждены постоянно отслеживать и всегда иметь под рукой необходимые нормативные документы, инструктивные материалы, комментарии и т. п., чтобы своевременно скорректировать свои действия под их быстроменяющиеся требования. Очень часто специалисты обращаются к различной правовой информации при заключении договоров, контрактов, при ведении бухгалтерского учета и делопроизводства, при планировании, решении кадровых вопросов и т. п. Горы нормативных и подзаконных актов, которые при этом нужно найти и просмотреть, отнимают у специалистов уйму времени. Ценность информации никогда не бывает чрезмерной. И это действительно так. Ибо прибыли и убытки компаний, действующих в конкурентной среде свободного рынка, напрямую зависят от своевременности и правильности принятия решений.

Лидерами в этом классе являются отечественные информационно-правовые и справочные системы **"Консультант Плюс"**, **"Гарант-Сервис"**, **"Кодекс"**, **"Консультант-Бухгалтер"**.

Корпоративные системы (системы управления). Это современное название автоматизированной системы управления достаточно крупным предприятием, имеющим сложную организационно-производственную структуру. К предприятиям или организациям такого типа можно отнести, например, промышленные предприятия с разветвленной цеховой структурой производства, предприятия энергоснабжения и связи, торговые оптово-закупочные предприятия, базы, администрации округов.

Корпоративные системы должны работать в сети и включать в себя все функциональные комплексы задач, обеспечивающие автоматизированное управление предприятиями, организациями, ведомствами.

В стране был накоплен опыт разработки и внедрения крупных экономических информационных систем, которые успешно эксплуатировались на многих предприятиях. Однако в настоящее время прежняя технология работ устарела морально.

Развитие информационных технологий на базе современной вычислительной техники и общесистемных программных средств позволяет сегодня на новом уровне осуществить практически те прогрессивные идеи, которые ранее реализовать было или невозможно, или слишком сложно, долго и дорого.

Класс "корпоративные системы" (системы автоматизации и управления корпорацией, компанией, финансовой группой и т.п.) включает в себя значительно больше функций, чем, например, просто управление предприятием. Корпорация может объединять различные управленческие, производственные, финансовые и **другие** структуры, юридические лица, иметь несколько территориально удаленных филиалов, предприятий, торговых фирм, занимающихся самыми разнообразными видами деятельности (производственной, строительной, добывающей, банковской, страховой и пр.). Здесь на первый план выходят скорее проблемы правильной организации информационного обеспечения: уровней иерархии, агрегирования информации, ее оперативности и достоверности, консолидации данных и отчетов в центральном офисе, организации доступа к данным и их защиты, технологии согласованного обновления единой информации общего доступа.

В качестве компонентов системы присутствуют: функционально полная подсистема бухгалтерского учета с возможностью использования различных международных стандартов; подсистемы

оперативного, производственного учета, учета кадров, различные подсистемы управления, делопроизводства и планирования, анализа и поддержки принятия решений и пр. Как видим, бухгалтерская составляющая в такой системе не является главенствующей, подобные разработки ориентированы больше на руководителей компаний и управляющих разных уровней. В такой системе важнее взаимосвязь и согласованность всех составных частей, непротиворечивость их данных, а также эффективность применения системы для управления компанией в целом.

Готовые программные комплексы, одновременно охватывающие функции управления предприятиями в целом, предлагают на российском рынке пока преимущественно западные фирмы. Несмотря на то, что стоимость западных программ и услуг по их сопровождению на один-два порядка выше отечественных, а набор функций и адаптируемость систем, сроки их внедрения, да и сервис сопровождения далеко не полностью удовлетворяют потребностям и требованиям отечественных пользователей, некоторые предприятия, имеющие значительные финансовые ресурсы, по тем или иным причинам все же ориентируются на эти продукты.

Одним из таких продуктов является *система R/3* фирмы SAP (ФРГ), применяемая в любых отраслях промышленности и в любых сферах деятельности.

Отечественные разработки автоматизированных систем масштаба предприятия, к которым, безусловно, относятся и торговые системы, — это класс программ более высокого уровня. На комплексность автоматизации управления предприятиями претендуют, к примеру, системы корпорации "Галактика", фирмы "Росэкспертиза" и "Никос-Софт", компания "АйТи". По функциональной наполненности их разработки еще далеки от системы R/3, но использование соответствующих крупным системам инструментальных и программно-аппаратных средств свидетельствует о том, что в недалеком будущем они смогут составить серьезную конкуренцию западным системам.

Уже сейчас эти фирмы рассматривают системы автоматизации как комплекс работ по постановке и организации процесса управления, реструктуризации предприятия и его бизнес-процессов с поиском оптимальных на сегодняшний день средств, методов, информационных технологий.

Финансы многофилиального концерна принадлежат обычно группе собственников, поэтому необходимо предусмотреть воз-

возможность консолидированного управления и получения консолидированных торговых и финансовых отчетов (в том числе в международных стандартах) и др. Актуальным становится наличие элементов планирования: для обеспечения эффективного управления необходимо иметь план в структуре показателей агрегированного финансового и товарного отчета, а также возможность получения сопоставительного отчета о выполнении плана.

9.2. ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ВЕДУЩИХ ФИРМ

Фирма "1С". Сегодня это бесспорный лидер по известности и тиражу продаж. Прежде всего фирма **известна** благодаря своему продукту под названием **"1С: Бухгалтерия"**. Существуют базовая и профессиональная разновидности этой программы, а также их различные модификации, предназначенные для использования в локальном и сетевом вариантах.

Начать работать с **"1С: Бухгалтерия"** можно практически сразу после ее установки на компьютер. Освоение базовых возможностей программы — процедур ручного ввода бухгалтерских записей и получения самых необходимых отчетов: оборотно-сальдовой ведомости, Главной книги, шахматного оборотного баланса и многих других — вполне по силам подготовленному в компьютерном отношении **бухгалтеру**.

По мере накопления опыта и изучения документации у бухгалтера возникает естественное желание "заставить" компьютер выполнять и другие действия: вести не только стоимостный, но и натуральный учет, рассчитывать износ основных средств, калькулировать себестоимость, проводить переоценку валютных средств, формировать отчетность. Иными словами, более полно учитывать особенности принятой в его организации учетной политики. Свообразие ведения отдельных учетных операций в организациях различного профиля настолько **велико**, что нет и не может быть компьютерной программы, которая могла бы удовлетворить все необходимые потребности. Это тем более невозможно в современных российских условиях, при неустоявшемся законодательстве, когда различными нормативными актами то и дело меняются условия "игры" — от налоговых ставок до методик расчета тех

или иных показателей. Заранее заложить все варианты расчетов в компьютерную программу нельзя. В этой ситуации практически все разработчики программ для автоматизации бухгалтерского учета вынуждены идти на то, чтобы предоставить пользователю средства настройки программ, использование которых дало бы возможность последнему гибко приспосабливать их к собственной учетной специфике и перенастраивать при изменении "правил игры" государством. Бухгалтерские программные продукты фирмы "1С", особенно так называемая профессиональная версия "1С: Бухгалтерия" и специализированная программа расчета заработной платы, в достаточной мере обладают такими возможностями.

Наличие мощных инструментальных средств позволяет гибко приспосабливать программы к автоматическому выполнению массовых расчетов, зависящих как от специфики конкретного раздела учета, так и от особенностей учетной политики предприятия. При этом указанные средства не только дают возможность изменять отдельные параметры, как, например, коды счетов, субсчетов, аналитических счетов, их названия, налоговые ставки и т.п., но и позволяют достаточно полно описать и модифицировать правила выполнения расчетов.

Средства настройки бухгалтерских программ не так сложны, как кажется на первый взгляд, тем более что с программами поставляется достаточное число готовых к использованию и снабженных подробными методическими указаниями примеров. Так, пользователи любой версии "1С: Бухгалтерия" получают с программой полный комплект настроенных квалифицированными аудиторами правил расчетов всех отчетных форм. При этом фирма "1С" гарантирует бесплатную поставку изменений в настройке при изменении отчетных форм.

Конечно, составление некоторых расчетных формул может оказаться сложным для начинающих пользователей, не имеющих определенных навыков в примененном компьютере. В этом случае на помощь могут прийти дилеры фирмы, специализирующиеся не только на продаже, но и на сопровождении, настройке, техническом обслуживании и обучении пользователей "1С: Бухгалтерия".

В настоящее время настройки всех разновидностей "1С: Бухгалтерия", особенно ее профессиональных версий, так велики, что практически нет таких бухгалтерских расчетов, которые не могли бы быть выполнены программой автоматически. Нужно лишь

внимательно разобраться в том, как ее соответствующим образом настроить, или обратиться к квалифицированным специалистам за помощью.

Фирма "1С" предлагает не только программные средства для автоматизации бухгалтерского учета, но и набор других программных продуктов, таких, как "1С: Электронная почта", "1С: Торговля", "1С: Документооборот", "1С: АФС", "1С: Электронный справочник бухгалтера".

Для создания электронной почты можно использовать программные средства различных поставщиков, в том числе именитых западных фирм. Однако они, как правило, плохо приспособлены к работе в отечественных телефонных сетях, часто не обеспечивающих тех стандартов качества телефонной связи, которые поддерживаются в западных странах и на которые эти программы рассчитаны. Поэтому фирма "1С" предлагает своим клиентам не менее качественное, чем западное, программное обеспечение для создания электронной почты, адаптированное к работе в условиях низкого качества российских телефонных сетей, да и к тому же существенно более дешевое. Предлагаемое фирмой программное обеспечение для создания корпоративной электронной почты весьма неприхотливо и в отношении мощности требуемых технических средств.

Электронная почта "1С: ЭП" — это интегрированная система, объединяющая в себе электронную почту (ЭП), БД и различные сервисные решения для большинства информационных задач (пакетная и диалоговая работа с ЭП, посылка сообщений, документов и т.п. индивидуальному адресату, группе абонентов, на доску объявлений или в другие почтовые системы). Система "1С: ЭП" — это не только почта. Имеется широкий набор интегрируемых подсистем и функций, которые существенно расширяют возможности абонентов: доступ к БД (правовым, личным, офисным, отраслевым, общегосударственным и др.), диалоговый режим работы с ними и с почтовым ящиком, шлюз (средства и процедуры специального входа) в сеть "Релком". Кроме того, система проста в установке и удобна в эксплуатации и т.п. К примеру, она позволяет разослать за ночь в автоматическом режиме без участия человека **1000** факсов различным адресатам.

Пользователи могут подключаться и к сети самой фирмы "1С" и использовать огромные базы данных оперативно обновляемой правовой и коммерческой информации. Отличительной особен-

ностью этих баз данных является то, что способы работы с ними ориентированы на пользователей, слабо разбирающихся в компьютерной технике.

Пакет "1С: Торговля" представляет собой гибкую универсальную систему автоматизации учета в торговле, складском хозяйстве и смежных областях деятельности предприятия. Пакет создан на базе новой технологии фирмы и первым из российских программных продуктов прошел жесткое тестирование, получив от корпорации Microsoft логотип "Разработан для Windows 95". Пользователи могут быстро расширять возможности работы (учет комплектации изделий/заказов, услуг и издержек обращения, выписка доверенностей, работа со счетами-фактурами и др.) без изменения программы. Есть возможность подключения торгового оборудования (сканеров штрих-кодов, недорогих отечественных кассовых аппаратов).

Программа "1С: АФС" представляет собой специальную версию программы "Анализ финансового состояния предприятий", разработанную фирмой ИНЭК специально для семейства бухгалтерских программ "1С". Исходной информацией для анализа служат данные годовой, квартальной или месячной бухгалтерской отчетности предприятий любой организационно-правовой формы, включая предприятия с иностранным участием. Программа рассчитывает свыше 90 **показателей**, автоматически формирует аналитический **баланс-нетто**, освобожденный от статей, искажающих реальное финансовое состояние предприятия. Встроенная графика позволяет наглядно представить динамику данных или данные на определенную дату.

Система программ "1С: Предприятие" предназначена для комплексной автоматизации экономической деятельности предприятий различных направлений деятельности и форм собственности. Она позволяет организовать в единой системе эффективный бухгалтерский, кадровый, оперативный торговый учет, а также расчет заработной платы.

В данную поставку входят компоненты "Бухгалтерский учет", "Оперативный учет" и "Расчет", работающие в единой конфигурации.

