

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Учебно-методический комплекс*

2011

УДК 334.7:004(075.8)  
ББК 65.290с51я73  
И74

Авторы-составители: заведующий кафедрой инженерной физики УО «ВГУ им. П.М. Машерова», доктор технических наук, профессор **А.С. Ключников**; аспирант кафедры инженерной физики УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **Д.Ф. Карелин**

Рецензент:  
заведующий кафедрой прикладной математики и механики УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат физико-математических наук, доцент *Л.В. Маркова*

**И74**

В учебном издании изложены общие подходы и принципы, на которых основаны информационные системы и технологии в экономике. Рассматриваются основные понятия и определения информационных технологий и систем, приведены методы структурного и функционального анализа организационных систем.

Учебно-методический комплекс по дисциплине специализации «Информационные технологии в экономике предприятия» предназначен для студентов специальности 1-31 04 01-04 «Физика» (управленческая деятельность) и составлен в соответствии с учебной программой указанного курса для специализации 1-31-04-01-04-25 «Физическая информатика».

УДК 334.7:004(075.8)  
ББК 65.290с51я73

© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Структурное содержание дисциплины</b> .....	7
<b>ГЛАВА 1. Информация и информационная технология</b> .....	8
1.1. Возникновение информационных технологий. Понятие экономической информации.....	8
1.2. Экономическая информация как часть информационного ресурса общества .....	13
1.2.1. Информация – новый предмет труда.....	13
1.2.2. Информационные ресурсы .....	15
1.2.3. Развитие информационной сферы производства.....	17
1.3. Количество информации. Методы оценки.....	19
1.4. Информатика и информационная технология .....	26
<b>ГЛАВА 2. Информационные системы</b> .....	29
2.1. Понятие системы .....	29
2.2. Управление в системах.....	33
2.3. Экономические информационные системы .....	36
2.3.1. Понятие экономических информационных систем.....	36
2.4. Особенности информационных экономических систем в организациях различного типа .....	38
2.5. Состав функциональных подсистем в ЭИС.....	42
2.6. Человек и информационная технология.....	44
<b>ГЛАВА 3. Структура базовой информационной технологии. Преобразование информации в данные</b> .....	49
3.1. Логический уровень.....	52
3.2. Физический уровень .....	56
3.3. Преобразование информации в данные.....	58
<b>ГЛАВА 4. Информационный процесс обработки данных</b> .....	62
4.1. Организация вычислительного процесса .....	62
4.2. Организация обслуживания вычислительных задач.....	64
4.3. Организация планирования обработки вычислительных задач.....	70
4.4. Преобразование данных .....	74
4.5. Нетрадиционная обработка данных .....	78
4.5.1. Параллельная обработка .....	78
4.5.2. Классификация архитектур вычислительных систем .....	80
4.5.3. Типы мультимикропроцессорных систем.....	82
4.6. Отображение данных.....	90
4.6.1. Модели отображения данных .....	92
4.6.2. Реализация процедур отображения.....	94
<b>ГЛАВА 5. Информационный процесс накопления данных</b> .....	97
5.1. Выбор хранимых данных .....	98
5.2. Базы данных .....	102
5.2.1. Объектная модель баз данных .....	106
5.3. Программно-аппаратный уровень процесса накопления данных.....	1087
<b>ГЛАВА 6. Информационный процесс обмена данными</b> .....	112
6.1. Понятие вычислительных сетей.....	113
6.2. Базовые топологии локальных компьютерных сетей .....	115
6.3. Топология глобальной вычислительной сети.....	117
6.4. Сетевые протоколы и уровни .....	119

6.5. Кодирование информации .....	120
6.6. Глобальная сеть Интернет .....	123
6.6.1. Появление и развитие сети .....	123
6.6.2. Структура сети .....	124
6.6.3. Передача информации в Интернете .....	126
6.6.4. Краткая характеристика ресурсов Интернета .....	128
6.6.5. Коммерческое применение Интернета .....	132
<b>ГЛАВА 7. Информационный процесс представления знаний</b> .....	<b>140</b>
7.1. Свойства и типы знаний.....	141
7.2. Модели представления знаний .....	144
7.3. Приобретение и формализация знаний .....	149
7.3.1. Элементы технологии приобретения знаний.....	149
7.3.2. Методы приобретения знаний .....	151
7.3.3. Повышение эффективности процесса представления знаний.....	155
<b>ГЛАВА 8. Основы создания информационных систем в управлении организацией</b> .....	<b>157</b>
8.1. Объекты проектирования информационных систем и информационных технологий в управлении организацией.....	157
8.2. Система поддержки принятия решений и инженерное проектирование в управлении организацией .....	162
8.3. Методические и организационные принципы создания ИС и ИТ.....	167
8.4. Стадии, методы и организация создания ИС и ИТ .....	169
8.5. Методика постановок управленческих задач.....	178
<b>Вопросы к экзамену</b> .....	<b>186</b>
<b>Тесты</b> .....	<b>188</b>
<b>Список использованных источников</b> .....	<b>197</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Переход к рыночным отношениям в экономике и научно-технический прогресс резко ускорили темпы внедрения во все сферы социально-экономической жизни российского общества последних достижений в области информатизации.

Результативность экономики и завоевание ею места полноправного партнера в мировой экономической системе в значительной степени будут зависеть от того, в каких масштабах используются современные информационные технологии, а также от того, какую роль они играют в повышении эффективности общественного производства.

Сфера применения информационных технологий в экономике на базе персональных компьютеров и развитых коммуникационных средств очень обширна и включает разнообразные направления ее применения, что позволяет учреждениям, предприятиям, фирмам, а также отдельным специалистам получать всю необходимую информацию в нужное время и в полном объеме.

Информационные процессы, происходящие в объектах хозяйствования, строятся на использовании разнообразных технологических решений и дают возможность отнести информацию к разряду наиболее важных, ценных и дорогостоящих ресурсов, экономящих трудовые затраты, материальные и финансовые средства.

Изучение данного курса поможет создать упорядоченную систему знаний о реальных возможностях существующих и новых информационных технологий. Такая система знаний будет способствовать принятию оптимальных решений о необходимости, целесообразности и обоснованности внедрения информационных технологий в производственно-хозяйственную деятельность предприятий, фирм и других организаций.

Дисциплина **«Информационные технологии в экономике предприятия»** призвана формировать у студентов теоретические знания и практические навыки по проектированию и применению информационных технологий и систем во всех сферах экономической деятельности.

Основной целью дисциплины является получение студентами теоретических знаний по организации автоматизированной обработки экономической информации на различных предприятиях и в организациях.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать основы проектирования средств описания информации, необходимые для постановки экономических задач с целью их автома-

тизированного решения, а также применение различных информационных технологий (в том числе сетевых и интернет-технологий) по обработке экономической информации.

Основными сферами профессионального использования полученных знаний являются различные предприятия и организации, занимающиеся всеми видами экономической деятельности независимо от форм собственности.

Для изучения данной дисциплины студенты должны знать основы информатики.

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют лабораторные работы, что обеспечивает закрепление теоретических знаний и способствует получению практических навыков.

Усвоение данной дисциплины предусматривает проведение лекционных занятий, практических занятий, самостоятельного изучения студентом нескольких тем, представление итогов проделанной работы (написание реферата или отчета).

Практические занятия делятся на два типа:

1) занятия, проводимые без использования компьютеров (раскрывающие основные понятия, определения, классификацию, описание и т.д.);

2) занятия, проводимые с использованием компьютеров (раскрывающие конкретные информационные технологии в среде различных программных продуктов).

## СТРУКТУРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид занятия	Тема занятия и изучаемые вопросы	Количество часов
Лекция 1	Информация и информационная технология	2
Лекция 2	Информационные системы	2
Лекция 3	Экономические информационные системы	2
Лекция 4	Структура базовой информационной технологии	2
Лекция 5	Информационный процесс обработки данных	2
Лекция 6	Преобразование и обработка типов данных	2
Лекция 7	Классификация архитектур вычислительных систем	2
Лекция 8	Отображение данных	2
Лекция 9	Информационный процесс накопления и обмена данных	4
Лекция 10	Информационный процесс представления знаний	2
Лекция 11	Классификация типов баз данных для экономической деятельности	2
Лекция 12	Базовые топологии информационных компьютерных сетей. Сетевые протоколы и уровни	2
Лекция 13	Глобальная сеть Интернет. Экономическое и коммерческое применение Интернета	2
Лекция 14	Основы создания информационных систем в управлении организацией	2
Практическое занятие 1	Количество информации. Методы оценки информации	4
Практическое занятие 2	Преобразование информации в данные	2
Практическое занятие 3	Моделирование вычислительных процессов в экономической системе	4
Практическое занятие 4	Организация обработки данных вычислительных задач	2
Практическое занятие 5	Преобразование типов данных в организационных системах	4
Практическое занятие 6	Реализация процедур отображения данных	4
Практическое занятие 7	Кодирование и передача информации в организационных структурах	4
Практическое занятие 8	Информационные технологии представления знаний	2
Практическое занятие 9	Принципы создания информационных систем. Методика постановок управленческих задач	4

# ГЛАВА 1. 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, 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; 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: информационный, инструментальный и социальный.

Информационный аспект включает описание принципов и методов производства; инструментальный – орудия труда, с по-



мощью 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, 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 общественного производства, обеспечивающий эффективную реализацию заложенных в идею технических принципов.

Первое из этих условий для машины Ч. Беббиджа выполнялось. Понятно, что в тех 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.

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 любую точку земного шара;
- компьютер, особенно персональный, позволяющий по определенным алгоритмам обрабатывать и отображать информацию, накапливать и генерировать знания.

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

Понятие информации является чрезвычайно емким и широко распространенным в человеческом обществе особенно в настоящее 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 лю-

бом материальном объекте может быть получена путем наблюдения, натурального или вычислительного эксперимента либо 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: передатчик–канал связи–приемник.

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 информация для одного получателя имеет глубокий смысл и обладает чрезвычайной ценностью, а для другого – 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 промоделировано 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 информация 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:

$$П = (Нп, Зп),$$

где Нп – наименование показателя; Зп – 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 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 непроеизводительных 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 информационную 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.

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.

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 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 эффективности 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, 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 профессиональных 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.

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 це-



лями 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.