Компонент "*Расчет*" предназначен для расчета заработной платы и ведения кадрового учета и обеспечивает: автоматизацию расчета начислений и удержаний по любым алгоритмам; проведение расчетов "задним" числом; формирование расчетных

листочков любого вида; расчеты как индивидуальных, так и групповых начислений типа бригадных нарядов; формирование платежных ведомостей с упорядочиванием информации по разным критериям с разбиением ее по категориям, подразделениям и другим признакам; расчет больничных листов, отпусков, оплаты по среднему заработку на основе данных за прошлые расчетные периоды; полный расчет заработной платы как по месячному, так и по недельному циклу; стандартные отчеты для налоговой инспекции и Пенсионного фонда РФ; ведение штатного расписания предприятия; распределение задачи ввода исходной информации и расчета между кадровиком и расчетчиком; статистическая информация по сотрудникам предприятия; фиксация кадровых перемещений сотрудников и их продвижения по службе; создание отчетов по кадровым перемещениям сотрудников и их продвижению по службе.

1С: Предприятие 7.7 (сетевая версия). Данный продукт предназначен для одновременной работы нескольких пользователей в единой информационной базе.

1С: Предприятие 7.7 + MS SQL Server 7.0 (5 пользователей). Основное отличие данного продукта состоит в том, что он обеспечивает возможность хранения таблиц базы данных на специализированном сервере (MS SQL Server 7.0), в результате чего можно достичь большей надежности хранения данных, свести к минимуму риск их повреждения или потери в случае возникновения неполадок в работе компьютерной сети, аварий источников питания и т.п., а также уменьшить простои системы, вызванные упомянутыми причинами. Кроме того, при одновременной работе большого числа пользователей с большими объемами данных улучшаются показатели производительности системы.

В комплект поставки входит также информационная база **"1С: Гарант-Правовая поддержка"**, издаваемая совместно фирмами "1С" и "Гарант-Сервис" и интегрированная с "1С: Предприятием 7.7". Это подразумевает контекстно-зависимую систему помощи для бухгалтера и специальный справочник нормативных актов, т.е. на любом этапе работы пользователь может просмотреть правовые документы, касающиеся конкретной хозяйственной операции.

"Интеллект-Сервис". Спектр и качество продукции этой фирмы, комплексный подход к проблемам удовлетворяют запросы и самых малых, и средних фирм (программы *БЭМБИ+*, *БЭСТ*), и

крупных компаний (*БЭСТ-3*, *БЭСТ-4*). Среди пользователей программных средств этой фирмы торговые и страховые компании, промышленные предприятия и строительные фирмы, бюджетные организации, издательства, инвестиционные компании, фонды и др. Сейчас активно развивается направление, связанное с предприятиями общественного питания. Но наибольший удельный вес среди пользователей программ фирмы приходится на торговые организации [26].

БЭСТ — это комплексная система автоматизации оперативного и бухгалтерского учета. Гибкая технология автоматизированного учета позволяет объединить в **единой** системе специализированный программный продукт, компьютерную сеть, кассовые аппараты, **устройства** считывания штрих-кодов и другое оборудование.

Система БЭСТ-3 отличается мощным аналитическим учетом, универсальностью, простотой освоения и удобством работы, настраиваемостью и **гибкостью**. отличной документированностью и хорошим уровнем автоматизации. Используемый в системе подход работы "от **документа**" дает возможность пользователям вести свои операции в естественном, привычном для них режиме, обрабатывая первичные документы, а фирме позволяет просто и быстро вводить модули с новыми функциональными возможностями. Так, для организаций, осуществляющих торговые операции, в систему включены соответствующие модули учета и движения товарно-материальных ценностей и готовой продукции (ГП) на складах; модули управления продажами, анализа движения товаров и ГП. их прибыльности. Для предприятий розничной торговли обеспечивается связь с электронными кассовыми аппаратами торговых залов и др.

По группе предприятий, фирм, осуществляющих совместную деятельность, могут быть получены сводная финансовая отчетность и объединенный баланс.

Для крупных предприятий может поставяться специальная сетевая версия систем, работающая в архитектуре "клиент-сервер" с сервером БД xBase-типа, повышающая надежность обработки и хранения данных и скорость работы программы. В ней реализованы такие возможности, как ведение многоуровневого аналитического учета; возможность выбора различных форм учета, ориентированных на применение в хозяйственно-коммерческой сфере деятельности или бюджетных организациях; одновре-

менное использование до четырех видов прайс-листов с различными отпускными ценами (оптовыми, розничными и т.п.), резервирование товаров и ГП, возможность применения нескольких единиц измерения для одной номенклатуры; ведение карточек, наличие справочника типовых операций и автоматическое формирование проводок, сохранение связи документов с операциями и проводками, возможность автоматического пересчета данных при необходимости корректировки БД прошлых отчетных периодов. Система БЭСТ-3 имеет генератор отчетов, возможность формирования большого количества различных встроенных отчетных форм (около 300 видов) и наглядного представления данных в графическом виде; возможность обмена данными с банковскими системами расчета фактической себестоимости расходных материалов методами FIFO, **LIFO**, средних цен, возможность анализа финансового состояния и др.

БЭСТ-4 — развитие системы БЭСТ-3. В отличие от предыдущих программных комплексов БЭСТ-4 поставляется в двух вариантах: в конфигурации "файл-сервер" и конфигурации "клиент-сервер". Применение конфигурации "клиент-сервер" рекомендуется для организаций с числом рабочих мест более десяти. При этом значительно повышаются характеристики целостности баз данных при увеличении быстродействия их обработки.

Для эксплуатации системы БЭСТ-4 требуются рабочие станции с такими же техническими характеристиками, как и для системы БЭСТ-3. Допускается использование различных операционных систем: MS DOS, Windows 3-хх, Windows 95, Windows NT. В архитектуре "файл-сервер" программа может **эксплуатироваться** в локальных сетях на базе Windows 95, Windows NT, Nowell Net Ware и т.п.

Система БЭСТ-4 отличается развитыми функциями учета движения товаров на складе и в торговом зале, обеспечивает работу со счетами-фактурами и автоматические партионный учет и продажу товаров комплектами. В то же время поддерживаются и все прочие разделы бухгалтерского учета: расчет зарплаты, учет основных средств, материалов (малоценных и быстроизнашивающихся предметов), **работа** с расчетными и валютными счетами в банке, формирование баланса и документов публичной отчетности и **т.д.**

Руководителю система предоставляет широкие возможности по оперативному контролю и управлению магазином. Например,

она позволяет оперативно определить номенклатуру товаров, пользующихся наибольшим спросом, выяснить, сколько их осталось в наличии и у какого поставщика наиболее выгодно закупить очередную партию этого товара.

В отличие от БЭСТ-3 система БЭСТ-4 дополнена многими возможностями и режимами. Введен полноценный бухгалтерский учет по забалансовым счетам. На забалансовых счетах, так же как и на остальных счетах, может быть открыт аналитический учет, получены любые отчеты и справки. Создан новый АРМ "Управление закупками", предоставляющий пользователю множество дополнительных возможностей. Ведется реестр счетов кредиторов. Можно выписывать счета в валюте и отслеживать взаиморасчеты даже в том случае, если платежи проводятся в рублях. К счетам кредиторов "привязаны" товарные документы поставщиков и подрядчиков — счета-фактуры. При вводе счетов-фактур поддерживаются справочники товаров, материалов и услуг. На основе реестра счетов-фактур формируются отчеты по книге покупок. На основе счета-фактуры можно автоматически формировать документы оприходования запасов (товаров, материалов) на складах. При этом предусмотрена возможность неполного оприходования — пользователь сможет указать количество брака и недостачи в поставке и автоматически генерировать соответствующие проводки.

Введены новые возможности в АРМ "Товары. Готовая продукция". Счет-фактуру можно автоматически сформировать и на основе документа складского учета на реализацию товара. Во всех блоках складского учета предусмотрена возможность ведения партионного учета запасов на складе. Для партионного учета предусматривается ведение параллельного учета как в национальной валюте, так и в валюте поставки. Обеспечивается списание себестоимости по средним ценам на уровне номенклатурного номера.

В АРМ "Торговый зал" появилась возможность ведения для каждого магазина своего прайс-листа. Можно построить отчеты за каждую дату в тех ценах, в которых реально и продавался товар. В системе БЭСТ пользователь имеет возможность учитывать один и тот же товар на разных счетах учета. Для пользователей, ведущих одновременно учет товаров на складе и в магазине, предусматривается разделение учета: по фактическим ценам — на складе и по учетным (по ценам реализации) — в розничной торговле.

Специальная программа "Финансовый анализ" обеспечивает оперативный анализ товарных потоков и издержек обращения. Руководитель получает мощный инструмент, позволяющий проанализировать оптимальность состава запасов товаров, их количества и периодичность пополнения, выявить группы наиболее прибыльных товаров, оценить тенденции изменения прибыли в зависимости от различных факторов (например, от изменения цены, себестоимости закупок). Программа предоставляет возможность оценить динамику издержек обращения в сравнении с динамикой товарооборота, определить резервы по сокращению этих издержек.

Система "БЭСТ-ОФИС" предназначена для ведения оперативного и бухгалтерского учета на предприятиях малого бизнеса. Программа ориентирована именно на управление и позволяет перейти от интуитивного подхода при ведении дел к регулярному менеджменту. Это поможет снизить издержки, увеличить объемы продаж и в конечном итоге повысить прибыльность предприятия. Система позволяет:

- полностью контролировать финансовые потоки;
- управлять товарными запасами предприятия;
- регулировать отношения с бизнес- партнерами;
- формировать необходимую бухгалтерскую и налоговую отчетность.

Ниже представлен состав подсистем **"БЭСТ-ОФИС"**.

Учет кадров

- учет организационной структуры предприятия;
- ведение карточек персонального учета;
- регистрация данных о движении по службе;
- фотоархив работников;
- телефонная и адресная книги;
- печать индивидуальных карточек по форме Т-2.

Учет финансов:

- учет наличия и движения денежных средств в кассах и на банковских счетах предприятия;
- формирование кассовых и банковских документов;
- анализ финансовых потоков по видам поступлений и платежей;
- создание проводок по платежным документам;
- подготовка отчетов по кассовым и банковским операциям (кассовая книга и др.).

Учет взаиморасчетов:

- ведение картотеки расчетов с партнерами;
- контроль дебиторской и кредиторской задолженности по сделкам и по партнеру в целом;
- сведение расчетов в любой денежной единице;
- начисление и списание обязательств;
- проведение взаимозачетов.

Управление закупками:

- ведение договоров и счетов на закупку товарно-материальных ценностей и приобретение услуг;
- ведение договоров консигнации и контроль взаиморасчетов с консигнантами;
- оформление товарных и платежных документов на основе договоров и счетов;
- отчеты по сделкам закупки.

Управление **запасами**:

- оперативный контроль наличия и движения товарных запасов;
- поддержка произвольного количества мест хранения;
- автоматический партионный учет;
- контроль сроков годности партий товара;
- учет товаров по их владельцам;
- оформление документов товародвижения;
- бухгалтерский учет запасов с применением метода сплошной идентификации (по себестоимости единицы);
- подготовка отчетов по состоянию и движению запасов.

Управление продажами:

- оформление договоров и счетов на продажу в любых валютах;
- ведение договоров о передаче товара на консигнацию;
- ведение прејскурантов;
- анализ продаж в различных аспектах.

Налоговый учет:

- ведение картотеки налогов;
- ведение реестра моделей налогообложения;
- гибкая настройка алгоритмов расчета налогов;
- оформление документов по начислению и перечислению налоговых платежей;
- контроль задолженности перед бюджетом и внебюджетными фондами;

- автоматизированное формирование счетов-фактур;
- ведение книги покупок и книги продаж;
- подготовка внешней отчетности предприятия.

Бухгалтерский учет:

- поддержка многоуровневого аналитического учета;
- создание проводок по первичным документам;
- использование **шаблонов** проводок при контировке доку-

ментов;

- ведение реестра проводок;
- оперативный расчет оборотно-сальдового баланса;
- подготовка внутренней бухгалтерской отчетности.

Учет заработной платы:

- ведение лицевых счетов сотрудников;
- расчет стандартных начислений и удержаний;
- настройка алгоритмов расчета;
- формирование расчетной ведомости и обработка расчетных

листочков;

- расчет начислений в бюджет и во внебюджетные фонды;
- создание бухгалтерских проводок;
- подготовка отчетов по оплате труда и доходам сотрудников.

Учет имущества:

- оформление документов движения основных средств;
- **ведение** картотеки учета объектов;
- начисление амортизации, в том числе и с учетом пробега

автотранспорта;

- создание необходимых бухгалтерских проводок;
- отчеты по состоянию и движению основных средств.

Система реализована средствами MS Visual Studio 6.0, в качестве СУБД используется MS Access 2000.

Инфософт. Эта фирма успешно работает в промышленной сфере, предлагает широкий спектр программных средств, в том числе с исходными текстами: бухгалтерские системы, программные комплексы для автоматизации управления предприятиями, строительными организациями, программы для бюджетных организаций и др.

Программа "Многовалютная финансовая бухгалтерия" предлагается для небольших фирм, только постигающих азы автоматизации учета. Это недорогая программа, снабженная доходчиво составленным учебным пособием "Финансовая бухгалтерия". Она работает во многих организациях.

"Интегратор" — новая многопользовательская сетевая бухгалтерская **система**, вобравшая в себя последние достижения фирмы. "Интегратор" — многопользовательская компьютерная бухгалтерия, программный **продукт** нового поколения, отвечающий современным требованиям. Эта система изначально проектировалась как сетевая, она построена в архитектуре "клиент-сервер" и предназначена не только для предприятий, впервые приступающих к **автоматизации**, но и для **ТСХ**, кто не удовлетворен результатами работающих у них компьютерных комплексов [27].

"Интегратор" содержит все необходимые средства для автоматизации бухгалтерского учета предприятия, обеспечивает полноту функций и требуемый уровень детализации учета на каждом участке. Система строится в единой информационной среде, где все пользователи имеют доступ к общей информации в режиме реального времени: новые или измененные данные, введенные на одном рабочем **месте**, сразу же могут использоваться персоналом, работающим на других компьютерах.

Программа поддерживает сложившееся на предприятии разделение бухгалтерии на участки учета, имеет средство разграничения доступа к информации, поддерживает суверенность и ответственность каждого исполнителя, устанавливает необходимые **взаимосвязи** для обмена **данными**, обеспечивает согласованную работу бухгалтеров, обладает средствами гибкой настройки входных и выходных **документов**, автоматизирует процедуры формирования проводок и выполнение расчетов на основе использования типовых хозяйственных операций.

Пользователь самостоятельно может определить количество и названия участков учета, удалить из базовой поставки одни участки и ввести новые, организовать на каждом из участков любое количество рабочих мест. На реальных объектах, эксплуатирующих **систему**, можно **встретить** настройку как на десятки участков учета, что характерно для больших предприятий, так и на одно-два рабочих места, что вполне достаточно для небольших фирм.

"Интегратор" обеспечивает **суверенность** работы персонала: каждый бухгалтер отвечает за достоверность информации по счетам своего участка. Когда бухгалтер вводит в компьютер хозяйственные операции, сальдо и обороты пересчитываются только по тем счетам, которые относятся к его участку. Проводки вводимой операции, затрагивающие счета других участков, остаются

отложенными до тех пор, пока их не подтвердят бухгалтеры смежных участков. В системе применен удобный механизм обработки спорных ситуаций, что создает хорошие условия для обеспечения согласованной работы большого количества бухгалтеров.

В части аналитического учета для каждого балансового счета пользователь устанавливает требуемый уровень "глубины аналитики. Например, для материальных ценностей и товаров можно установить ведение натурального и стоимостного учета по складам и материально ответственным лицам; для взаиморасчетов — ведение учета по организациям и договорам и т.д. В системе предусмотрена возможность ввода новых аналитических параметров и показателей, не **включенных** в базовую поставку.

Система обеспечивает автоматическое формирование проводок и выполнение расчетов на основе использования типовых хозяйственных операций, которые можно настроить на необходимую учетную политику предприятия. Есть возможность включения в типовые хозяйственные операции любого количества проводок, в том числе циклически повторяющихся. При создании новой типовой операции используются маски ввода для копирования повторяющейся в проводках аналитики, а также разнообразные типовые алгоритмы расчетов. Существуют средства создания новых алгоритмов. "Интегратор" позволяет модифицировать старые и создавать новые входные формы и выходные документы с помощью генератора отчетов.

Очень существенно и то, что версия 3.0 системы позволяет работать не только "от операции", но и "от документа". Причем пользователь может создавать любые собственные формы документов, устанавливать технологическую последовательность их обработки, настраивать систему на автоматическое формирование проводок. А это значит, что с помощью "Интегратора" можно теперь автоматизировать не только работу бухгалтерии, но и других служб, которые не имеют прямого отношения к бухгалтерским проводкам, таких, например, как финансовый отдел или отдел сбыта.

Для небольших фирм, где бухгалтерский учет ведут один-два бухгалтера, фирма "Инфософт" предлагает однопользовательский (несетевой) вариант системы "Интегратор". Он содержит практически те же функции и возможности, что и сетевой вариант, но работает на одном компьютере. Однопользовательский "Интегратор" прост в эксплуатации, имеет невысокую стоимость.

КОМТЕХ+. Эта фирма известна сетевой версией комплексной системы и ее различными вариациями поставок: бухгалтерская система, склад и анализ финансовой деятельности.

Основные отличия системы: гибкость настройки, автоматизация ведения многих трудоемких процессов и операций, наличие удобных механизмов распределения и анализа информации и др. В частности, пользователь может самостоятельно определить реквизиты - поля номенклатурного справочника; особенности формирования учетной или отпускной цены, состава и способов расчета реквизитов приходных и расходных документов; алгоритма автоматического распределения сумм, формирования новых проводок в журнале хозяйственных операций с пообъектным распределением сумм и др. Эта технология и возможности ПС позволяют бухгалтеру отобрать необходимые проводки, объединить по заданному признаку, распределить указанную или рассчитанную сумму пропорционально удельным весам сумм проводок.

Задачу контроля взаиморасчетов с контрагентами, как правило, вызывающих трудности при формировании финансовых результатов, помогает решать соответствующий модуль, предоставляющий необходимую аналитическую информацию для пользователей.

Модуль "Калькуляция изделий в производстве" обеспечивает эффективное решение задач, где требуется определение себестоимости изделий на основе цен входящих в них комплектующих. Большая потребность в решении так называемых калькуляционных задач обычно характерна для общепита, однако необходимость в автоматизации подобного типа задач имеется и в промышленности, и в строительстве, и т.п.

Очень удобен механизм проведения групповых операций, что существенно облегчает и ускоряет работу пользователя; такое, к сожалению, нечасто можно встретить в бухгалтерских программах.

ХАКЕРС ДИЗАЙН. Принципиальным отличием сетевой системы "*Финансы без проблем*" этой фирмы от других разработок является то, что специалисты отказались от использования стандартных SQL-серверов и создали специализированный "бухгалтерский" сервер. Данный подход позволил реализовать технологию сетевой обработки данных, в максимальной степени ориентированную на специфику решения бухгалтерских задач средствами программы. Если использование SQL-серверов в об-

шем виде предполагает обработку низкоуровневых транзакций (отдельных проводок), то в системе "Финансы без проблем" минимальной единицей обмена с сервером является не проводка, а операция, которая в общем случае представляет не одну, а множество проводок.

Система "Финансы без проблем" (программа-сервер) поставляется для сетевых сред Novell Netware (NLM), Windows for Work groups, Windows NT; может быть также поставлена версия сервера для OS/2 или UNIX; программы-клиенты реализованы для MS DOS, Windows и OS/2.

Оригинальными элементами сервиса сетевой версии являются: блок-схема на экране сервера, наглядно отображающая основные составляющие системы, процессы, происходящие в ней, и текущее состояние системы; статистический модуль, регистрирующий время выполнения основных процессов, и т.п.

Сервер "помнит" помесячные параметры всех счетов (в пределах года). Добавление очередной операции вызывает автоматический пересчет состояния счетов. В связи с этим корректировка уже введенных операций может быть проведена либо сторнированием, либо с помощью специального запроса.

АйТи. Это одна из немногих отечественных фирм, работающих в классе заказных финансовых систем в архитектуре "клиент-сервер" и имеющих опыт реализации более 200 проектов различной сложности на базе собственной разработки *"Бухгалтерская офисная сетевая система"* (БОСС). Основная линия фирмы — комплексная автоматизация предприятий среднего масштаба и разработка систем "под ключ".

Программный комплекс содержит необходимый набор модулей для автоматизации бухгалтерского учета и управления предприятием. Отличие БОСС состоит в том, что для каждого заказчика создается свой программный продукт, учитывающий его специфику и пожелания.

Галактика. Эта российско-белорусская корпорация разработала одноименную корпоративную систему, успешно эксплуатирующуюся на сотнях средних и крупных предприятий России и ближнего зарубежья [4]. Среди них торговые предприятия, предприятия сферы услуг, а также различных отраслей промышленности: машиностроительные, горнодобывающие, металлургические, нефтеперерабатывающие и многие другие. Отличительной особенностью системы *"Галактика"* является комплексный

подход к проблеме автоматизации, охватывающий все сферы управления современным предприятием, включая финансовое и хозяйственное планирование, управление кадрами, бухгалтерский учет, оперативное управление и др.

Концептуальная модель системы базируется на тщательно проработанной технологии компьютерного ведения бухгалтерского и оперативного учета, легко адаптируется под специфику различных типов предприятий. В основу архитектурного построения системы "Галактика" заложен принцип разделения комплексной системы автоматизации на ряд взаимосвязанных контуров — "Бухгалтерский учет", "Административное управление" и "Оперативное управление", "Управление автотранспортом", "Розничная торговля". **Рассмотрим** назначение некоторых контуров.

Назначение контура "Бухгалтерский учет" понятно из его названия — с его помощью осуществляют обработку данных первичного учета и формируют всю необходимую финансовую отчетность предприятия. В этот же контур включен модуль по расчету заработной платы.

Контур "Административное управление" решает задачи финансового и хозяйственного планирования, учета и управления кадрами, организации электронного документооборота предприятия и т.п. В состав контура входят также модули управления маркетингом и анализа финансовой и хозяйственной деятельности.

Контур "Оперативное управление" предназначен в первую очередь для решения задач учета наличия и движения товарно-материальных ценностей, включая управление материально-техническим снабжением и реализацией, а также для контроля взаиморасчетов с поставщиками и покупателями в соответствии с заключенными с ними договорами.

В системе "Галактика" имеется контур "Управление производством", ориентированный на решение задач управления производственным процессом. Рассмотрим более подробно основные модули этого контура и их функциональные возможности.

Модуль "Технико-экономическое планирование" (ТЭП) является центральным в контуре "Управление производством". Основное назначение модуля — автоматизация формирования плана производства и производственных программ, расчет потребностей в материальных и трудовых ресурсах, калькуляция плановой себестоимости выпускаемой продукции. Отличительная особенность данного модуля — возможность его адаптации,

осуществляемой на уровне настройки программы, к различным типам предприятий и методам планирования. Например, план производства можно составлять на основе результатов прошлого года, по сумме договоров на поставку продукции, по сумме производственных заказов и т.п. Производственная программа по цехам может формироваться (с учетом незавершенного производства) либо на основе плана производства, либо по сумме производственных заказов. Как и большинство модулей, модуль ТЭП может использоваться в составе комплекса "Галактика" и автономно.

Важнейшей задачей, решаемой модулем, является расчет плановой себестоимости производства в целом и отдельных изделий. Расчет основывается на нормах расхода материалов и трудовых затрат на изготовление продукции с учетом планово-учетных или средних за месяц цен на материалы и тарифных ставок оплаты труда. И наконец, имеется возможность расчета плановых отпускных цен на готовую продукцию на основе рассчитанной плановой себестоимости.

Модуль "Учет затрат на производство" позволяет произвести расчет фактических затрат на производство по итогам деятельности предприятия за отчетный период и анализировать отклонения фактической себестоимости от ее плановых показателей. Практически вся необходимая для расчетов информация (в частности, о прямых и косвенных затратах) поступает из модуля "Технико-экономическое планирование" и из контура "Бухгалтерский учет".

Учет фактического выпуска готовой продукции и полуфабрикатов осуществляется на основе данных по соответствующим складским данным. Калькуляция может вестись как по предприятию в целом, так и по структурным подразделениям. Имеется возможность расчета фактической себестоимости отдельных изделий и производственных заказов.

Специальный модуль "Техническая подготовка производства" позволяет автоматизировать решение задач, связанных с конструкторской и технологической подготовкой производства. Модуль необходим как при освоении серийного производства изделий, так и при подготовке единичных производственных заказов. Для автоматизации формирования конструкторской документации в стандарте ЕСКД ведется база данных по номенклатуре выпускаемых изделий.

Технологическая подготовка производства в стандартах **ЕСКД** предполагает описание последовательности изготовления изделий на уровне видов работ, технологических операций и переходов. При этом можно производить расчет потребности в материалах, трудовых ресурсах, **оборудовании**, оснастке и инструменте практически в любых разрезах: **предприятия**, подразделения, изделия, группы продукции, заказа и т.п.