### 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 информационных 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. инструментальнооснащенность промышленных рабочих в стоимостном отношении уже более чем в 10 раз превышала инструментальнооснащенность 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 в экономике промышленно развитых стран (из-за увеличения относительного веса в народном хозяйстве информационного сектора, отличающегося низкой инструментомоснащенностью 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, в исследованиях элементарных частиц и т.д.). С другой – 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, технологических 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 ИВМ, 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 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, 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, уменьшившую его начальную неосведомленность так, что апостериорная (после получения информации) неопределенность состояния системы стала  $H'(X)$ . Тогда количество информации  $I$  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

$$P_1, P_2, \dots, P_N \text{ (причем } \sum_{i=1}^N P_i = 1 \text{ и } P_i \leq 1),$$

$$P_1, P_2, \dots, P_N \text{ (причем } \sum_{i=1}^N P_i = 1 \text{ и } P_i < 1),$$

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.

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:

$$I = K_0 \log_a 2.$$

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  $I=n$ .

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

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

Количество семантической информации  $I_{\text{с}}$  в сообщении также будет равно нулю, если пользователь информации абсолютно все знает о предмете, т.е. его тезаурус и сообщение не дают ему ничего нового.

Интуитивно мы чувствуем, что между этими полярными значениями тезауруса пользователя существует некоторое оптимальное значение – количество информации  $I_{\text{с}}$ , извлекаемое из сообщения, становится для получателя максимальным. Эта функция зависимости количества информации от состояния индивидуального тезауруса пользователя приведена на рис. 1.3.1.

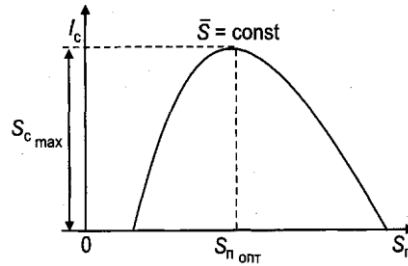


Рис. 1.3.1. Кривая функции  $I_c=f(S_n)$

*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 общечеловеческого 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  $I_n$  определяется как:

$$I_n = \log \frac{P_1}{P_0}.$$

Если основание логарифма сделать равным двум, то  $I_n$  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 эффективного 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 определенных 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. 1.3.2).



Рис. 1.3.2. Схема преобразования «информация – данные»

#### **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.

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. 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, которые 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.

*Информационная технология* (ИТ) имеет свою цель, методы и средства реализации.

*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 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.

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. Дайте определение понятия «информация». В чем состоят ее особенности?
4. Что такое информационная система?
5. Объясните содержание синтаксического, семантического, прагматического аспектов информации.
6. Как классифицируется информация?
7. Дайте статистическое определение меры информации.
8. Напишите и объясните формулу Хартли для определения количества информации.
9. В чем заключаются общность и отличие единиц измерения информации: бит, дит, нат?
10. Что такое собственная информация и каковы ее свойства? Объясните семантический подход к измерению количества информации.
11. В чем заключается прагматический подход к измерению количества информации?
12. В каких случаях применяется структурный подход к измерению количества информации?

## 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 конспектируют 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 образованы 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 человекомашинные (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 времени состояние не изменяется, в динамических – 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. От-

крытые 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 объ-

ект 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. Эти 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. 2.1.1.

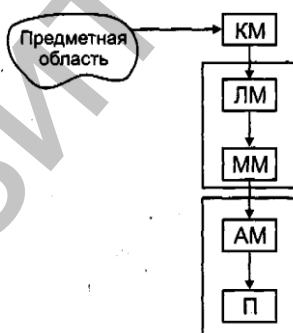


Рис. 2.1.1. Уровни представления информационных моделей

*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 мо-



дель 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. 2.2.1.), в которой выделяются две подсистемы: управляющая и управляемая.

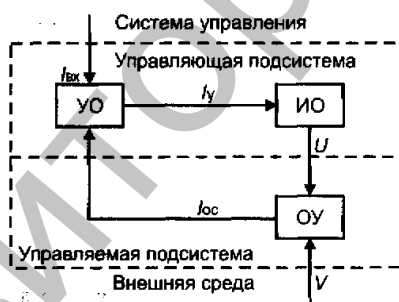


Рис. 2.2.1. Увеличенная структурная схема системы управления

В процессе функционирования этой системы управляющий орган получает информацию о текущем состоянии объекта управления и информацию  $I_{ос}$  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  $I_{у}$ , которая воздействует на исполнительный орган (ИО). На основе информации 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 дол-

жен 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. (2.2.1) схеме изображены три ее потока:  $I_{ос}$ ,  $I_{у}$  и  $I_{вх}$ . 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 разомкну-

тыми 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. 2.2.2) реализуется идея обратной связи, благодаря которой информация об отклонении управляемого объекта от заданного состояния позволяет выработать воздействие, возвращающее объект в это состояние.

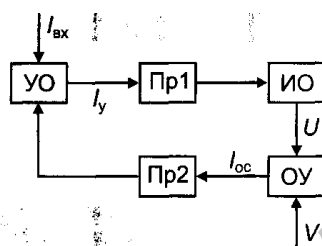


Рис. 2.2.2. Упрощенная структурная схема замкнутой САУ

Благодаря тому, что поведение объекта и алгоритм управления строго заданы, системы автоматического управления могут работать автономно, без участия человека (хотя, конечно, их создание и функционирование 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 возмущений  $V$ , определяет значение сигнала обратной связи, 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, кото-

рые в случае применения в организационно-экономическом управлении называют **экономическими информационными системами** – ЭИС (рис. 2.2.3.). Автоматизированное управление применяется в том случае, если нет возможности реализовывать автоматическое управление.

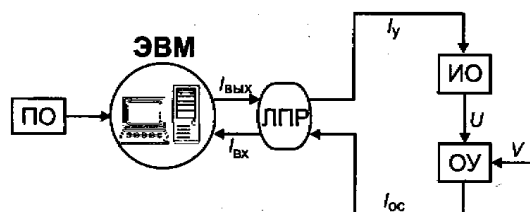


Рис. 2.2.3. Структурная схема ЭИС

Как видно из рис. 2.2.3, ЛПР, получив информацию об обратной связи  $I_{ос}$ , осведомляющую его о состоянии объекта управления (ОУ), обращается к ЭВМ (поток  $I_{вх}$ ), имеющей определенное программное обеспечение (ПО) и вырабатывающей рекомендации 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 в процессе производственно-хозяйственной деятельности и используется в этой деятельности. 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 автоматизированная система, обеспечивающая с использованием 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 определе-

нии форм разделения труда в аппарате управления и при распределении функций между подразделениями системы управления.

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. На 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.

## **2.4. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА**

Информационная технология является основной составляющей информационной системы организационного управления, непосредственно связана с особенностями функционирования предприятия или организации.

Выбор стратегии организации автоматизированной информационной технологии определяется следующими факторами:

- областью функционирования предприятия или организации;
- типом предприятия или организации;
- производственно-хозяйственной или иной деятельностью;
- принятой моделью управления организацией или предприятием;
- новыми задачами в управлении;
- существующей информационной инфраструктурой и т.д.

Основополагающим фактором для построения информационной технологии с привязкой ее к принятой модели управления и существующей информационной инфраструктуре является область функционирования экономического объекта, в соответствии с которой организации можно разделить на группы, представленные в таблице 2.4.1. На формирование технологии обработки информации оказывает влияние тип организации. В организациях различного типа в зависимости от требований к решению задач управления экономическим объектом формируется

технологический процесс обработки информации. При внедрении информационных систем организационного управления и технологий основными критериями являются также величина организации и область ее функционирования. С учетом этих критериев делается выбор программно-аппаратного обеспечения информационной технологии решения конкретных функциональных задач, на основе которых принимаются соответствующие управленческие решения.

Таблица 2.4.1

**Типы предприятий и организаций**

<i>Область функционирования предприятия или организации</i>	<i>Тип предприятия или организации в соответствии с производственно-хозяйственной или иной деятельностью</i>
Органы власти	Местные Региональные Федеральные
Государственные службы	Налоговые органы Органы социального обеспечения Таможенные службы Государственные нотариальные конторы Арбитражные органы и другие
Государственные учреждения	Здравоохранение Образовательные учреждения
Сфера услуг	Банки Коммерческие страховые органы Клиринговые учреждения Торгово-посреднические фирмы Туризм Консалтинговые фирмы Лизинговые компании Рекламные агентства Факторинговые фирмы Аудиторские фирмы и другие
Транспортная система	Железнодорожный транспорт Автомобильный транспорт Водный транспорт Воздушный транспорт Трубопроводный транспорт
Предприятия связи	Объединенные Специализированные
Производственные предприятия, которые классифицируются по следующим признакам	Отраслевая и предметная специализация предприятий и организаций Административно-хозяйственная принадлежность предприятия Структура производства Мощность производственного потенциала Тип производства

	Тип хозяйственных объединений предприятий
--	--

Организации (предприятия) можно разделить на три группы: малые, средние и большие (крупные).

1. На *малых предприятиях* различных сфер деятельности информационные технологии, как правило, связаны с решением задач бухгалтерского учета, накоплением информации по отдельным видам бизнес-процессов, созданием информационных баз данных по направленности деятельности фирмы и организации телекоммуникационной среды для связи пользователей между собой и с другими предприятиями и организациями. Персонал малых предприятий работает в среде локальных вычислительных сетей различной топологии с организацией автоматизированного банка данных для концентрации информационных ресурсов предприятия.

Индивидуальные приложения и функциональная информация специалистов малого предприятия локализуются на уровне автоматизированных рабочих мест (рабочих станций) локальной вычислительной сети, а автоматизированный банк данных используется для эффективной информационной поддержки работы верхнего звена управления. Поэтому на малых предприятиях наиболее целесообразна организация комбинированной информационной технологии, которая сочетает в себе распределенную обработку данных с централизацией информационных ресурсов в автоматизированном банке данных.

В качестве центральной вычислительной системы, реализуемой для организации автоматизированного банка данных, используются UNIX-сервер, мейнфрейм или суперкомпьютер.

Комбинированная сетевая организация автоматизированной информационной технологии имеет следующие преимущества:

- экономия эксплуатационных расходов;
- возможность эффективной реализации архитектуры «клиент-сервер»;
- высокая адаптивность к требованиям пользователей за счет широкого спектра вариантов сочетания аппаратных и программных средств и т.д.

Однако концентрация системы вокруг единственного сервера не всегда является лучшим решением, так как существуют жесткие ограничения на количество клиентов, подключенных к серверу. Увеличение числа клиентов приводит к замедлению реакции системы. Кроме того, в современных условиях функционирования предприятия или организации для выработки оптимального управленческого решения необходимо централизован-



но решать разноплановые задачи, начиная с традиционных бизнес-приложений типа программ бухгалтерского учета и заканчивая задачами оценки коммерческого риска с использованием систем искусственного интеллекта. Практика показывает, что смешивать весь спектр подобных задач в одном компьютере неэффективно, а попытки обойти указанные ограничения за счет наращивания вычислительной мощности центрального сервера приводят к резкому увеличению финансовых затрат. Поэтому подобное комбинированное построение автоматизированной информационной технологии и организация локальной вычислительной сети с одним информационным узлом концентрации вполне себя оправдывают только при реализации на малых предприятиях.