В первую очередь модуль ориентирован на предприятия машиностроительного профиля, однако гибкость настройки позволяет эффективно использовать его и на других типах предприятий.

Модуль "Оперативное управление производством" предназначен для работников планово-диспетчерских служб предприятия. Он позволяет контролировать ход выполнения производственной программы, следить за движением материальных потоков по цехам производства (на уровне маршрутных карт, листов и т.п.), а также осуществлять детальный учет незавершенного производства.

Центр информационных технологий "Ост-Ин". В 1996 г. Центр представил на рынок *Корпоративную информационную систему КхЗ*, отвечающую задачам производственной системы, ориентированной на нужды заказчика.

КхЗ — комплексная система управления корпорацией, созданная с учетом изменяющихся технологий, рынков и деловой практики. Система дает возможность разработать собственную информационную стратегию, эффективно решающую задачи пользователя. Система построена на технологии открытых систем, что позволяет выбрать оптимальную комбинацию модулей для построения необходимой информационной среды предприятия.

Система "**КхЗ**" решает задачи комплексной автоматизации всех бизнес-процессов крупных организаций, имеет архитектуру "клиент-сервер", в качестве СУБД используется **Oracle7** Enterprise Server (Workgroup Server) или **Oracle8** Server Enterprise Edition (Workgroup Edition), для клиентской части — Windows 95, Windows NT.

Прикладная часть создана при помощи Oracle CASE-средств Designer/2000 и Developer/2000, которые обеспечивают полный цикл разработки сложных систем: от моделирования и перестройки бизнес-процессов на предприятии до получения функционально завершенных программ. В качестве инструмента для проведе-

ния анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия применена технология многомерного анализа OLAP (on-line analytical processing) на базе Oracle Express.

Система "КхЗ" представляет собой ряд модулей программного обеспечения "клиент-сервер", которые поддерживают широкий спектр процессов, позволяющих соединить в одно **целое** множество управленческих задач: производственных, сбыта, снабжения, бухгалтерского учета, учета затрат (управленческий учет) и др.

Система динамично развивается и продолжает совершенствоваться.

Корпорация Oracle. Основным финансовым продуктом этой фирмы является *Финансово-аналитическая система "Oracle Financial Analyzer" (OFA)*. Система OFA — признанный инструмент для формирования финансовой отчетности, проведения детального финансового анализа, ведения бюджета, финансового планирования и прогнозирования.

Благодаря объединению централизованного хранилища финансовой информации с мощным аналитическим инструментарием система позволяет организации достичь максимальной эффективности в управлении финансовыми потоками и их производными (ценовая политика, контроль затрат, анализ эффективности и т.д.) при составлении исчерпывающих финансовых отчетов и разработке предельно приближенных к реальности финансовых моделей, в оценке возможностей и формировании будущей стратегии.

Среди решаемых с помощью системы **OFA** задач необходимо отметить следующие:

- создание, изменение, обработка, пересылка бюджетов, прогнозируемых финансовых моделей;
- быстрое и эффективное решение "горячих" вопросов управления финансовыми потоками;
- выявление и обработка информации по различным "профит-центрам";
- разделение и систематизация информации по произвольным критериям;
- составление бюджета любого **уровня** сложности с использованием оперативной финансовой информации из единого информационного хранилища;
- поддержка обмена финансовыми данными с модулем ведения бухгалтерской отчетности "General Ledger", наличие обратной **связи**.

Основные возможности системы OFA:

- *разграничение доступа к данным* — система поддерживает хранение единой финансовой информации в центральном информационном хранилище и проверяет наличие прав доступа к информации, которая требуется пользователю;

- *адаптируемые экономические модели* — гибкая организация экономических моделей и информации, являющихся результатом работы системы **OFA**, позволяет мгновенно отразить оперативные изменения приоритетов в деятельности или организационной структуре объекта моделирования;

- *распространяемое бюджетирование и прогнозирование* — **OFA** предельно облегчает проведение процедур составления бюджета, прогнозов, **обзоров**, их создания, изменения, обмена данными с другими информационными модулями. Результаты работы **OFA** будут очень точно отвечать целям составления бюджета как на достаточно длинные, так и на малые временные периоды;

- *ясные и доступные отчеты, глубокий анализ* — многомерные модели данных, обрабатываемые **OFA**, дают возможность пользователю выбрать необходимую информацию, используя произвольные комбинации ключевых параметров ("куб данных") — линейное **подчинение**, последовательность временных интервалов, последовательность производимых продуктов, географическое подразделение, принадлежность к различным ценовым категориям и т.д.;

- *функциональные связи между таблицами и внутри них* — **OFA** напрямую соединяется с таблицами внутриотраслевых стандартов, и таким образом пользователь отслеживает данные и составляет отчеты по данным системы **OFA** прямо из этих таблиц. Этот доступ обеспечивается таким мощным средством управления многомерными базами **данных**, как **Selector**, входящим в инструментарий таблиц;

- *гибкий доступ к новым данным* — позволяет легко загружать и выгружать данные из Главной книги, таблиц, реляционных баз данных и других операционных систем, используя расширенные возможности чтения и трансформации информационных файлов Oracle Financial Analyzer;

- *единое информационное пространство с Главной книгой* — документы, подготовленные и обрабатываемые системой **OFA**, полностью интегрируются с Главной книгой. Данная интеграция позволяет избежать повторный ввод данных и тем самым

обеспечивает наиболее эффективное функционирование системы управления финансовыми потоками. Информация, обрабатываемая в Главной книге (Oracle General Ledger), в точности соответствует иерархическим структурам и размерностям, используемым при обработке соответствующих документов системой **OFA**;

- *средства графической обработки информации* — **OFA** использует знакомый графический интерфейс, который предоставляет легкий и быстрый доступ к мощному аналитическому инструментарию. Специальные Мастера системы, такие, как Selector, обеспечивают качественный анализ по характерным параметрам и анализ по методу "от противного". Отчеты же имеют знакомый пользователю внешний вид и функционально похожи на электронные таблицы.

Компания "Про-Инвест-ИТ". Программный комплекс *"Project Expert"* — это набор профессиональных инструментов для финансового управления бизнесом, для планирования и анализа инвестиционных проектов, подготовки бизнес-планов и оценки стоимости компании. Комплекс "Project Expert" позволяет описать деятельность практически любого предприятия независимо от его размера и отраслевой принадлежности.

С помощью этого программного комплекса можно:

- построить финансовую модель предприятия и окружения, в котором оно работает;
- оценить и проанализировать последствия и результаты планируемых решений, не производя реальных затрат;
- сравнить на основе сценарного подхода решения между собой и выбрать для реализации наиболее эффективное решение;
- определить устойчивость бизнеса к изменениям параметров внешней и внутренней среды;
- рассчитать стоимость бизнеса и доходы его участников;
- определить эффективность работы подразделений, вклад каждого продукта или услуги и др.

В результате составляется стратегический план развития компании. В ходе его реализации можно ввести фактические данные, оперативно рассчитать расхождения от плана и оценить последствия этих расхождений.

При этом используются данные бухгалтерской отчетности, результаты представлены в соответствии с международными стандартами бухгалтерского учета, при расчете применяется методика, рекомендованная Международным банком развития.

В зависимости от целей и потребностей из семейства "Project Expert" можно выбрать программный продукт с подходящим набором функциональных свойств и по мере развития решаемых задач наращивать мощь используемых финансовых инструментов.

Project Expert Micro (PE Micro) позволит быстро и качественно провести обобщенный экспресс-анализ бизнес-идеи, определить потребности в финансировании и подобрать подходящую схему финансирования, получить все данные для финансового раздела бизнес-плана, освоить методы финансового моделирования и анализа.

С помощью программного комплекса "PE Micro" можно:

- кратко описать проект, указать его начало и длительность, ввести список производимых в будущем продуктов или услуг;
- выбрать две валюты проекта, указать их курсовое соотношение, учесть при расчетах ставки дисконтирования по ним и указать их изменения на период действия проекта;
- для каждой валюты проекта указать на время действия проекта инфляцию по различным объектам (**сбыт**, издержки, недвижимость и т.п.);
- описать налоговое окружение и его возможное изменение во время действия проекта;
- построить календарный план проекта в виде списка работ, указав для **каждой** начало, продолжительность и стоимость; каждую работу плана отнести к соответствующему активу и указать параметры линейной амортизации и порядок отнесения их на издержки;
- описать различные варианты сбыта товарной продукции, в том числе используя шаблон быстрого ввода данных, основанный на жизненном цикле продукта;
- описать прямые издержки на производство товарной продукции, в том числе в виде списка материалов и комплектующих, их расходы, порядок оплаты и потери в цикле производства, а также сдельную заработную плату, в том числе по операциям;
- описать в трех разрезах (**управление**, производство, маркетинг) общие издержки, указав их размер, периодичность и время выплат;
- определить потребность в финансировании проекта и подобрать схему финансирования в виде займов или **инвестиций**.

при этом указать схему поступления денежных средств, условия их возврата и использования;

- описать схему распределения прибыли, учесть льготы на прибыль. Описать схему формирования резервов. Определить временно свободные денежные средства и разместить их в виде инвестиций, указав сроки, условия их размещения и возврата;

- получить аналитические финансовые таблицы (Баланс, Отчет о прибылях и убытках, Кэш-фло, Отчет об использовании прибыли). Отобразить содержащуюся в них информацию в графическом виде;

- рассчитать финансовые показатели за все время действия проекта. Получить показатели эффективности инвестиций, определить их чувствительность от различных факторов внешней и внутренней среды. Составить график изменения стоимости бизнеса за время реализации проекта;

- сформировать и напечатать на различных языках (русский, английский, немецкий и т.д.) финансовые отчеты.

Project Expert Lite (PE Lite) позволяет быстро и подробно разработать инвестиционный план развития бизнеса, учесть начальное финансовое состояние предприятия, определить доходы и эффективность инвестиций для каждого участника проекта, подготовить качественное описание инвестиционного проекта.

Обладая всеми возможностями **PE Micro**, **PE Lite** дополнительно позволяет:

- по заданной структуре подготовить на нескольких языках (русском, английском, украинском) подробное текстовое описание разделов инвестиционного проекта, при необходимости передать его в систему MS Word;

- детально описать финансовое состояние компании на начало проекта, указав запасы, готовую продукцию, условия погашения (возврата) кредиторской (дебиторской) задолженности, текущие займы и их состояние, структуру акционерного капитала;

- определить начало финансового года и принципы учета запасов (FIFO, **LIFO**, по среднему);

- при описании финансового окружения учесть по валютам проекта учетные ставки, задав параметры их изменения во время действия проекта, и специфику отражения в учете выплаты процентов по займам;

- при описании календарного плана проекта учесть временные взаимосвязи между работами, назначить им ресурсы, опре-

делив их тип, количество, порядок использования, их стоимость и порядок оплаты. При описании ресурса можно задать индивидуальное описание его инфляции, а также особенности налогообложения, описать амортизацию активов по остаточному принципу или на производство конкретных продуктов или услуг, выбрать срок переоценки активов;

- учесть сезонность при сбыте продукции, детально описать условия оплаты (задержки платежей, авансовые и кредитные поставки), время и потери на сбыт, страховые запасы готовой продукции;

- вводить, кроме материалов и сдельной оплаты, дополнительно другие прямые издержки на производство продукции. При описании материалов и комплектующих учесть порядок, минимальную партию закупки, объемы и график закупки, что позволяет смоделировать складские запасы;

- отобразить особенности участия государства в финансировании проекта. При описании финансовых потоков учесть другие поступления и выплаты;

- оценить доходы и эффективность инвестиций для каждого участника проекта;

- экспортировать и импортировать данные в формате txt, dbf, trx для совместимости с электронными таблицами, базами данных и учетными системами пользователя.

Project Expert Standard (PE Standard) позволяет группе сотрудников тщательно и детально разрабатывать стратегические планы развития бизнеса, проводить статистический анализ проектов в условиях неопределенных (случайных) данных, подготавливать подробные и развернутые аналитические отчеты.