2. В *средних организациях (предприятиях)* большое значение для управленческого звена играют функционирование электронного документооборота и привязка его к конкретным бизнес-процессам. Для таких организаций (предприятий, фирм) характерны расширение круга решаемых функциональных задач, связанных с деятельностью фирмы, организация автоматизированных хранилищ и архивов информации, которые позволяют накапливать документы в различных форматах, предполагают наличие их структуризации, возможностей поиска, защиты информации от несанкционированного доступа и т.д. Производится наращивание возможностей различных форм организации хранения и использования данных: разграничение доступа, расширение средств поиска, иерархия хранения, классификации и т.д.

Для исключения узких мест в организации информационной технологии средних предприятий используется несколько серверов в различных функциональных подразделениях предприятия. Так, локальная вычислительная сеть средних предприятий представляет собой двухуровневую вычислительную сеть, на верхнем уровне которой организована коммуникационная среда для обмена информацией между локальными серверами, а на нижнем уровне – подключение локальных вычислительных сетей различной топологии каждого функционального подразделения к локальному серверу для обеспечения пользователям взаимного обмена информацией и доступа к корпоративным ресурсам.

3. В *крупных организациях (предприятиях)* информационная технология строится на базе современного программно-аппаратного комплекса, включающего телекоммуникационные средства связи, многомашинные комплексы, развитую архитектуру «клиент-сервер», применение высокоскоростных корпоративных вычислительных сетей. Корпоративная информационная технология крупно-

го предприятия имеет, как правило, трехуровневую иерархическую структуру, организованную в соответствии со структурой территориально разобобщенных подразделений предприятия: центральный сервер системы устанавливается в центральном офисе, локальные серверы – в подразделениях и филиалах, станции клиентов, организованные в локальные вычислительные сети структурного подразделения, филиала или отделения, – у персонала компании.

## 2.5. СОСТАВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ В ЭИС

Состав функциональных подсистем в ЭИС для различных предприятий может быть различным. На рис. 2.5.1. приведена функциональная структура экономической информационной системы для управления корпоративным предприятием. В данном случае выделены подсистемы, связанные с функциями управления: учет и отчетность, экономический анализ, текущее планирование, прогнозирование, а также подсистемы по отраслевому признаку. Основными задачами здесь являются задачи оперативного управления, а также задачи бухгалтерского учета, текущего планирования и анализа.

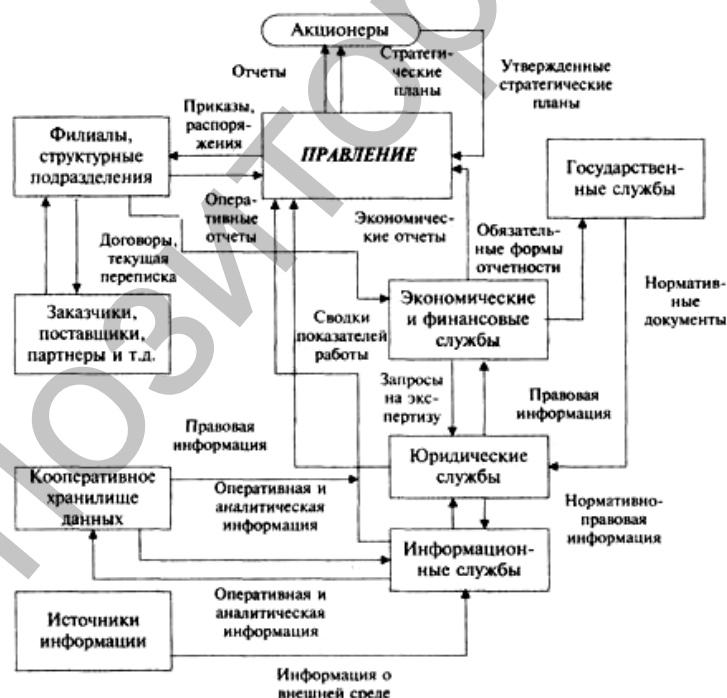


Рис. 2.5.1. Структура экономической информационной системы управления корпоративным предприятием

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 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.

## 2.6. ЧЕЛОВЕК И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

При производстве продуктов труда человек всегда управляет орудиями труда в процессе их воздействия на продукт 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 сравниваете 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. 2.6.1), в которой объектом управления является земля, исполнительным органом – лопата вместе с мускулами человека и управляющим органом – человеческий.

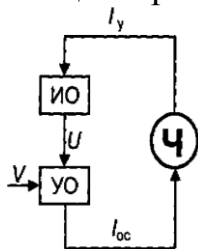


Рис. 2.6.1. Человек (Ч) в элементарной системе управления

С усложнением производства, т.е. объектов управления и их концептуальных моделей, объемы осведомляющей информации 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 и выработать управляющую информацию  $I_y$ . Появление контура дополнительной обработки информации (помимо человека) на СВТ 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. Из рис. 2.6.2. видно, что в общем случае информационная технология состоит из информационных моделей разного уровня абстракции и ЭВМ. На вход ИТ поступает информация от человека  $I_{вхч}$ , формируемая на основе информации  $I_{ос}$  от объекта управления. Информация 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. Это реализуется через алгоритмические модели (АМ), формализованные в программное обеспечение (ПО) для ЭВМ. В результате ЭВМ выдает информацию, представляющую собой рекомендации по управлению ОУ в данной ситуации.

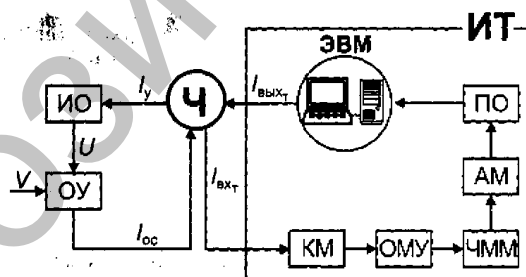


Рис. 2.6.2. Система управления с контуром дополнительной обработки информации

В автоматизированной системе управления человек является центральным и объединяющим звеном двух контуров (рис. 2.6.2.): 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.

Как показано на рис. 2.6.3, человек на основе автоматизированного анализа (АИ) осведомляющей информации от объекта управления и информации от концептуальной модели объекта управления производит постановку задачи, решение которой должно позволить в данной ситуации наилучшим образом управлять объектом (например, производством).

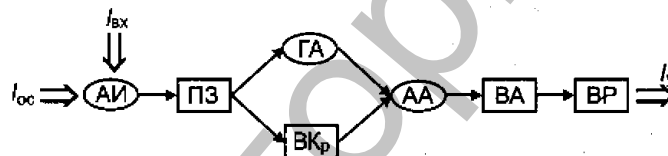


Рис. 2.6.3. Взаимосвязь фаз принятия решения

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. 2.6.3. 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  $I_{ос}$  и  $I_{вх}$ . Для принятия решения всегда может потребоваться дополнительная информация, не содержащаяся в потоках  $I_{ос}$  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. Что такое обратная связь?
6. Дайте кибернетическое определение процесса управления.
7. В чем отличие замкнутых и разомкнутых систем управления?
8. В чем заключается особенность автоматизированных систем управления?
9. Дайте определение информационных моделей и их иерархии. Покажите место человека в элементарной системе управления.

10. Объясните необходимость появления и место информационной технологии в автоматизированном управлении.

Репозиторий ВГУ



### **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.

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. 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 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 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, на физическом уровне с помощью различных физических представлений магнитных, оптических, механических и т.д.).

Следующие за вводом информационные процессы уже производят преобразование данных в соответствии с поставленной задачей. 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 операций 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 из-

влекать 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.

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 удается 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.

### **3.1. 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. 3.1.1 приведена схема взаимосвязи моделей базовой информационной технологии. В зависимости от области приме-

нения и назначения информационной технологии 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, накопление данных и представление знаний. Модель обработки данных включает в себя (см. рис. 3.1.1) формализованное описание процедур организации вычислительного процесса, преобразования данных и их отображения.

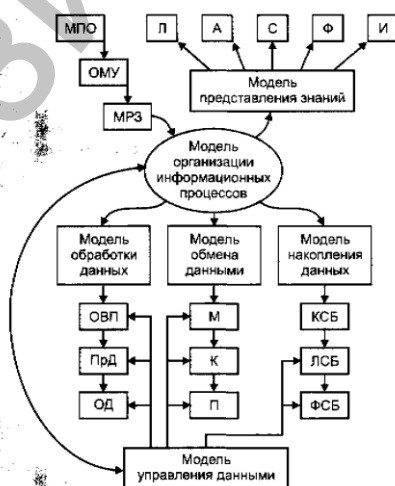


Рис. 3.1.1. Схема взаимосвязи моделей базовой информационной технологии

Под организацией вычислительного процесса (ОВП) понимается управление ресурсами компьютера (процессор, внешние устройства) при решении задач обработки данных. Эта процедура формализуется в виде алгоритмов и программ системного управ-

ления 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 такие стандартные процедуры, 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 формализовано 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 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, выборок 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.

### 3.2. 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. 3.2.1.).

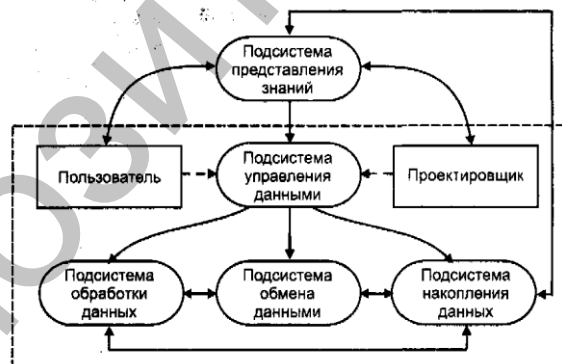


Рис. 3.2.1. Взаимосвязь подсистем базовой информационной технологии

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 (по зарубежной классификации – мейнфреймы), способные накапливать и обрабатывать громадные объемы информации и используемые как главные ЭВМ; на среднем – 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 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.

### 3.3. 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 организационно-экономических системах управления информация, осведомляющая о состоянии объекта управления, семантически сложна, разнообразна, и ее сбор не удается автоматизировать. Поэтому в таких системах информационная технология на этапе превращения исходной информации в данные в основе своей остается ручной. Рассмотрим последовательность фаз процесса преобразования информации в данные в информационной технологии организационно-экономических систем управления (рис. 3.3.1).

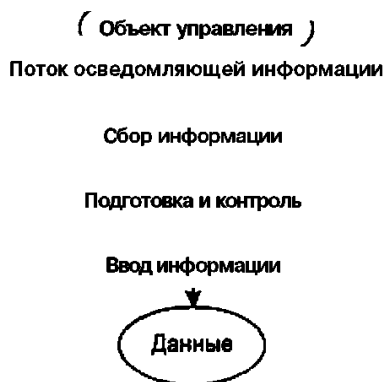


Рис. 3.3.1. Схема преобразования информации в данные

*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.

*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.

*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 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?

## 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. 4.1.1.) – организацию вычислительного процесса (ОВП), преобразование данных и их отображение.

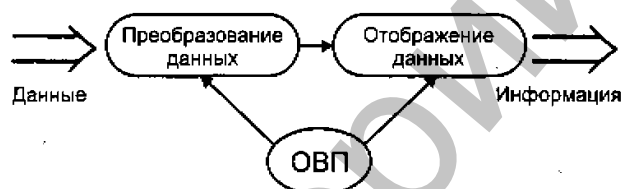


Рис. 4.1.1. Общая схема взаимодействия процедур обработки данных

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), 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 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 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 заданий 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 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 и обрабатывать их. Повторить поступившие данные невозможно, поэтому потеря их недопустима.

*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, на-

капливаются 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 прямой постановке 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 его окончания, так как он заранее не спрогнозирован по какому-то 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. В этой теории при разработке аналитических моделей широко используются понятия и методы теории вероятности.

На рис. 4.2.1 изображена схема организации многомашинной вычислительной системы, где упорядочение очереди из потока заданий осуществляется диспетчером Д1, а ее обслуживание ЭВМ – через диспетчера Д2.



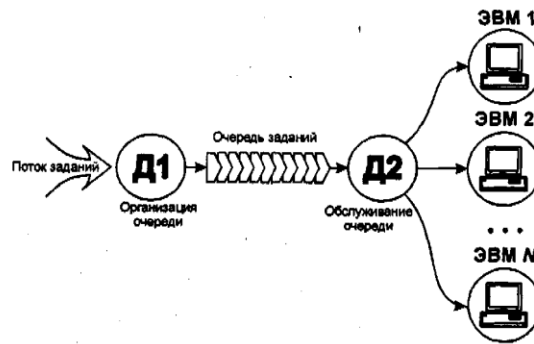


Рис. 4.2.1. Схема организации обслуживания заданий в многомашиной вычислительной системе

Такая система может быть охарактеризована как система с дискретными состояниями и непрерывным временем. Под *дискретными 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  $\mu$ .

Т.е.  $\mu$  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 расче-

тов параметров и показателей эффективности системы массового обслуживания.

**Пример.**

Рассмотрим модель обслуживания вычислительных заданий в системе (см. рис. 4.2.1), 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». Стационарность случайного потока событий означает независимость во времени его параметров (например, постоянных интенсивностей  $\lambda$  и  $\mu$ ). Ординарность указывает на то, что события в потоке появляются поодиночке, а «беспоследствие» – 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  $\mu$ , изобразим размеченный граф состояний нашей системы (рис. 4.2.2.).

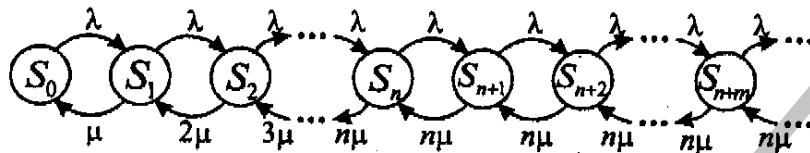


Рис. 4.2.2. Граф состояний многоканальной системы обслуживания с неограниченной очередью

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  $\mu$  (например, в среднем 30 заданий в час), то одновременно работающие две ЭВМ обеспечат интенсивность обслуживания  $2\mu$  три ЭВМ –  $3\mu$ ,  $n$  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 такие показатели эффективности, 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 сумма вероятностей состояний всегда равна 1, т.е.

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

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. 4.2.2.) для определения финальных вероятностей вычислительной системы может быть записана следующая система алгебраических уравнений:

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

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, 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);

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

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

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  $j$  заявок стоят в очереди.

Условием конечности очереди является:

$$\frac{\rho}{n} < 1, \quad \text{или} \quad \frac{\lambda}{n\mu} < 1.$$

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  $\rho > 1$ , то очередь растет до бесконечности 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 –  $L_{оч}$ , в системе –  $L_{сист}$ , среднее время пребывания задания в системе –  $W_{сист}$ , и в очереди –  $W_{оч}$ .

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

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

$$L_{сист} = L_{оч} + \bar{k};$$

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

$$W_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda};$$

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 а передача заданий из очереди на обработку в вычислительные машины, поддержание дисциплины обслуживания в очереди (поддержка системы приоритетов) осуществляются диспетчером Д2 (см. рис. 4.2.1). 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 программе 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, поэтому в вычислительной системе (и в многомашинной, и в одномашинной особенно) требуется решать проблему минимизации времени обработки поступивших в систему заданий. Ино-

гда 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 требует каждая из поступивших задач. Анализ потребности задачи в ресурсах производится на основе ее программы решения. Программа состоит, как правило, из ограниченного набора процедур. После анализа поступивших программ решения задач становится ясно, какая задача каких ресурсов требует и в каком объеме. Критерии, используемые при этом, зависят от степени определенности 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.

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  $T$  ресурсозатрат, приведенных ко времени, будет выглядеть так:

	$R_1$	$R_2$	...	$R_n$
$\Pi_1$	$\tau_{11}$	$\tau_{12}$	...	$\tau_{1n}$
$\Pi_2$	$\tau_{21}$	$\tau_{22}$	...	$\tau_{2n}$
...	...	...	...	...
$\Pi_m$	$\tau_{m1}$	$\tau_{m2}$	...	$\tau_{mn}$

где  $\tau_{ij}$  — 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  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$ ;  $t_{ij}$  – 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:

	$R_1$	$R_2$	...	$R_n$
$Z_1$	$t_{11}$	$t_{12}$	...	$t_{1n}$
$Z_2$	$t_{21}$	$t_{22}$	...	$t_{2n}$
...	...	...	...	...
$Z_m$	$t_{m1}$	$t_{m2}$	...	$t_{mn}$

В вычислительной системе ресурсы чаще всего используются последовательно. Поэтому на основе матрицы  $T_n$  можно выделить последовательность прохождения через обработку задач, которая минимизирует суммарное время. Одним из методов нахождения такой последовательности, т.е. планирования, является метод решения задачи Джонсона, 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 выполнения.

Если в процессе обработки данных используется  $n$  устройств (ресурсов) ВС, нахождение оптимальной последовательности поступающих на решение  $t$  задач, минимизирующих суммарное время обработки, потребует перебора ( $m!$ ) 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 ( $6!$ ) 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. Например, если  $n=3$  (т.е. три ресурса), то производится попарное сложение первого и второго, второго и третьего столбцов и таким образом получают двух-



столбцовую матрицу. 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:

	$R_1$	$R_2$
$Z_1$	$t_{11}$	$t_{12}$
$Z_2$	$t_{21}$	$t_{22}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$
$Z_m$	$t_{m1}$	$t_{m2}$

Алгоритм Джонсона состоит в следующем.

1. В матрице  $T_n$  определяется  $t_{\min} = \min\{t_{11}, t_{12}, \dots, t_{m2}\}$ .
2. Из задач  $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$  выбираются задачи, для которых ресурсоемкость хотя бы по одному устройству была равна  $t_{\min}$ , т.е. в данном случае выбирают задачи  $Z_i$ , у которых хотя бы одна из двух  $t_{ij} = \min$ .
3. Задачи группируют по минимальному времени их исполнения на первом и втором устройствах.
4. В начало последовательности обрабатываемых задач ставят  $Z_i (t_{\min}, t_o)$ , в конец –  $Z_i (t_{i1}, t_{\min})$ .
5. Задачи, вставленные в последовательность обрабатываемых задач, исключаются из матрицы  $T_n$ .
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 осуще-

ствляет 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 последовательности) 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 диспетчирования, планировщика и супервизора. Но в более мощных ЭВМ, таких, как серверы и особенно мейнфреймы, подобные управляющие программы оказывают решающее влияние на работоспособность и надежность ВС. Например, к UNIX-серверам могут обращаться с заданиями одновременно сотни пользователей, а к мейнфреймам – 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 начинает 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 уровне реализуется последовательным набором машинных команд (машинной программой).

На логическом уровне алгоритм преобразования данных выглядит как программа, составленная на формализованном человекомашинном языке – алгоритмическом языке программирования. ЭВМ понимает только машинные команды, поэтому про-

граммы 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, или 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 множества узлов-операций, соединенных дугами с множеством узлов информационных элементов (рис. 4.4.1.).

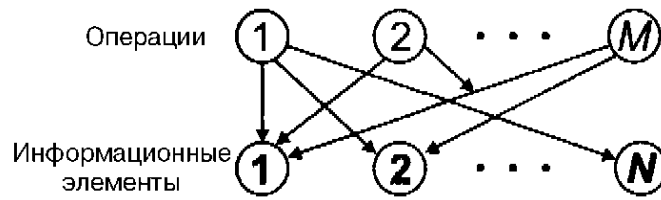


Рис. 4.4.1. Граф преобразования данных

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.

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 связаны. Другими словами, получим матрицу  $L$ :

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

При таком представлении задача состоит в разбиении множества операций преобразования данных матрицы  $L$  на непересекающиеся 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 про-

цедурой 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.

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  $A_3, A_4, \dots, A_m$  (рис. 4.4.2).

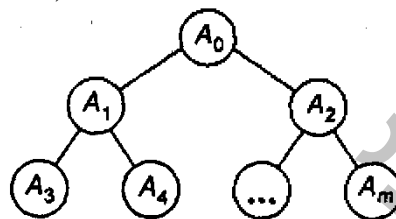


Рис. 4.4.2. Граф алгоритма

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. 4.4.3 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. 4.4.3.).

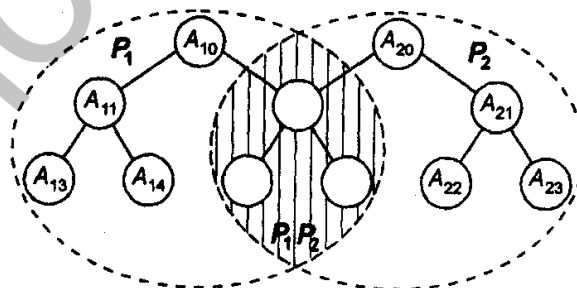


Рис. 4.4.3. Объединение графов алгоритмов

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. 4.4.4, где представлен фрагмент вычислительного графа программной системы, головным является вычислительный модуль  $M_0$ . Ему подчинены модули, находящиеся на ниже лежащих 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.