PE Standard, дополнительно к возможностям **PE Lite**, позволяет:

- существенно расширить возможности детального описания налогового **окружения** за счет использования настройки расчета налогов на основе формул, указания частных (локальных) налогов на каждый вид продукции, прямых и общих издержек, возможности указания способа списания налогов при амортизации активов;

- значительно детализировать описание инфляции за счет указания частной (локальной) инфляции на каждый вид продукции, прямых и общих издержек;

- при описании сбыта продукции учесть сезонные и скачкообразные изменения цен, скидки;

- описать работу вспомогательного производства и различные изменения основного производства. Описание графика производства позволит смоделировать работу склада готовой продукции;
- при описании закупок материалов и комплектующих учесть сезонные и скачкообразные изменения цен, скидки;
- учесть задержку платежей и сезонность при описании общих издержек;
- определять по формуле размер общих издержек и относить их на различные статьи учета, в том числе на снабжение и сбыт;
- при описании источников финансирования использовать лизинг оборудования, указывая условия лизинговых платежей, страхования и выкупа оборудования;
- провести статистический анализ устойчивости проекта для выбранного набора неопределенных данных;
- детализировать результаты в разрезе любой строки аналитических таблиц;
- формировать собственные аналитические таблицы, используя исходные данные и результаты расчетов;
- использовать импорт стартового баланса и плана сбыта соответственно из систем "Audit Expert" и "Marketing Expert";
- преобразовать подготовленные отчеты в формат HTML;
- создавать библиотеки проектов. Работать несколькими сотрудниками над одним проектом;
- обеспечить защиту проекта;
- использовать проекты, созданные в PE 5.

Project Expert Professional (PE Prof) позволяет создать систему финансового управления компанией на основе разработки стратегического финансового плана как комплекса инвестиционных проектов и контроля за его выполнением.

Возможности комплекса **"PE Prof"** значительно расширены по сравнению с системой **"PE Standard"**, что дополнительно позволяет:

- описать внутреннюю структуру компании и степень участия каждого подразделения в производстве продукции;
- разнести общие издержки и издержки подготовительного периода, а также доходы от инвестиций и другие доходы по подразделениям компании или производимой продукции;
- провести анализ деятельности подразделений компании и оценить их вклад в общий финансовый результат;
- провести анализ безубыточности для каждого вида продукции в любой период плана;

- оценить вклад каждого вида продукции в общем финансовом результате;
- осуществить контроль за ходом выполнения проекта путем ввода фактических данных о выполнении проекта и календарного плана;
- получить аналитические таблицы рассогласования фактических и плановых данных, рассчитать аналитические финансовые таблицы с учетом фактических данных;
- провести сравнительный анализ различных вариантов проекта, определить экономическую эффективность инноваций;
- провести сравнительный анализ различных проектов и выбрать подходящую структуру проектов для реализации;
- рассчитать консолидированные аналитические таблицы и показатели эффективности инвестиций по группе проектов.

Pic Holding — модификация системы "Project Expert Professional", предназначенная для создания системы финансового управления холдинговой компанией.

В дополнение к возможностям системы "**PE Prof PIC Holding**" позволяет:

- создавать и анализировать финансовую модель, описывающую деятельность нескольких предприятий, реализующих различные проекты. Одно из них распределяет финансовые ресурсы, необходимые для выполнения проектов;
- выбирать наиболее эффективную структуру проектов, обеспечивать контроль за их выполнением, своевременно принимать решения о прекращении финансирования;
- рационально организовывать работу кредитных отделов банка и инвестиционных компаний.

Project Expert Tutorial (PE Tutor) — учебная версия программы, созданная на базе ***Pic Holding***. Она упрощает процесс обучения, поскольку в систему не нужно заносить формулы и увязывать между собой значения. Понятный, гибкий, хорошо структурированный интерфейс программы позволяет практически сразу приступить к процессу обучения.

Корпорация "Epicor Software". Она входит в число десяти крупнейших фирм — производителей программного обеспечения для автоматизации предприятий и занимает устойчивое лидирующее положение на рынке программных продуктов, ориентированных на компании среднего масштаба. В настоящее время Epicor является производителем интегрированных систем для автоматиза-

ции управления всеми аспектами деятельности предприятия, включая электронную коммерцию. Основные продукты корпорации — Active Planner и Platinum SQL.

Active Planner — этот программный пакет позволяет в ходе составления бюджета предприятия проигрывать разные варианты по принципу "что, если...". Система обеспечивает комбинацию разных подходов к составлению бюджета "сверху вниз" и "снизу вверх". В результате компания получает возможность наиболее оптимальным образом строить бюджет: общие цели бюджетирования задаются на верхнем уровне исходя из стратегии компании и общих экономических прогнозов, а конкретный проект бюджета создается в подразделениях.

Пакет "Active Planner" существенно расширяет возможности электронных таблиц Excel, которые на данный момент представляют собой наиболее распространенный способ построения бюджетов. В то же время Active Planner может работать с Excel, а общение с новой системой мало чем будет отличаться от работы с этой программой, так что на обучение не придется тратить много часов. Active Planner предусматривает разные уровни доступа к данным, позволяя при необходимости ограничивать возможности менеджеров разного уровня.

Эта система позволяет упростить составление бюджета для предприятия, применяя привычные функции работы с электронными таблицами в сочетании с мощными средствами интеграции информации по всей компании.

Система поддерживает также работу с данными в режиме удаленного доступа через Интернет.

С помощью пакета "Active Planner" можно:

- создавать бюджетные таблицы на основании оперативных и исторических данных;
- просматривать их текущий статус и отслеживать внесенные изменения;
- управлять слиянием и распределением значений входящих в таблицы ячеек;
- определять права доступа пользователей к бюджетным таблицам.

Platinum SQL — полнофункциональная система финансово-управленческого учета. Она обеспечивает полную автоматизацию бухгалтерских операций, автоматизирует оперативный управленческий учет, складской учет, расчеты с поставщиками и заказчи-

ками, учет основных средств и нематериальных активов, предоставляет исчерпывающую финансовую и управленческую отчетность и многое другое.

Система "Platinum SQL" позволяет вести учет и формировать отчеты в неограниченном количестве валют. Возможна работа с несколькими курсами обмена (курс покупки, курс продажи, льготный курс, курс ЦБ РФ и т.д.). Каждая операция отражается в системе одновременно в трех валютах: валюте операции и двух независимых — национальной и управленческой (в этом качестве отечественные предприятия чаще всего используют доллары США).

Platinum SQL полностью поддерживает российские и международные стандарты бухгалтерского учета.

Благодаря развитым иерархическим межмодульным связям пользователь может при вводе и обработке данных в одном модуле оперировать **информацией**, хранимой в других модулях.

Первичной информацией для системы "Platinum SQL" является не проводка, а хозяйственная операция, которая сопровождается формированием проводок. Это позволяет вводить в систему дополнительную информацию, характеризующую каждую конкретную хозяйственную **операцию**, обеспечивая при этом автоматическое создание бухгалтерских записей, распечатку первичных документов, ведение архива операций.

Каждая операция в системе проходит две стадии: ввод и **разноску**. Неразнесенную операцию можно в любой момент удалить без сохранения в архиве. Разнесенную операцию можно только откорректировать, так как разноска данных приводит к изменениям в базах данных нескольких модулей. Platinum SQL позволяет учитывать не только **прошедшие**, но и будущие операции.

Отличительной чертой программы является параллельное ведение бухгалтерского учета неограниченного числа компаний (баз данных) с разными настройками плана счетов, используемыми валютами, системами учета основных средств, товарными единицами и системами их **классификации**, разными складами, различными поставщиками и заказчиками.

Platinum SQL формирует финансовую отчетность в соответствии с российскими и международными стандартами бухгалтерского учета. Предусмотрена возможность проведения детального аналитического учета на уровне реальных объектов и субъектов деловой активности компании.

Предусмотренная в системе функция Drill-Down позволяет при построении финансовых отчетов мгновенно получать подробную аналитическую расшифровку операций, осуществление которых привело к анализируемому финансовому результату. Процедура консолидации компаний позволяет получать консолидированные финансовые отчеты в **необходимой** для пользователя валюте и согласно выбранным стандартам учета.

Platinum SQL обладает интуитивно понятным Windows-интерфейсом. В системе возможны: настройка экранных форм с помощью Visual Form Designer (Form Editor), изменение встроенных правил и процедур с помощью Visual Basic, а также настройка запуска из внешних приложений (Microsoft Word, Microsoft Excel) с помощью OLE-интерфейса.

Опыт внедрения Platinum SQL в России показывает, что эта система может эффективно работать как в крупных корпорациях, так и в компаниях среднего размера.

Система может свободно поддерживать более ста одновременно работающих пользователей и осуществлять разноску нескольких тысяч операций в минуту.

Система "Platinum SQL" не является "коробочным" решением, она адаптируется под конкретные требования бизнеса. С помощью настроек системы можно автоматизировать деятельность предприятия практически любой отрасли, формы собственности и структуры. Пользователь может самостоятельно выполнить эти настройки в соответствии с требованиями его бизнеса. При этом знание языков программирования не требуется. С помощью специального редактора в интерактивном режиме можно добавлять, удалять или переименовывать поля, пункты меню и другие элементы пользовательского интерфейса.

Данные, получаемые с помощью системы "Platinum SQL", используются руководителями компании, бухгалтерией, отделом снабжения, планово-экономическим отделом, финансовым отделом, отделом продаж и другими подразделениями.

Устранение дублирования ввода данных экономит ресурсы и повышает эффективность управления. Все отделы и сотрудники, обладающие соответствующими полномочиями, получают доступ к необходимым данным.

Platinum SQL, как и другие продукты корпорации "Epicor Software", создавалась специально под технологии Microsoft и использует все преимущества этой платформы. Благодаря этому

система имеет интуитивно понятный интерфейс, отличается легкостью настройки и требует относительно небольших затрат на аппаратную часть и внедрение.

Финансовые данные из системы "Platinum SQL" могут быть легко конвертированы в такие популярные приложения, как Microsoft Access и Microsoft Excel.

Для работы Platinum SQL на центральном сервере должен быть установлен Microsoft SQL **Server**, а на рабочих местах пользователей — Windows NT или Windows 95/98/2000.

Внедрение Platinum SQL сопровождается оптимизацией бизнес-процессов, упорядочиванием управленческих взаимодействий внутри предприятия, налаживанием системы документооборота.

Система дает возможность быстрее принимать решения, с большей точностью учитывать имеющиеся ресурсы, эффективнее вести работу с клиентами и поставщиками, уменьшить затраты времени и средств на подготовку данных, сократить количество ошибок и в конечном итоге — повысить производительность труда.

Компания "Общероссийская сеть КонсультантПлюс". Системы **"КонсультантПлюс"** используются как опытными, так и начинающими пользователями, так как они предоставляют богатейшие возможности для поиска документов и анализа законодательства. Интуитивно понятные принципы общения с системой позволяют даже неподготовленному пользователю освоить базовые операции работы с системой после 20 мин. предварительного обучения.

Ниже кратко описаны возможности систем "КонсультантПлюс", полностью установленных на компьютере пользователя (по многим сервисным и интерфейсным параметрам эти системы существенно богаче версий систем, представленных на сервере).

Поиск документа. Поисковые возможности систем "КонсультантПлюс" позволяют найти документ или подборку документов по любым характеристикам: от официальных реквизитов документов до отдельных слов, встречающихся в текстах. Поэтому успешно работать с системой могут и юристы-профессионалы, и пользователи без специального юридического образования.

Кроме того, предусмотрена возможность одновременного использования всех видов поиска, что позволяет найти все необходимые документы.

Поиск по реквизитам документов. Этот вид поиска дает возможность найти необходимый документ (или подборку документов) по реквизитам. При проведении поиска заполняется карточ-

ка запроса, в **котором** указываются один или несколько известных пользователю реквизитов: тематика документа, вид документа, принявший орган, дата принятия, номер документа, дата регистрации в Минюсте, регистрационный номер, присвоенный в Минюсте, и название документа.

Поиск по тематике. В результате этого поиска можно найти документ по тематическому рубрикатору, составленному на основе Общеправового классификатора отраслей законодательства и имеющего четыре уровня детализации (**616** рубрик).

Интеллектуальный поиск по текстам документов. При поиске документов, наряду с их реквизитами, можно задавать любые слова и словосочетания, встречающиеся в текстах. В системы встроены специальные индексные словари, включающие все слова из текстов всех документов. Благодаря им поиск происходит практически мгновенно и пользователь застрахован от ошибок ввода при формировании запроса.

Поиск по названию. Позволяет найти необходимый документ по любым словам или словосочетаниям, встречающимся в его названии.

Поиск по ключевым словам. Вспомогательный вид поиска по выбранным специалистами "КонсультантПлюс" ключевым словам, описывающим основные понятия.

Помощь при формировании запроса. При каждом изменении или введении любого параметра поиска система мгновенно показывает количество документов, удовлетворяющих формируемому запросу. Это дает возможность понять, стоит ли дальше уточнять запрос или можно воспользоваться полученной выборкой.

Одновременный поиск документов по нескольким базам. Если у пользователя установлено несколько систем "Консультант Плюс", то поиск документов возможен в нескольких базах одновременно.

Организация поиска. Выбирая пункт меню "Поиск по нескольким базам", пользователь отмечает в специальном окне те системы "КонсультантПлюс", по которым будет проводиться одновременный поиск документов. Далее весь поиск выполняется по стандартной методике.

Методы поиска. Для проведения поиска по нескольким базам используются все стандартные методы и приемы технологии "КонсультантПлюс", включая сложный поиск по тексту (с указанием логических условий И, ИЛИ, КРОМЕ, РЯДОМ).

Представление результатов поиска. Система представляет результаты поиска в удобном структурированном виде. Найденные документы автоматически распределяются по спискам, составленным в соответствии с теми информационными массивами, по которым проводился поиск. При этом нормативные документы, консультации, справки и формы документов помещаются в отдельные списки.

Формирование собственного рабочего пространства. Пользователь может самостоятельно сформировать удобное для себя рабочее пространство, используя возможности "Консультант Плюс". Пользователь может создавать свои собственные постоянные подборки документов по какой-либо проблеме. При этом поиск возможен как по всей базе, так и по конкретным папкам. В системах реализованы операции пересечения и объединения папок документов.

Пользователи, работающие на различных компьютерах, могут обмениваться папками документов. Это позволяет организовать коллективную работу нескольких специалистов над общей проблемой.

Закладки. Закладка представляет собой выделенную строку, которую можно поставить в любом месте документа. Потом по списку закладок пользователь может моментально вернуться в выбранный им документ, в отмеченное закладкой место.

Ссылки. Расставленные в текстах документов ссылки позволяют моментально переходить в тексты документов, на которые ссылается законодатель. При этом пользователь попадает именно в ту главу, часть, параграф, статью, к которой относится ссылка.

Печать и запись в файл. Системы "КонсультантПлюс" позволяют распечатать или записать в файл текст документа любой его фрагмент, а также список документов. Печать возможна на любом принтере — матричном, струйном или лазерном.

Прямой экспорт текстов и таблиц в Microsoft Word. Перенос документов в Word осуществляется простым нажатием кнопки на панели управления системы "КонсультантПлюс". При этом происходит запуск Word и весь документ или его выделенный фрагмент копируется из системы в текстовый редактор. Если Word был ранее запущен, то копируемый текст или таблица вставляется в документ сразу за курсором.

Компания "Гарант" — одна из крупнейших российских информационных компаний. Направление деятельности — производство и поддержка компьютерной *правовой системы "Гарант"*, информационно-правовое обслуживание предприятий, **общественных** объединений и организаций. Названная система создана специально для тех, кто работает с нормативными документами и решает правовые вопросы. Это колоссальный информационный банк, охватывающий весь спектр российского законодательства и основных норм международного права. Все документы поступают в систему непосредственно из **186** органов власти и управления.

В **17** тематических базах находится правовая и экономическая информация по всем разделам законодательства. Законодательства 41 субъекта федерации **представлены** в собственных региональных базах данных. Работа с правовыми базами осуществляется в многофункциональной гипертекстовой среде с перекрестными ссылками и **мощными поисковыми возможностями**. Уникальную возможность для перевода и толкования юридических и экономических терминов предоставляют толковые словари "Бизнес и право".

Все документы представлены в действующей редакции. Перед включением в информационный банк каждый из них проходит сложную юридическую обработку. Поступление новой информации происходит ежедневно. А еженедельное обновление всего банка данных (около 2 000 документов) исключает возможность применения устаревшей информации.

Система предъявляет минимальные требования к аппаратному обеспечению. Можно приобрести базы системы для персонального компьютера, установить интранет-версию на внутренней сети компании, а также работать с правовыми базами в сети Интернет.

Разработанная компанией компьютерная правовая система *"Гарант"* представляет собой полный комплекс программ по всем отраслям российского и международного права. Высокое качество программных продуктов марки *"Гарант"* подтверждено результатами российских и международных конкурсов. Уникальный цикл юридической обработки поступающей информации позволил создать и поддерживать в действующем состоянии компьютерную модель российского законодательства.

9.3. ОРГАНИЗАЦИЯ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ БУХГАЛТЕРСКИХ ПРОГРАММ

9.3.1. ОРГАНИЗАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКИХ ПРОГРАММ

Традиционно бухгалтерский учет разделяется на участки: банковские операции, учет основных средств, складской учет и т.д. Этот подход положен в основу большей части бухгалтерских программ. Начиная работать с такой программой, вы видите на экране монитора перечень этих участков. За каждым из них в компьютере скрывается программный модуль, называемый *автоматизированное рабочее место*. В каждом таком АРМ собраны все функции соответствующего участка: в АРМ банковских операций — оформление платежных документов, регистрация выписок, формирование **журналов-ордеров**, оборотно-сальдовых ведомостей и прочих отчетных банковских документов; в АРМ учета основных средств — функции ведения картотеки, расчета износа, формирования инвентаризационных ведомостей и т.д.

Практически во всех таких программах существует и АРМ главного бухгалтера. В нем собираются все проводки из основных АРМ, формируются документы внутренней и внешней отчетности. Есть бухгалтерские программы, включающие АРМ управления продажами. В них оформляются документы, связанные с реализацией продукции, товаров и **услуг**, но бухгалтерские отчетные формы могут отсутствовать. В этом случае они выполняются в другом — бухгалтерском АРМ.

Говоря *о традиционной (классической) схеме построения бухгалтерской системы*, следует обратить особое внимание на два существенных требования. Первое из них — *полнота представления функций* в АРМ. Каждый АРМ должен обеспечивать выполнение всех функций соответствующего участка, не требуя перехода в какой-либо другой участок. Такие переходы из одного АРМ в другой отнимают много времени и отрицательно влияют на производительность труда. Второе требование касается *взаимосвязей между АРМ*. К числу систем, построенных по классическому принципу, относятся все программы "Интеллект-Сервис" (БЭМБИ, **БЭСТ**, БЭСТ-4), корпоративная система "Галактика" и многие другие.

Следующим вариантом организации бухгалтерских программ является *группировка в АРМ по классификации выполняе-*

мых действий. Так, в одном АРМ объединяются все действия по оформлению первичных документов вне зависимости от того, к какому участку учета они относятся, в другом АРМ — все операции с проводками, в третьем — все отчеты и т.д. Такое построение на первый взгляд может показаться неудобным. Однако автоматизация любой деятельности неизбежно изменяет технологию труда человека. Работа бухгалтера на ЭВМ очень сильно отличается от "ручного" ведения учета. Построение журналов-ордеров, ведомостей, отчетов принимает на себя компьютер. Задачи бухгалтерского персонала сводятся к педантичному и регулярному оформлению первичных документов, с одной стороны, и развитию аналитического учета — с другой.

В таком (*видовом*) построении системы значительную роль начинает играть механизм фильтрации (выделения). Чтобы получить информацию по счетам, нужно отфильтровать (выделить) их из списка первичных документов, а чтобы получить журнал операций по основным средствам — отфильтровать их из общего свода проводок. Фильтрация — очень удобный и эффективный инструмент, широко используемый во всех без исключения системах. Классическим примером видового построения бухгалтерской системы является "Парус".

Еще один способ построения бухгалтерских программ — это *привязка к журналу хозяйственных операций (журнальный способ)*. В такой программе вы сразу попадаете в журнал хозяйственных операций. Он как бы является гвоздем, на который нанизаны все действия. По такому принципу построены "1С" и "Турбо-Бухгалтер". Для малых предприятий эти программы оказываются очень удобными. Однако при большом объеме и разноплановости учетной информации постоянное фильтрование нужных данных становится трудоемким.

Есть системы и с *гибким механизмом построения*. Весьма показательна в этом отношении программа "Интегратор" фирмы "Инфософт". Изначально эта программа поставляется с классической схемой организации: в начальном меню (списке АРМ) — знакомые названия участков бухгалтерского учета. Вместе с тем "Интегратор" содержит *средства создания новых АРМ*. При необходимости вам предоставляется возможность создать свои, специализированные АРМ. В программе "Интегратор" можно создать несколько однотипных АРМ, каждый из которых будет достаточно независим от остальных.

Программный комплекс "Галактика?", обладающий наибольшим функциональным охватом из российских разработок, полностью реализован *на базе инструментальных средств* собственной разработки, в числе которых собственная СУБД, средства проектирования экранных форм, отчетов и возможность произвольного подключения нестандартных пользовательских процедур на языках Паскаль и Си.

Новые продукты фирмы "1С" ("1С:Торговля" и "1С:Расчет") развиваются в сторону расширения инструментальных средств на базе собственной платформы версии 7. Последняя версия программы "Турбо-Бухгалтер" заявлена как "специализированная система программирования экономических задач".

Таким образом, развитие программного обеспечения для рынка экономических программ в России в значительной степени ориентируется уже не столько на более полный функциональный охват, сколько на создание инструментов, необходимых для адаптации системы к потребностям пользователя его же собственными силами.

9.3.2. ГЛУБИНА ДЕТАЛИЗАЦИИ УЧЕТА В ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТАХ

Анализ учетных данных в полном объеме можно провести лишь в том случае, если программа имеет:

- многоуровневый бухгалтерский учет, т.е. разбиение группы аналитических признаков на подгруппы;
- многомерный бухгалтерский учет, анализ счета (группы счетов) по нескольким независимым признакам. Многие разработчики бухгалтерских программ указывают на большое количество уровней, умалчивая о том, что все уровни относятся к одному измерению, в результате чего у пользователя складывается ложное мнение, что программа очень мощная и все может;
- возможность привязать один аналитический признак к разным счетам;
- отчеты по группе счетов с общими аналитическими признаками;
- отчеты по одному аналитическому признаку по всем счетам;
- дополнительные реквизиты к аналитическим признакам (паспортные данные, банковские реквизиты, норма амортизации и т.д.).

Развитая интегрированная система должна обеспечивать ввод, обработку и хранение данных с получением выходных документов по каждому участку учета с той степенью детализации, которая необходима конкретному пользователю. В несложных программах аналитика поддерживается, как правило, сквозной, но с жестко заданной и ограниченной структурой. В специализированных функциональных программах особенности конкретных участков учета отражаются обычно с большей глубиной аналитики. Однако в комплексных системах часто недостает согласованности между аналитическими данными различных АРМ.

Отсутствие общепринятой классификации аналитических показателей приводит к их различным толкованиям. Разработчики бухгалтерских систем и пользователи понимают и интерпретируют аналитический учет по-разному. Некоторые разработчики декларируют неограниченное количество уровней, хотя подразумевается всего лишь иерархическая структура одного из показателей. При внимательном рассмотрении таких программ оказывается невозможным организовать учет материальных ценностей на нескольких складах или в разрезе нескольких материально ответственных лиц и т.п.

Рассмотрим общие принципы работы с аналитическим учетом в бухгалтерских программах. Начинающие бухгалтеры, особенно на малых предприятиях, часто не пользуются аналитическим учетом, довольствуясь только синтетическим. Чем крупнее бухгалтерия, тем больше необходимо знать о производстве, тем более серьезные требования предъявляются к аналитическому учету. Многие предприятия ведут аналитический учет по основным средствам, нематериальным активам, материалам, видам затрат, поставщикам и покупателям, товарам, подотчетным лицам и др.

Часто нужен *многоуровневый* бухгалтерский учет, когда первичные аналитические признаки объединяются в подгруппы, затем в группы и т.д. Бухгалтерские программы должны позволять вести *аналитический учет по нескольким уровням*, формировать развернутые отчеты по самому последнему уровню с промежуточными итогами по более верхним уровням, сводные отчеты по какому-либо уровню, отчеты по какой-либо группе аналитических признаков и т.д.

Некоторые разработчики объявляют субсчета к основному счету как дополнительный уровень разбивки, что некорректно, так как по субсчетам, как правило, нельзя строить такие же под-

робные и удобные отчеты, как по независимым аналитическим признакам. Кроме того, аналитический признак может относиться к разным счетам, а субсчет — нет. По аналитическим признакам можно строить отчет по группе счетов, а по субсчету, естественно, нельзя. К аналитическому признаку можно добавить дополнительные признаки, а к субсчету пока нет.

Ведение многомерного аналитического учета позволяет анализировать счет (или группу счетов) по нескольким независимым аналитическим признакам (например, по поставщикам и товарам, подотчетным лицам и инструментам и т.д.). К сожалению, такая возможность имеется далеко не во всех бухгалтерских системах. Так, программа "1С" позволяет вести до трех уровней, "Инфо-Бухгалтер" — до пяти уровней. Количество уровней в программе "Турбо-Бухгалтер" не ограничено.