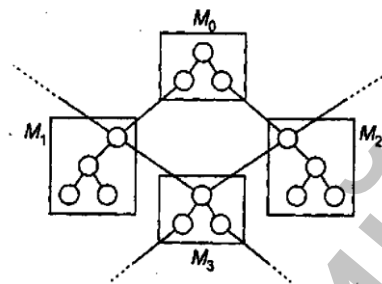


Рис. 4.4.4. Фрагмент вычислительного графа программной системы

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.

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

Рассмотрим граф, описывающий последовательность процессов большой программы (рис. 4.5.1).

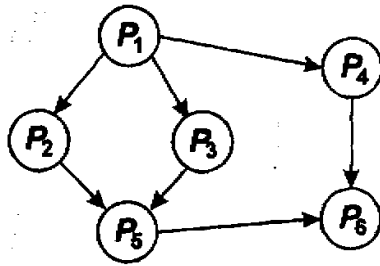


Рис. 4.5.1. Граф выполнения большой программы

Из рис. 4.5.1 видно, что выполнение процесса  $P_5$  не может начаться до завершения процессов  $P_2$  и  $P_3$  и, в свою очередь, выполнение данных процессов 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  $T_s$  ко 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  $i, j$  ( $ioj$ ) 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. 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.

Структура ОКОД (один поток команд – один поток данных), или SISD (Single Instruction stream – Single Data stream), – однопроцессорная ЭВМ (рис. 4.5.2.1).

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

Структура МКОД (много потоков команд – один поток данных), или MISD (Multiple Instruction stream – Single Data stream), – конвейерная МГТС (рис. 4.5.2.3). 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.

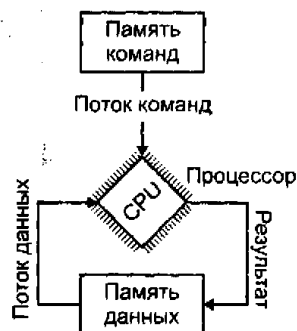


Рис. 4.5.2.1. Структура ОКОД (SISD): CPU – процессор



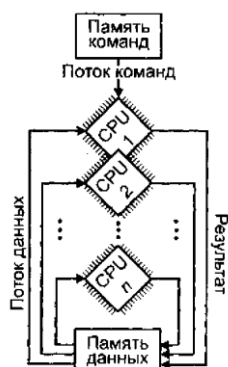


Рис. 4.5.2.2. Структура ОКМД (SIMD)

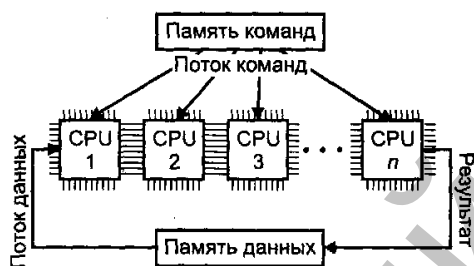


Рис. 4.5.2.3. Структура МКОД (MISD)

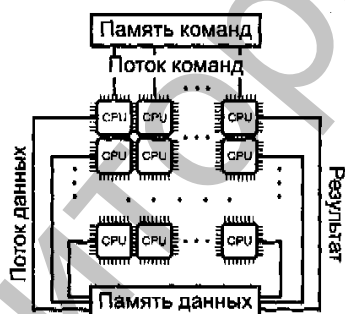


Рис. 4.5.2.4. Структура МКМД (MIMD)

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

### 4.5.3. 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 соответствующим элементам пары векторов). Для настройки конвейера на конкретную операцию может потребоваться 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, состав-

ленная 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 (сильно связанных 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 мультипроцессорных 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 потоко-

вых 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 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 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 ко 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 – производит счи-

тывание 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. 4.5.3.1.

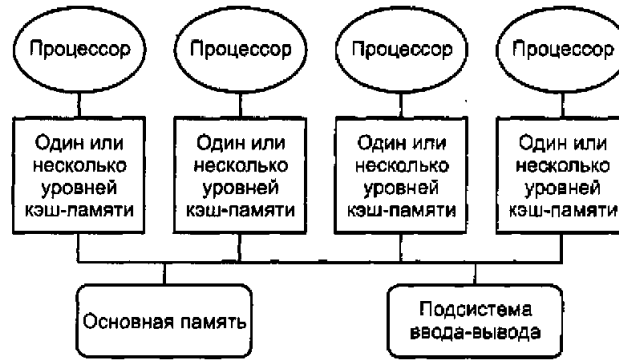


Рис. 4.5.3.1. Типовая архитектура мультипроцессорной системы с общей памятью

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 популярны благодаря оптимальному соотношению «стоимость / производительность». В первых разработках подобного типа машин удавалось разместить весь процессор 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. 4.5.3.1).

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* (*snooping*). При этом каждый кэш-модуль, который содержит копию данных некоторого блока физической памяти, имеет также соответствующую копию служебной информации о его состоянии: система записей отсутствует. Обычно кэш-модули 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 наблю-

даться 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 некогерентная.

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 – записи процессора P1 и будет хранить это записанное процессором P1 значение неограниченно долго.

**Многопроцессорные системы с локальной памятью и многомашинные 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. 4.5.3.2 показана структура такой системы.

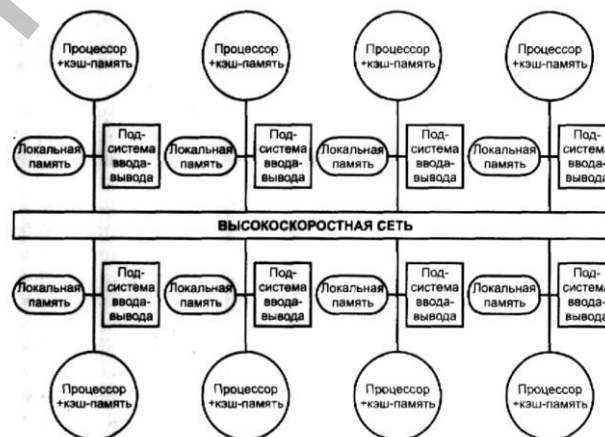


Рис. 4.5.3.2. Типовая архитектура мультипроцессорной системы с распределенной памятью



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 процессоров, которые удается поддерживать на 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 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 существенно 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.

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.

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 большого размера необходима методика, позволяющая эффективно масштабировать структуру справочника.

#### 4.6. 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. 4.6.1).

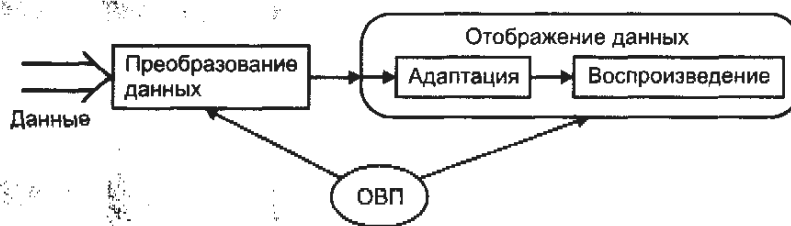


Рис. 4.6.1. Схема взаимодействия процедур при отображении данных

В современных информационных технологиях при воспроизведении информации предпочтение отдано не текстовым режимам (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, любое плоское изображение можно свести к списку координат составляющих 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.

#### 4.6.1. 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. 4.6.1.1).

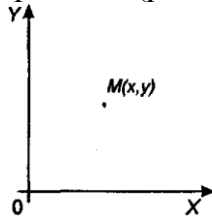


Рис. 4.6.1.1. Точка в прямоугольной системе координат

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:  $x^* = \alpha x + \beta y + X$ ;  $y^* = \lambda x + \delta y + \mu$ , где  $\alpha, \beta, \lambda, \delta$  – произвольные числа, связанные неравенством

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

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

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  $\varphi$ ) (рис. 4.6.1.2) описывается формулами:  $x^* = x \cos \varphi - y \sin \varphi$ ,  $y^* = x \sin \varphi + y \cos \varphi$ .

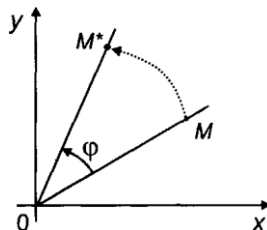


Рис. 4.6.1.2. Поворот точки на угол  $\varphi$

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

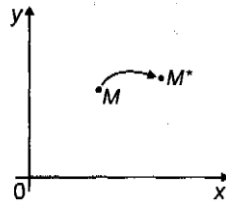


Рис. 4.6.1.3. Растяжение вдоль осей

Растяжение (сжатие) вдоль оси абсцисс обеспечивается при условии, что  $a > 1$  ( $a < 1$ ). На рис. 4.6.1.3.  $a = \delta > 1$ .

**В.** Отражение (относительно оси абсцисс) (рис. 4.6.1.4) задается при помощи формул:  $x^* = x$ ;  $y^* = -y$ .

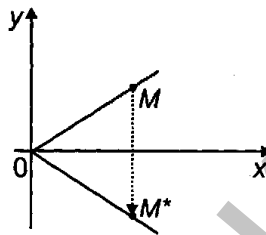


Рис. 4.6.1.4. Отражение относительно оси абсцисс

**Г.** На рис. 4.6.1.5. вектор переноса  $MM^*$  имеет координаты  $X$  и  $Y$ . Перенос обеспечивают соотношения:  $x^* = x + X$ ;  $y^* = y + Y$

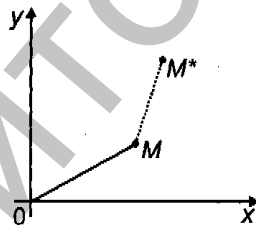


Рис. 4.6.1.5. Перенос точки

Выбор этих четырех частных случаев определяется двумя обстоятельствами.

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 последовательное 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.

#### 4.6.2. 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 мини-

мальные для графических систем требования к ресурсам ЭВМ (памяти и производительности).

Растровый (экранный) метод привнесен в компьютерную графику из телевидения. При использовании этого метода электронный 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, деления времени, реального времени.
4. Как организуется обслуживание задач в вычислительной системе?
5. Опишите модель обслуживания задач в многомашинной вычислительной системе с очередью.
6. Поясните модель планирования вычислительного процесса при минимизации суммарного времени обработки.
7. В чем состоит суть процедуры преобразования данных и как она реализуется в ЭВМ?
8. Что такое конвейерная обработка данных?
9. Объясните принцип управления потоком данных.
10. За счет чего увеличивается производительность мультипроцессорных систем по сравнению с однопроцессорными системами?
11. Как строятся мультипроцессорные системы с общей памятью?
12. Как строятся мультипроцессорные системы с индивидуальной памятью?
13. Какие недостатки имеет структура МПС с общей памятью перед МПС с индивидуальной памятью?
14. Что служит теоретической базой для создания моделей компьютерной графики?
15. Какие вы знаете преобразования на плоскости?
16. Опишите два основных метода получения графического изображения на экране монитора.



## 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. Промежуточные 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 сортировке, состоящие в изменении порядка расположения данных при их хранении или извлечении.

## **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 безызбыточная 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.

Формализовано 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:

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

Равное 1, если между  $d_i$  и  $d_j$  отношение существует; равно 0, в противном случае;  $i=1..S$ ;  $j=1..S$ .

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  $q_{ij} = 1$ .

Для простоты принимают, что каждый информационный элемент недостижим из самого себя:

$$d_i = \overline{R_0} d_j; \quad i = \overline{1, S}.$$

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:

$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

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. 5.1.1.

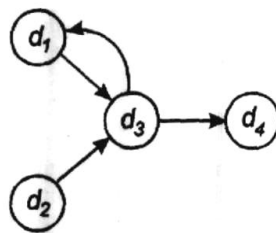


Рис. 5.1.1. Информационный граф  $G = (D, R_0)$

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  $(d_i, d_j)$  смыслового отношения достижимости  $R$ . Элемент достижим из элемента  $d_j$ , т.е. выполняется условие  $d_i R_0 d_j$ , если на графе  $G (D, R_0)$  существует направленный путь от вершины  $d_j$  к вершине  $d_i$  (в процессе получения значения элемента  $d_i$  используется значение элемента  $d_j$ ). Если  $d_i R_0 d_j$ , то отношение достижимости между элементами  $d_i$  и  $d_j$  отсутствует и в позиции  $(y)$  матрицы  $M$  записывают 0. Отношение достижимости транзитивно.

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.

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. 5.1.1) матрица  $M$  будет выглядеть следующим образом:

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \end{matrix}.$$

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  $R_0$ . 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  $A(d_i)$  и достижимости  $R(d_j)$  (рис. 5.1.2).

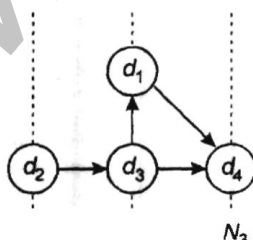


Рис. 5.1.2. Информационный граф  $G_s(A, R)$

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 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 последовательность и циклы обработки на каждом уровне. Кроме того, удаляют-

ся 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.

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.

### Пример.

Для пояснения логической структуры основных моделей баз данных рассмотрим такую простую задачу: необходимо разработать логическую структуру БД для хранения данных о трех поставщиках:  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ , которые могут поставлять товары  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$  в следующих комбинациях: поставщик  $\Pi_1$  – все три вида товаров, поставщик  $\Pi_2$  – товары  $T_1$  и  $T_3$ , поставщик  $\Pi_3$  – 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. 5.2.1).

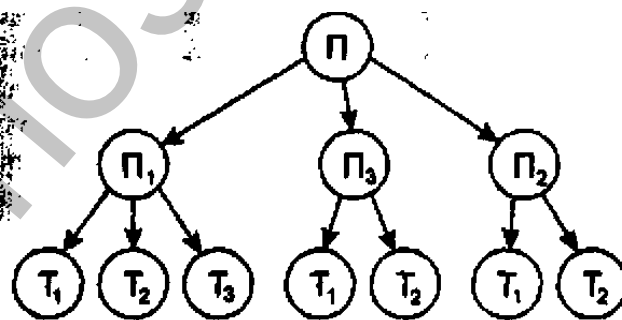


Рис. 5.2.1. Иерархическая модель БД

На верхнем, первом уровне находится информация об объекте «поставщики» ( $\Pi$ ), на втором – о конкретных поставщиках, 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). 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. 5.2.2). На диаграмме указаны независимые (основные) типы данных  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ , 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.

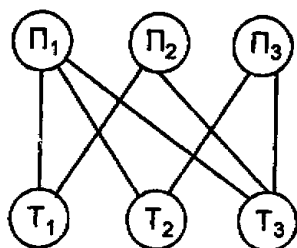


Рис. 5.2.2. Сетевая модель БД

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 столбца 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. 5.2.3).

П <sub>1</sub>
П <sub>2</sub>
П <sub>3</sub>

Т <sub>1</sub>
Т <sub>2</sub>
Т <sub>3</sub>

П <sub>1</sub>	Т <sub>1</sub>
П <sub>1</sub>	Т <sub>2</sub>
П <sub>1</sub>	Т <sub>3</sub>
П <sub>2</sub>	Т <sub>1</sub>
П <sub>2</sub>	Т <sub>3</sub>
П <sub>3</sub>	Т <sub>2</sub>
П <sub>3</sub>	Т <sub>3</sub>

Рис. 5.2.3. Реляционная модель БД

### 5.2.1. 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 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 ОБД 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 невидимыми (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 основной функцией.

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, так 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 работы с данными (рис.5.3.1).

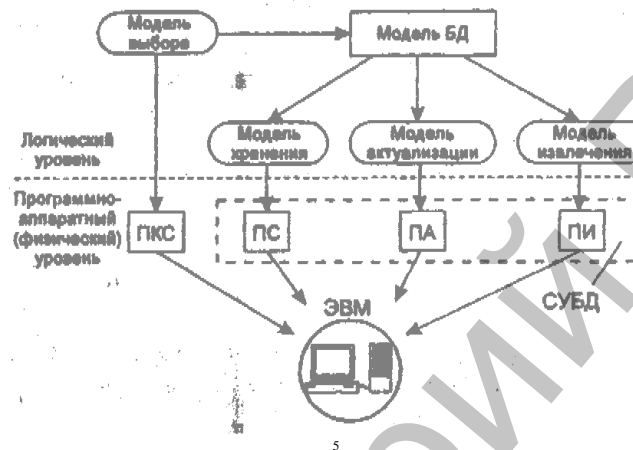


Рис. 5.3.1. Состав моделей и программ процесса накопления

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).

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. 5.3.1 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. 5.3.2). С помощью средств создания БД проектировщик, используя язык описания данных (ЯОД), переводит логическую модель БД в физическую структуру, а применяя язык манипуляции данными (ЯМД), раз-

работывает 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.

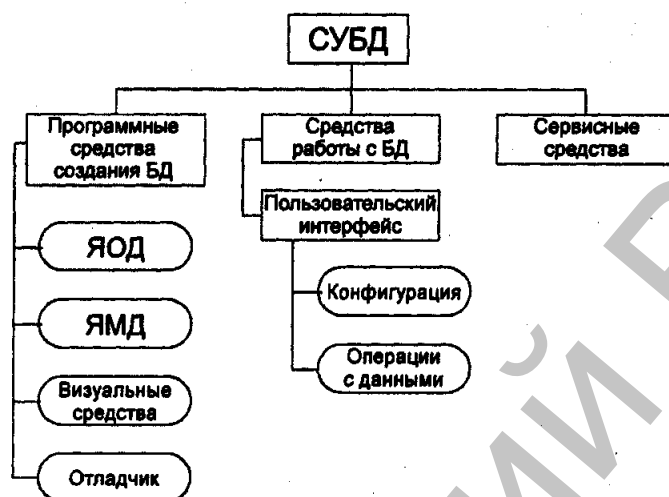


Рис. 5.3.2. Состав системы управления базой данных

Средства работы с данными предназначены для пользователя БД. Они позволяют установить удобный (как правило, графический многооконный) интерфейс с пользователем, 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 редактирования Word или таблицей из табличной системы Excel либо 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 дис-

ках 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. Дайте формализованное описание модели выбора хранимых данных.
5. Нарисуйте информационный граф и объясните его назначение.
6. Чем отличаются матрицы достижимости и смежности?
7. В чем состоит отличие входных, промежуточных и выходных наборов данных? Какие из них подлежат хранению?
8. Что такое каноническая структура информационной базы?
9. Определите понятие «база данных».
10. Расскажите об основных моделях баз данных.
11. В каком виде воспринимается пользователем реляционная база данных?
12. Приведите примеры структуры реляционной БД.
13. Каковы правила целостности реляционной БД?
14. Объясните суть объектно-ориентированного программирования и объектной модели базы данных.
15. Нарисуйте схему состава и взаимосвязей моделей и программ процесса накопления данных.

16. Объясните назначение средств реализации системы управления базами данных.

Репозиторий ВГУ

## ГЛАВА 6. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ОБМЕНА ДАННЫМИ

Обмен данными происходит в любой вычислительной системе. Например, в персональном компьютере 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 команды, собственные данные в компьютере имеют одну и ту же двоичную 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 согласо-



ния 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.

## 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 межкомпьютерные 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.

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: «звезда» (star), «кольцо» (ring), «шина» (bus).

**Звезда.** Топология звезда характерна тем, что в ней все узлы соединены с одним центральным узлом (рис. 6.2.1).

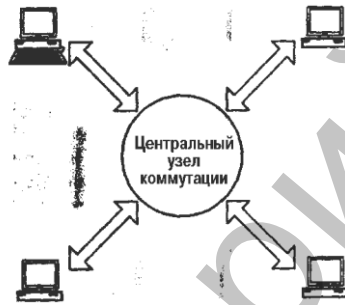


Рис. 6.2.1. Звездообразная топология сети

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. 6.2.2).

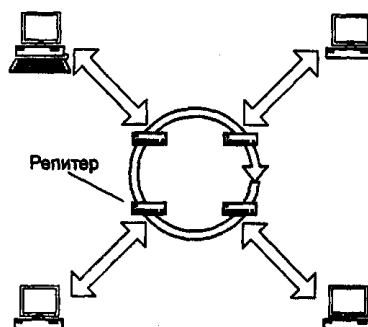


Рис. 6.2.2. Кольцевая топология сети

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 единой связи с помощью трансиверов (приемопередатчиков) (рис. 6.2.3).



Рис. 6.2.3. 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

стра, это не скажется на работе, 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 – это объем данных).

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. 6.2.4).



Рис. 6.2.4. Топология «звезда – шина»

При топологии звезда – кольцо несколько звездообразных сетей соединяется своими центральными узлами коммутации в кольцо (рис. 6.2.5).