Не все бухгалтерские программы могут делать такие отчеты, в которых задействованы *разные бухгалтерские счета и общая аналитика*. Более того, некоторые бухгалтерские программы не позволяют вести один и тот же аналитический учет на различных счетах. В таких системах, если аналитический признак на каких-то счетах повторяется, для каждого счета расчет по этому признаку надо выполнить заново.

Во многих бухгалтерских программах *каждой группе аналитических признаков можно присваивать различные дополнительные параметры*, которые затем можно использовать в отчетах, бланках, расчетах, типовых операциях; проводить поиск и сортировку по дополнительным признакам. Например, для группы аналитических признаков Сотрудники можно указывать паспортные данные (для автоматического занесения в приходные и расходные кассовые ордера), адреса, телефоны, даты рождения, количество иждивенцев и оклад (для зарплаты) и др. Для организаций можно указывать банковские реквизиты (для платежей), адреса, телефоны, ФИО директора и бухгалтера (для автоматического формирования договоров). Для учета основных фондов указывают норму амортизации, дату постановки на учет и др. Естественно, все дополнительные параметры должен определять и переопределять сам пользователь бухгалтерской программы.

Таким образом, обзор российского рынка программ финансово-экономического направления показывает:

- в основном рынок представлен бухгалтерскими программами, что, очевидно, отражает покупательский спрос;

- на рынке стали появляться корпоративные системы **россий-**ских разработчиков, что свидетельствует о наполнении рынка системными программными продуктами и одновременно является косвенным показателем оздоровления экономики России;
- при выборе программного продукта необходим предварительный, всесторонний анализ функций, для реализации которых приобретается программный продукт.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите признаки, отличающие финансово-экономические программы.
2. Назовите основные классы финансово-экономических программных продуктов.
3. Чем характеризуется класс программ "Бухгалтерский конструктор"? Назовите достоинства и недостатки программ данного класса.
4. Какие подсистемы присутствуют в классе программ "Бухгалтерия-офис"?
5. Перечислите основные функции, выполняемые программами класса "Финансово-аналитические системы".
6. Расскажите о назначении и возможностях правовых систем.
7. Что такое корпоративные системы и каково их назначение?
8. Какие подсистемы включают в себя корпоративные системы?
9. Назовите программные продукты фирмы "1С" и их особенности.
10. Какими программными продуктами известна фирма "Интеллект-Сервис" и какова их проблемная ориентация?
11. Перечислите основные функции и отличительные особенности программы "Интегратор" фирмы "Инфософт".
12. В чем состоит назначение корпоративной системы "Галактика"? Назовите ее отличительные особенности.
13. Назовите подходы, положенные в основу создания бухгалтерских программ.
14. Какими возможностями должна обладать бухгалтерская программа для реализации всестороннего аналитического учета?

**СТАНДАРТЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАДИЙ
И ЭТАПОВ СОЗДАНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

ГОСТ 34.601-90

Стадия 1. Формирование требований к ЭИС

1.1. Определение объема обоснования, необходимого для создания ЭИС (сбор данных об объекте автоматизации и осуществляемых видах деятельности, оценка качества его функционирования, выявление проблем, решение которых возможно средствами автоматизации, оценка целесообразности создания ЭИС).

1.2. Формирование требований пользователя к ЭИС.

1.3. Оформление отчета о выполненных работах и оформление заявки на разработку ЭИС.

Стадия 2. Разработка концепции ЭИС

2.1. Изучение объекта ЭИС.

2.2. Проведение необходимых НИР.

2.3. Разработка вариантной концепции ЭИС; выбор такого варианта, который удовлетворял бы требованиям пользователя (разработка альтернативных вариантов концепции ЭИС, оценка их преимуществ и недостатков, выбор оптимального варианта на основе сопоставления требований пользователя и характеристик предлагаемой ЭИС).

2.4. Оформление отчета о выполненной работе.

Стадия 3. Техническое задание

3.1. Разработка и оформление технического задания на создание ЭИС (общие сведения, назначение и цели создаваемой системы, характеристика объекта автоматизации, требования к системе в целом, ее функциям и задачам, видам ее обеспечения, планам работ по созданию, вводу в действие и приемке).

Стадия 4 (необязательная). Эскизный проект

4.1. Разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям (функции ЭИС, ее подсистемы, состав задач, концепция и структура информационной базы, состав вычислительной системы, функции и параметры основных вычислительных средств).

4.2. Разработка документации на ЭИС и ее части.

Стадия 5. Технический проект

5.1. Разработка проекта решений по системе и ее частям, функциональной, алгоритмической и организационной структуре системы, структуре технических средств, организации и ведению базы данных, системе классификации и кодирования информации, алгоритму решения задач, применяемым языкам и программному обеспечению.

5.2. Разработка документов ЭИС.

5.3. Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования ЭИС и технических требований (технических заданий) на их разработку.

5.4. Разработка заданий на проектирование.

Стадия 6. Рабочая документация

6.1. Разработка рабочей документации на систему и ее части.

6.2. Разработка или адаптация программ.

Стадия 7. Ввод в действие

Стадия 8. Сопровождение ЭИС

Стандарт SSADM

Стадия 0. Оценка реализуемости

- 010 Концепция и график разработки.
- 020 Определение первоначальных требований к ЭИС.
- 030 Выбор критерия и метода оценки реализуемости.
- 040 Оформление отчета о возможности создания ЭИС.

Стадия 1. Предпроектное обследование

- ПО Определение объема предпроектного обследования.
- 120 Определение основных требований к ЭИС.
- 130 Анализ процесса обработки информации в существующей системе.
- 140 Анализ структуры данных, обрабатываемых в существующей системе.
- 150** Разработка логической схемы существующей системы.
- 160 Оформление результатов предпроектных исследований.

Стадия 2. Выбор варианта автоматизации

Стадия 3. Разработка технического задания

- 310** Разработка общих требований к автоматизируемым функциям.
- 320 Разработка логической модели данных.
- 330 Уточнение требований к функциям и задачам.
- 340 Уточнение логической модели данных.
- 350 Разработка демонстрационного прототипа.
- 360 Разработка требований к обработке данных.
- 370 Уточнение цели разработки ЭИС.
- 380 Оформление технического задания на создание ЭИС.

Стадия 4. Выбор варианта технической реализации

- 410 Разработка вариантов технической реализации.
- 420 Выбор варианта технического решения.

Стадия 5. Разработка проекта

- 510 Определение порядка диалогового взаимодействия.
- 520 Постановка задачи модификации данных.
- 530 Постановка информационной задачи.
- 540 Оформление разработки проекта.

Стадия 6. Физическое проектирование

- 610 Подготовка проекта.
- 620 Разработка организации базы данных.
- 630 Определение спецификаций программных и аппаратных средств.
- 640 Оптимизация физической структуры базы данных.
- 650 Уточнение спецификации программных и аппаратных средств.
- 660 Согласование интерфейса между задачами и базами данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Автоматизация* банковской деятельности / Общ. ред. — С.И. Кумок. - АОЗТ "Московское финансовое объединение", 1994.
2. *Автоматизированные системы обработки учетно-аналитической информации*: Учебник / Под ред. В.С. Рожнова. — М.: Финансы и статистика, 1992.
3. *Блэк Ю.* Сети ЭВМ. Протоколы, стандарты, интерфейсы. — М.: **Мир**, 1990.
4. *Брага В.В.* Компьютеризация бухгалтерского учета: Учеб. пособие для вузов / ВЗФЭИ. — М.: АО "Финстатинформ", 1996.
5. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология. — М.: Наука. 1980.
6. *Горев А., Ахаян Р., Макашарипов С.* Эффективная работа с СУБД. — СПб.: Питер, 1997.
7. *Громов Г.Р.* Очерки информационной технологии. — М.: Инфо-Арт, 1993.
8. *Дейт К.* Руководство по реляционной СУБД DB-2 / Пер с англ. и **предисловие М.Р. Коголовского.** — М.: Финансы и статистика, 1988.
9. *Дзагуров Л.* Опыт **автоматизации** промышленных предприятий // Бухгалтерский учет. — 1998. — № 2.
10. *Диго С.М.* Проектирование и использование баз данных: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 1995.
11. *Дубова Н.* Управление распределенной корпорацией в версии СА — **Unicenter TNG//Computerworld** Россия. — 1997. — № 14.
12. *Информационные системы в экономике* / Под ред. **В.В. Дика.** — М.: Финансы и статистика. 1996.
13. *Каган Б.М.* Электронные вычислительные машины и системы. — М.: Энергоатомиздат, 1991.
14. *Ключко В.И.* Кодирование информации. **Курс лекций.** - Краснодар: КГТУ, 1998.
15. *Компьютерные технологии обработки информации* / Под ред. С.В. Назарова. — М.: Финансы и статистика. 1995.
16. *Кузьминский М.* Большие вектора // "**Computerworld** Россия". — 2000. - № 3.
17. *Мамиконов А.Г.* Проектирование АСУ: Учебник. — М.: Высшая школа, 1987.

18. **Мищенко А.И.** Теория экономических информационных систем: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2002.
19. **Нанс Б.** Компьютерные сети. — М.: БИНОМ, 1996.
20. **Озкарахан Э.** Машины баз данных и управление базами данных: Пер. с англ.- М.: Мир, 1989.
21. **Основы** теории вычислительных систем / **С.А.** Майоров, Г.И. Новиков, Т.И. Алиев и др. — М.: Высшая школа, 1987.
22. **Пахалко О.** Составляющие информационной системы предприятия // Экономика и жизнь. — 1997. — № 14.
23. **Попов Э.В.** Экспертные системы. — М.: Наука, 1987.
24. **Поппель Г., Гольдштейн Б.** Информационная технология — миллионные прибыли. — М.: Экономика, 1990.
25. **Представление** и использование знаний: Пер. с японского / Х. Уэно, Т. Кояма, Т. Окамото и др., Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. — М.: Мир, 1989.
26. **Программные** продукты БЭСТ // Экономика и жизнь.— 1997. — № 7.
27. **Ревенко П.В.** Программный продукт нового поколения "Интегратор" // Бухгалтерский учет. — 1995. — № 4.
28. **Ревунков Г.И.** и др. Базы и банки данных и знаний: Учебник / Г.И. Ревунков, Э.Н.Самохвалов, **В.В.** Чистов; Под ред. В.Н.Четверикова. — М.: Высшая школа, 1992.
29. **Свириденко С. С.** Современные информационные технологии. — М.: Радио и связь, 1989.
30. **Семенов М.И.** и др. Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник / М.И. Семенов, И.Т. Трубилин, В.М. Лойко, Т.П. Барановская; Под общей ред. И.Т. Трубилина. — М.: Финансы и статистика, 2001.
31. **Смирнов А.Д.** Архитектура вычислительных систем. — М.: Наука, 1990.1
32. **Советов Б.Я.** Информационная технология: **Учебник.** —М.: Высшая школа, 1994.
33. **Советов Б.Я., Яковлев С.А.** Построение сетей интегрального обслуживания. —Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990.
34. **Справочник** по искусственному интеллекту. В 3-х т./Под ред. Э.В. Попова и Д.А. Поспелова — М.: Радио и связь, 1990.
35. **Храмцов П.Б.** Лабиринт Internet. — М.: Электроинформ, 1996.
36. **Шварц М.** Сети связи: протоколы, моделирование и анализ: В 2-х ч.: Пер. с англ. — М.: Наука, 1992.

37. *Шеннон К.* Работы по теории информации и кибернетике: Пер. с англ. / Под ред. Р.Л. Добрушина, **О.Б. Лупанова**. — М.: Изд-во иностр. лит., 1963.
38. *Шикин Е.В., Боресков А.В., Зайцев А.А.* Начала компьютерной графики. — М.: Диалог — МИФИ, 1993.
39. *Якубайтис Э.А.* Информационные сети и системы. — М.: Финансы и статистика, 1996.
40. *Microsoft Corporation.* Компьютерные сети. Учебный курс: Пер. с англ. — М.: Издательский отдел "Русская редакция" ТОО "Channel Trading Ltd.", 1997.



ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКИ

41. *Воеводин В.В.* Параллельная обработка данных. Курс лекций, 2001. — <http://www.citforum.ru/>
42. *Шнитман В.* Современные высокопроизводительные компьютеры. Информационно-аналитические материалы Центра информационных технологий, 1998. — <http://www.citmg.ru/>

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АА** — анализ альтернатив
АИ — анализ информации
АМ — алгоритмическая модель
АПК — агропромышленный комплекс
АРМ — автоматизированное рабочее место
АСУ — автоматизированная система управления
АСУТП — автоматизированная система управления технологическим проектом
БД — база данных
БЗ — база знаний
ВА — выбор альтернатив
ВЗ — вычислительная задача
ВК — виртуальный канал
ВКр — выбор критерия
ВОС — взаимодействие открытых систем
ВР — выбор решения
ВС — вычислительная система
ГА — генерация альтернатив
ГВС — глобальная вычислительная сеть
ГП — готовая продукция
ГТС — городская телефонная сеть
ЕСКД — Единая система конструкторской документации
ИИ — искусственный интеллект
ИИТ — интеллектуальная информационная технология
ИО — исполнительный орган
ИТ — информационная технология
К — коммутация
КМ — концептуальная модель
КОП — концепция организации процессов
КП — концептуальное проектирование
КСБ — концептуальная схема информационной базы
КТС — комплекс технических средств
КФЗ — комплекс функциональных задач
ЛВС — локальная вычислительная сеть
ЛМ — логическая модель

ЛП — логическое проектирование
ЛПР — лицо, принимающее решение
ЛСБ — логическая схема концептуальной базы
М — маршрутизатор
МБП — малоценные и быстроизнашивающиеся предметы
Мдм — модем
МИП — модель информационного процесса
ММ — математическая модель
МОЛ — материально ответственное лицо
МПЗ — модель представления знаний
МПО — модель предметной области
МПС — многопроцессорная система
МРЗ — модель решения задач
Мст — **мосты**
НСИ — нормативно-справочная информация
ОБД — объектная база данных
ОВП — организация вычислительного процесса
ОД — отображение данных
ОИБ — организация информационной базы
ОММУ — общая математическая модель управления
ОМУ — общая модель управления
Опс — обеспечивающие подсистемы
ОС — операционная система
ОУ — объект управления
П — программа (машинная)
ПА — предпроектный анализ
ПД — первичный документ
ПЗ — постановка задачи
ПК — **персональный** компьютер
ПКС — программа канонической структуры
ПО — программное обеспечение
ППП — пакет прикладных программ
ПрД — преобразование данных
ПрО — предметная область
ПС — программные средства
ПЭО — планово-экономический отдел
РП — рабочий проект
РРЗ — результаты решения задачи
САУ — система автоматического управления
СГС — служба главных специалистов

СИИ — система искусственного интеллекта
СИТ — средства информационных технологий
СМО — система массового обслуживания
СО — система обслуживания
СТПП — служба технической подготовки производства
СУБД — система управления базой данных
ТМЦ — товарно-материальные ценности
ТП — технический проект
ТЭО — технико-экономическое обоснование
ТЭП — технико-экономическое планирование
УУ — устройство управления
ФЗ — функциональная задача
ФП — физическое проектирование
ЧММ — частные математические модели
ЧММУ — частная математическая модель управления
ЭВМ — электронная вычислительная машина
ЭС — экспертная система
ЯМД — язык манипулирования данными
ЯОД — язык описания данных

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

- Автоматизация
 - предприятий 293
 - представления знаний 290
 - учетных задач 299
 - фазы обработки и анализа информации 299
 - формирования плана производства 296
- Адрес **160**
 - доменный 202
 - цифровой 202
- Алгоритм
 - FB 121**
 - LPT 127
 - RR 120**
 - SPT 120
 - Макнотона 125
- Алоха
 - синхронная 223
 - чистая 221
- АРМ 303
- Архитектура связи многоуровневая 203
- Аспект информации
 - прагматический 35
 - семантический 34
 - синтаксический 30
 - структурный 36

Б

- База данных **162**
 - иерархическая 164
 - объектная 181
 - реляционная 165, 167
 - сетевая 165
- База знаний 273

- Бухгалтерский учет 299
 - многомерный 394
 - многоуровневый 394
- БЭСТ 364

В

- Варианты подключения к Интернету 242
- Взаимодействие процедур при отображении данных 425
- Внедрение ЭИС 330
- Выбор хранимых данных 158
- Выборка 207

- Галактика 373
- Геометрия
 - аналитическая **141**
 - проективная 143
- Гипертекст 288
- Граница Шеннона 209, 210
- Граф
 - алгоритма 99
 - вычислительной процедуры преобразования данных 98
 - информационный 160, 162
 - преобразования данных 98
- Графика компьютерная 138

Д,Е

- Данные
 - входные 156
 - выходные 157
 - промежуточные 157
- Демодуляция 206

Диспетчирование 84
Домен 244
Емкость канала связи 208

Задание техническое 323
Задача
 вычислительная 84
 уравнения 296
 учета 309
 функциональная 295
Знания 274
 глубинные 276
 концептуальные 277
 мягкие 277
 поверхностные 277
 прагматические 277
 синтаксические 277
 экспертные 277

И

Иерархия цифровых систем 216
Извлечение знаний 287
Интеллект-сервис 363
Интенсивность потока обслуживания 86
Информатика 37
Информация 19
 научная 21
 производственная 21
 собственная 33
 техническая **21**
 экономическая **21**
Инфософт 369

К

Кадр Ethernet 228
Канал
 обслуживания 85
 передачи информации 206
 связи 206

Классификация
 систем 45
 Флина 105
 экономических программ 349

Ключ
 альтернативный 171
 внешний **171**
 первичный 170

Код
 двоичный 210
 дифференциальный манчестерский Морзе 210
 неравномерный **210**
 равномерный 210
 циклический 228

Кодирование 210
 информации **210**
 помехоустойчивое 212

Количество информации 29

Комтех 352

Конвейер
 векторный 103
 последовательный 105

Контроль вводимой информации 77
Координаты точки однородные 142

М,Н

Магазин виртуальный 253
Манипулирование данными 169
Манипуляция 205
Маршрутизатор 196
Матрица

достижимости 160
 смежности **158**

Метод
 извлечения знаний 287
 компьютерной графики
 векторный 152
 растровый 152
 получения экспертных знаний 289
 формирования знаний 287

Модель
 предметной области 44
 абстрактная 44

алгоритмическая 44
мифологическая 158
информационная 44
концептуальная 45
логическая 45
математическая 45
базовой информационной
технологии 65
накопления данных 71
обмена данными 71
обработки данных 69
представления знаний 72
управления данными 72
Модель баз данных. *См. База данных*
Модем 206
Модуляция 204
Мост 195
Многопроцессорная система
с индивидуальной памятью **115**
с общей памятью **112**
Мультиплексирование **213**
Независимость данных 163

О

Область предметная 44
Обработка
данных **81**
заданий 82
конвейерная 103
нетрадиционная 101
параллельная 101
распределенная 190
скрытая параллельная 102
Обследование системы 322
Обучение базы знаний 287
Объект 181, 182
Операции
специальная реляционная **173**
традиционная теоретико-множе-
ственная 172
Организация
вычислительного процесса 81
обслуживания вычислительных
задач 84
системы 42

Отношение 165
Офис **315**

П

Параллельность процессов
скрытая 102
явная 102
Планирование обработки вычисли-
тельных задач 92
Подход к автоматизации проекти-
рования ЭИС 339
модельный 340
объектный 340
подсистемный 340
элементный 340
Подход к измерению количества ин-
формации
прагматический 35
семантический 34
статистический 30
структурный 36
Подход к классификации экономи-
ческих программ 349
Полнота представления функций
392
Получение знаний 387
Поток заданий 85
Представление знаний 278
Преобразования аффинные 139
Примитивы сетевых услуг
основные 218
Приоритет задач 122
Провайдер 240
Программа
планировщик 95
супервизор 95
Программирование, объектно-ори-
ентированное 181
Продукции 280
Проект
рабочий 328
технический 324
Проектирование
АИТ эскизное 335
ЭИС 320

- Протокол
 - канального уровня **217**
 - МДПН/ОС 324
 - операционной системы сети 198
 - сетевой 244
 - Процедура 65
 - актуализации данных 67
 - отображения данных 67
 - преобразования данных 67
 - приобретения знаний 68
 - хранения 67
 - Процедура процесса
 - накопления данных 67
 - обработки данных 67
 - обмена данными 67
 - представления знаний 68
 - Процесс информационный
 - накопления данных 67
 - обмена данными 67
 - обработки данных 67
 - перевода информации в данные 66
 - представления знаний 68
 - Режим обработки данных 82
 - пакетный 82
 - разделения времени 82
 - реального времени 83
 - Ресурсы Интернета, информационные 245
 - Сайт 241
 - Свойства знаний 274
 - Свопинг 123
 - Сдача ЭИС в промышленную эксплуатацию **331**
 - Сеть
 - вычислительная глобальная **191**
 - вычислительная локальная 190
 - распределенная компьютерная 191
 - крупного предприятия 304
 - с **коммутацией** каналов 234
 - с коммутацией сообщений 235
 - с пакетной коммутацией 237
 - семантическая 281
 - ЭВМ 189
 - Система 41
 - абстрактная 42
 - большая 43
 - вероятностная 43
 - детерминированная 43
 - динамическая 43
 - закрытая 43
 - замкнутая 48
 - информационная материальная 42
 - открытая 43
 - простая 43
 - сложная 43
 - статическая 42
 - управления автоматизированная 49
 - файловых архивов FTP 245
 - экономическая информационная 49
 - экспертная 274
 - Слот 282 \
 - Сплайн 148
 - Среда обмена сообщениями единая **315**
 - Средства
 - основные **311**
 - электронных расчетов в Интернете 264
 - платежные в сетях Интернета 263
 - Структура
 - каноническая 162
 - системы 42
 - MIMD 108
 - MISD 107
 - SIMD 105
 - SISD 105
 - Теорема о выборках 207
 - Технология 14
 - автоматизированная информационная. См. *информационная*
 - базовая информационная 64
 - интеллектуальная информационная 273

информационная 39
конкретная информационная 40
CASE 343
Типы данных абстрактные 182
Топология 192
 базовая 192
 глобальной вычислительной сети **195**
сети 192

Уплотнение. *См. Мультиплексирование*
Управление оптимальное 47
Уровень

 базовой информационной техно-
 логии 64
 концептуальный 65
 логический 69
 физический 73

 взаимодействия открытых систем
 201

 канальный 201
 представительный 202
 прикладной 202
 сеансовый 202
 сетевой 201
 транспортный 201
 физический **201**

Уровни информатики 38
 логический 39
 прикладной 39
 физический 38

Ускорение обработки 102

Фаза управления производством 295
 анализа 299
 планирования 296

 регулирования 300
 учета 299

Фазы принятия решения 61

Формирование знаний 287

Фреймы 282

Функция целевая 47

Ц,Ш

Целостность

 данных 170

 по ссылкам 171

 по сущностям 171

 системы 171

Цикл данных жизненный 157

Шлюз 196

Эксплуатация ЭИС

 опытная 330

 промышленная 331

Электронные наличные сетевые 264

Элемент

 внедрения 336

 предпроектного анализа 336

 системы 41

 технического проектирования 336

Эталонная модель взаимодействия
открытых систем 197

Эффективность применения ИТ 333

1

1С 359

 АФС 362

 Бухгалтерия 359

 Торговля 362

 Электронная почта 361

В

Blin-ding factor 265

С

CASE-технология 343

Е

Ethernet 227

на основе витой пары 228

толстый 231

тонкий 230

E-cach 265

Н

Host-компьютер 240

М

M-commerce 259

Т

Telnet 250

U

Usenet 247

W

WAP 259

Web

-узлы 242

World Wide 248

Учебное издание

Барановская Татьяна Петровна
Лойко Валерий Иванович
Семенов Михаил Игнатьевич
Трубилин Александр Иванович

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ**

Заведующая редакцией *Л. А. Табакова*
Младший редактор *Н. А. Федорова*
Художественный редактор *Ю. И. Артюхов*
Технический редактор *Т. С. Маринина*
Корректоры *Т. М. Колпакова, Н. Б. Вторушина*
Компьютерная верстка *Т. К. Евдокимова*
Оформление художника *ОБ. Толмачева*

ИБ № 4502

Подписано в печать **15.09.2004**. Формат **60x88/16**
Гарнитура **«Таймс»**. Печать офсетная
Усл. печ. л. 25,48. Уч.-изд. л. 22,5. Тираж 3000 экз.
Заказ 1909 «С» 226

Издательство «Финансы и статистика»
101000, Москва, ул. Покровка, 7
Телефон (095) 925-35-02, факс (095) 925-09-57
E-mail: mail@fmstat.ru <http://www.finstat.ru>

ОАО «Типография «Новости»
105005, Москва, ул. Ф. Энгельса, 46