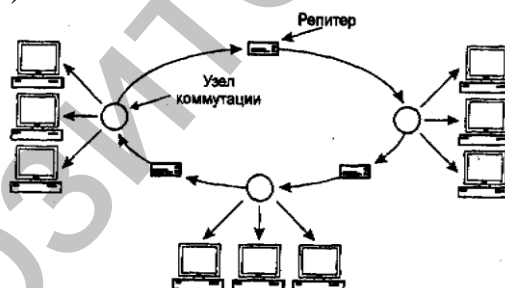


Рис. 6.2.5. Топология «звезда – кольцо»

### 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. 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 ними 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. 6.3.1.

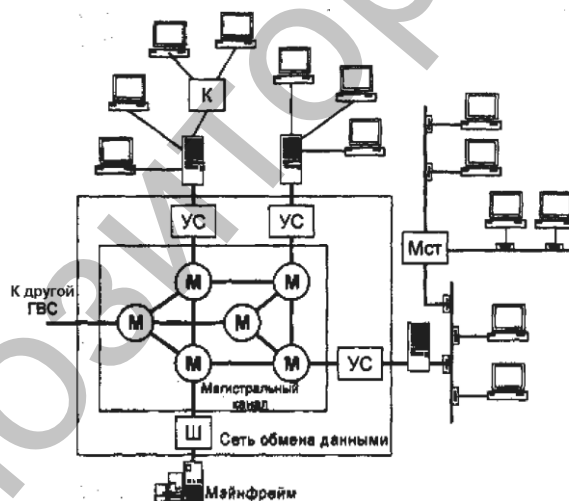


Рис. 6.3.1. Типовая топология глобальной информационно-вычислительной сети

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. 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. В 1979 г. эти усилия увенчались успехом и была предложена, как указывалось выше, эталонная модель взаимодействия открытых систем (рис. 6.4.1). 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 конечным 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 конечными 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 конечные 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 свя-

зи 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.

На каждом уровне блок данных принимается от вышестоящего уровня, к данным добавляется управляющая информация, и блок передается нижестоящему уровню. Данный уровень не просматривает блок данных, который он получает от вышестоящего уровня. Следовательно, уровни самостоятельны и изолированы друг от друга.

На рис. 6.4.1. показан пример конкретной многоуровневой архитектуры связи. Между источником и получателем информации включен промежуточный узел. Пакет, поступающий по физической среде, связывающей исходящий узел с промежуточным, направляется на сетевой уровень этого узла, на котором определяется следующая часть пути в составе маршрута через сеть.



Рис. 6.4.1. Семиуровневая архитектура ВОС

## 6.5. 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 частот.



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 состоят 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  $n = 128$  определяем, что длина кодовой комбинации  $n - 1$ . 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, 110, 011, 101, 111 (других комбинаций быть не может) только четыре, но так, чтобы они максимально отличались друг от друга: 000, 011, 101, 110.

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, 110 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.

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. ГЛОБАЛЬНАЯ СЕТЬ ИНТЕРНЕТ**

### **6.6.1. 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. 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 – 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 сотни миллионов пользователей.

Интернет стал основным средством связи. Не только компьютеры, но телефоны, телевизоры, видеокамеры и другие устройства подключаются напрямую к сети Интернет. Умение работать в Интернете – обязательное условие для достижения успехов практически в любой области деятельности.

#### 6.6.2. 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. 6.6.2.1), 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 пропускной способностью. Информацию можно переносить и с помощью спутниковых систем связи. Спутники позволяют пере-

давать информацию между континентами через космическое пространство.

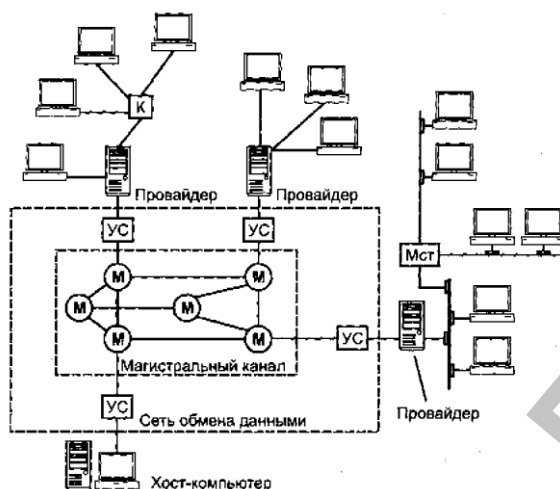


Рис. 6.6.2.1. Схема соединения компьютеров в Интернете

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 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. – backbone), 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), 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 обеспе-

чивает 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, так как во время сеанса вы полноправный пользователь Интернета, но по окончании сеанса связь с Интернетом разрывается.

### 6.6.3. 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 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 – 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 – 192.145, адрес подсети – 9; адрес компьютера – 150. Полный адрес: 192.145.9.150.

*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. 6.6.3).

Таблица 6.6.3.

Цифровой адрес	Имя машины	Синонимы
127.0.0.1	Localhost	Localhost
144.206.160.32	Polyn	Polyn
144.206.160.40	Apollo	www

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 были определены первые домены верхнего уровня: gov, mil, edu, com, net. Позднее, когда сеть перешагнула национальные границы США, появились национальные домены типа uk, jp, au, ch и т.п. Для СССР также был выделен домен. 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.

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 взаимодействовать разные компьютеры 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 TCP разбивает информацию на порции, нумерует все порции, чтобы при получении можно было правильно собрать информацию. Каждый пакет получает заголовок TCP, где, кроме адреса получателя, содержится информация об исправлении ошибок и о последовательности передачи пакетов. Затем пакеты TCP разделяются на еще более мелкие пакеты IP.

Пакеты состоят из трех различных уровней, каждый из которых содержит: данные приложения, информацию TCP, информацию IP.

Перед отправкой пакета протокол TCP вычисляет контрольную сумму. При поступлении снова рассчитывается контрольная сумма, если пакет поврежден, то запрашивается повторная передача. Затем принимающая программа объединяет пакеты IP в пакеты TCP, из которых реконструируются исходные данные.

Протоколы TCP/IP обеспечивают передачу информации между компьютерами. Все остальные протоколы с их помощью реализуют самые разные услуги Интернета.

#### 6.6.4. 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;
- 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).



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 прикладного уровня и использует транспортный протокол TCP. Однако совместно с этим протоколом используется и UUCP, который хорошо подходит для использования телефонных линий связи.

Разница между SMTP и UUCP заключается в том, что при использовании первого протокола 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 нему 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 обзреть 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 Австралии 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.

*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 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)».

#### 6.6.5. 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.

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 рекламы, а также в качестве инструмента исследования. Число хост-компьютеров в Сети составляет сейчас более восьми миллионов и растет во всех регионах (Северная Америка, Европа, Азия и др.) с приблизительно одинаковой скоростью – 130% в год.

Общий оборот индустрии Интернета в 2008 г., по примерным оценкам составил более 9 трлн долларов. К тому времени в Сети функционировало около 18000 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 пользователей Интернета в 2008 г. составило более 1,3 млрд человек. Уровень развития Сети в каждой стране тесно связан с ее общим уровнем инфраструктуры телекоммуникаций и компьютеризации.

*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 совершили хотя бы одну покупку в магазинах, работающих в режиме on-line. Объем розничных продаж в Сети составил около 800 млрд долларов.

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.

*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 случае.

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 удастся снизить с 1 дол. до 1 цента, т.е. в 100 раз.

Считается, что, используя интернет-технологии, традиционные компании могут сократить издержки, что означает увеличение прибыли. 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 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.

**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, находящиеся 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).

Для вложения наличности клиент просто связывается с банком и отправляет ему полученную, 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 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: страна – один электронный узел, что повлекло снижение привлекательности платежной системы и в конце концов привело 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 пользова-



теля, 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 компьютера, на котором 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 данной 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.

Система PayCash предполагает возможность участия в ней неограниченного числа банков, каждый из которых может выпустить собственные электронные деньги, которые могут находиться в одном «кошельке», 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 одними и теми же электронными денежными единицами.

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.

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.

## 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. Нарисуйте схемы комбинированных топологий компьютерных сетей.
6. Поясните суть однородных сетей и сетей, созданных на основе сервера.
7. Нарисуйте и поясните типовую топологию глобальной вычислительной сети.
8. Расскажите о методах коммутации в компьютерных сетях, дайте их сравнительную оценку.
9. Что такое протокол обмена данными в компьютерной сети? Какова иерархия протоколов эталонной модели открытых систем? Какие функции выполняет процедура передачи данных?
10. Для чего выполняется операция кодирования сообщений при передаче? Объясните принципы кодирования.
11. Какие приняты стандарты скорости передачи данных по каналам связи?
12. Какие методы случайного доступа к сети Вы знаете? Дайте их сравнительную оценку.
13. Что такое Интернет?
14. Нарисуйте схему сети Интернет.
15. Какова система адресации в Интернете?
16. Какие сетевые протоколы применяются в Интернете?
17. Расскажите об услугах Интернета.
18. Что такое электронный рынок? Продажи каких товаров производятся через Интернет?
19. 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). 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. Эффективность 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 общения, 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 ин-

терфейса 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 «знания». 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, определяющие связь знаний с миром, друг с другом и системой человеческих действий, должны подчиняться особым правилам 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. Общепризнано, 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 взаимосвязанными 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.

Существуют различные подходы к классификации знаний. Предлагаемые классификации носят открытый характер. Так, вы-

деляют 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, 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 зави-

сит 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 процес-



са представления знаний 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», 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  $\Gamma$ ;

$A$  – 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 порождаются 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 семантиче-

ски 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 изменяются. 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 не точных и противоречивых 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 I – имя фрейма;

$$\langle V_k, q_k, p_k \rangle \}, \text{ – слот;}$$

$V_k$  – 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 соответствие 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 используются 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 и 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. 7.3.1.1), так как мощность ЭС зависит в первую очередь от количества и качества знаний, хранимых в ней.

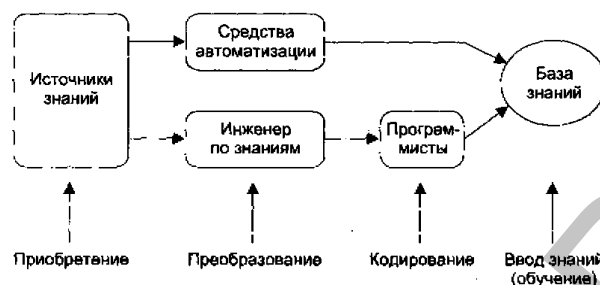


Рис. 7.3.1.1. Процедура приобретения знаний

Процессу приобретения знаний присущи проблемы психологического, гносеологического и лингвистического свойства. Указанные проблемы рассматриваются в плане облегчения и повышения эффективности взаимодействия эксперта и инженера по знаниям, повышения степени адекватности модели 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.

Процесс приобретения знаний и разработки прототипа ЭС стремятся максимально автоматизировать. Основная задача автоматизации 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, методика, 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 ас-



социативной связи. Синтез этой концепции и полиморфизма приводит к новой концепции 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 получаются путем статистической обработки текстов, в основе которой лежат универсальные механизмы 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 неадекват-

ность 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 интеллектуальные 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, так и большие затраты времени и ресурсов. Процесс приобретения знаний поглощает 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. ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ**

### **8.1. ОБЪЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ**

В условиях повсеместной информатизации управленческих процессов технологический комплекс решения функциональных задач и подготовки управленческих решений выполняет информационная система (ИС), основу которой составляют информационные технологии (ИТ).

Создание ИС и ИТ представляет собой сложный процесс проектирования. Он включает частичный или полный пересмотр деятельности аппарата управления в условиях вновь создаваемой в организации информационно-технологической среды. Поэтому целью проектирования являются подготовка проектных документов и внедрение человекомашинной системы управления организацией. Основу такой системы составляют автоматизированная технология получения необходимой для информационного обслуживания специалистов-менеджеров результатной информации, а также обеспечение их многовариантными расчетами для принятия в режиме реального времени обоснованных решений.

В процессе проектирования выявляются наиболее существенные характеристики экономического объекта, изучаются его внешние и внутренние информационные потоки, создаются математические и физические аналоги исследуемой системы и ее элементов, устанавливаются условия взаимодействия человека и технических средств управления. Значительное внимание уделяется детальной разработке архитектуры ИС в целом, а также проектных решений по отдельным ее объектам и элементам, их анализу, практической апробации и внедрению.

Рассматривая ИС в технологическом аспекте, можно выделить аппарат управления (АУ). Оставшиеся компоненты – информационная технология (ИТ), информационная система решения функциональных задач (ИСФЗ) и система поддержки принятия решений (СППР) – информационно и технологически взаимосвязаны и составляют основу архитектуры ИС (рис. 8.1.1).

Объектами проектирования ИТ являются обеспечивающие подсистемы, реализующие процедуры сбора, передачи, накопления и хранения информации, ее обработки и формирования результатов расчетов в нужном для пользователя виде. ИТ пред-

ставляет собой информационно-технологический базис для функционирования ИСФЗ и СППР.



Рис. 8.1.1. Структурные составляющие ИС и ИТ организации

Объектами проектирования ИСФЗ являются процессы автоматизации решения функциональных задач. Применительно к промышленному предприятию это автоматизация решения задач технологической подготовки производства, оперативного управления основным производством, составления бизнес-планов, управления логистическими процессами, финансового менеджмента, бухгалтерского учета и внутреннего аудита и т.п. Эти процессы соответствуют важнейшим функциям управления и функциональным подсистемам ИС организации (предприятия). Каждая из функциональных подсистем представляет собой набор комплексов задач, состоящих из отдельных задач с конкретным алгоритмом преобразования исходной информации в результатную.

Тщательно спроектированное технологическое обеспечение информационной технологии позволяет не только успешно решать функциональные задачи управления, но и в рамках СППР менеджерам и руководителям организации проводить в интерактивном режиме аналитическую и прогнозную работу для последующего принятия управленческих решений.

Технологическое обеспечение ИТ, как правило, по составу для ИС различных экономических объектов однородно, что позволяет реализовывать принцип совместимости информационных систем в процессе их функционирования. Обязательными эле-

ментами проектируемого технологического обеспечения ИТ являются: информационное, лингвистическое, техническое, программное, математическое, организационное, правовое, эргономическое. Охарактеризуем каждое из них более подробно.

**Информационное обеспечение** (ИО) представляет собой совокупность проектных решений по объемам, размещению, формам организации информации, циркулирующей в ИС. Оно включает в себя специально организованные для автоматического обслуживания совокупность показателей, классификаторов и кодовых обозначений элементов информации, унифицированные системы документации, массивы информации в базах и банках данных на машинных носителях, а также персонал, обеспечивающий надежность хранения, своевременность и качество технологии обработки информации.

**Лингвистическое обеспечение** (ЛО) объединяет совокупность языковых средств для формализации естественного языка, построения и сочетания информационных единиц в ходе общения пользователей со средствами вычислительной техники. С помощью лингвистического обеспечения осуществляется общение человека с машиной. ЛО включает информационные языки для описания структурных единиц информационной базы (документов, показателей, реквизитов и т.п.); языки управления и манипулирования данными информационной базы ИТ; языковые средства информационно-поисковых систем; языковые средства автоматизации проектирования ИС и ИТ; диалоговые языки специального назначения и другие языки; систему терминов и определений, используемых в процессе разработки и функционирования автоматизированных ИС и ИТ.

**Техническое обеспечение** (ТО) представляет собой комплекс технических средств (технические средства сбора, регистрации, передачи, обработки, отображения, тиражирования информации, оргтехника и др.), обеспечивающих работу ИТ. Центральное место среди всех технических средств занимает ПК. Структурными элементами технического обеспечения наряду с техническими средствами являются также методические и руководящие материалы, техническая документация и обслуживающий их персонал.

**Программное обеспечение** (ПО) включает совокупность программ, реализующих функции и задачи ИС и обеспечивающих устойчивую работу комплексов технических средств. В состав программного обеспечения входят общесистемные и специальные программы, а также инструктивно-методические материалы по применению средств программного обеспечения и пер-

сонал, занимающийся его разработкой и сопровождением на весь период жизненного цикла ИТ.

К *общесистемному программному обеспечению* относятся программы, рассчитанные на широкий круг пользователей и предназначенные для организации вычислительного процесса и выполнения часто встречающихся вариантов обработки информации. Они позволяют расширить функциональные возможности ЭВМ, автоматизировать планирование очередности вычислительных работ, а также автоматизировать работу программистов. Специальное программное обеспечение представляет собой совокупность программ, разрабатываемых при создании ИТ конкретного функционального назначения. Оно включает пакеты прикладных программ, осуществляющих организацию данных и их обработку при решении функциональных задач ИС.

***Математическое обеспечение (МО)*** – совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при решении функциональных задач и в процессе автоматизации проектировочных работ. Математическое обеспечение включает средства моделирования процессов управления, методы и средства решения типовых задач управления, методы оптимизации исследуемых управленческих процессов и принятия решений (методы многокритериальной оптимизации, математического программирования, математической статистики, теории массового обслуживания и т.п.). Техническая документация по этому виду обеспечения ИТ содержит описание задач, задания по алгоритмизации, экономико-математические методы и модели решения задач, текстovку и контрольные примеры их решения. Персонал составляют специалисты в области организации управления объектом, постановщики функциональных задач, математики-специалисты по моделированию процессов управления и вычислительным методам, проектировщики ИТ.

***Организационное обеспечение (ОО)*** представляет собой комплекс документов, составленный в процессе проектирования ИС, утвержденный и положенный в основу эксплуатации. Они регламентируют деятельность персонала ИС в условиях функционирования ИТ, ИСФЗ и СППР. В процессе решения задач управления данный вид обеспечения определяет взаимодействия работников управленческих служб и технологического персонала ИТ с техническими средствами и между собой. Оно формируется при проведении предпроектного обследования, составлении технического задания и технико-экономического обоснования на проектирование, разработке проектных решений в процессе проектирования, выборе автоматизируемых задач, типовых проект-



ных решений и пакетов прикладных программ (ППП), что отражается в технорабочей документации, а в процессе внедрения системы и ее эксплуатации корректируется и пополняется по мере расширения круга решаемых задач.

**Правовое обеспечение (ПрО)** представляет собой совокупность правовых норм, регламентирующих правоотношения при создании и внедрении ИС и ИТ. Правовое обеспечение на этапе разработки ИС и ИТ включает нормативные акты, связанные с договорными отношениями разработчика и заказчика, с правовым регулированием различных отклонений в ходе этого процесса, а также акты, необходимые для обеспечения процесса разработки ИС и ИТ различными видами ресурсов. Правовое обеспечение на этапе функционирования ИС и ИТ включает определение их статуса, правового положения и компетенции звеньев ИС и ИТ в организации, прав, обязанностей и ответственности персонала, порядка создания и использования информации в ИС, процедур ее регистрации, сбора, хранения, передачи и обработки, порядка приобретения и использования вычислительной и телекоммуникационной техники и других технических средств, создания и использования математического и программного обеспечения.

**Эргономическое обеспечение (ЭО)** как совокупность методов и средств, используемых на разных этапах разработки и функционирования ИС и ИТ, предназначено для создания оптимальных условий высококачественной, высокоэффективной и безошибочной деятельности человека в ИТ, для ее быстрейшего освоения. В состав эргономического обеспечения ИТ входят: комплекс документации, содержащей эргономические требования к рабочим местам, информационным моделям, условиям деятельности персонала, а также набор наиболее целесообразных способов реализации этих требований и осуществления эргономической экспертизы уровня их реализации; комплекс методов учебно-методической документации и технических средств, обеспечивающих обоснование и формулировку требований к уровню подготовки персонала, а также формированию системы отбора и подготовки персонала ИТ; комплекс методов и методик, обеспечивающих высокую эффективность деятельности персонала в ИТ.

Рассмотренные обеспечивающие подсистемы ИТ, как правило, аналогичны по составу для ИС различных экономических объектов. Другое дело набор функциональных подсистем, входящих в составы ИС, ИСФЗ и СППР. Их состав зависит от типа основной деятельности объектов (экономическая, производствен-

ная, административная, сбытовая и т.п.), сферы их функциональной направленности (производящие продукцию того или иного вида, оказывающие транспортные, финансовые, банковские, страховые услуги и т.п.), уровней управленческой деятельности (общегосударственный, региональный, муниципальный и т.п.).

Состав, порядок и принципы взаимодействия функциональных подсистем устанавливаются с учетом достижения стоящей перед экономическим объектом цели функционирования. Основными принципами выделения самостоятельных подсистем, комплексов задач и отдельных расчетов являются: относительная их самостоятельность, т.е. наличие объекта управления, конкретного набора функций и соответствующих им задач с четко выраженной целью функционирования.

Не менее важными объектами проектирования являются *автоматизированные рабочие места* (АРМ) специалистов-менеджеров и руководителей различных звеньев и уровней управления организацией. Определяющим в этом процессе является профессиональная ориентация работника. Учитывается, что специалисты-менеджеры и руководители среднего звена решают главным образом задачи тактического характера: занимаются среднесрочным планированием, анализом и организацией работ в течение ограниченного временного отрезка, например, анализом и планированием поставок материальных ресурсов, сбытом готовой продукции, составлением производственных программ. АРМ такой категории работников проектируются с учетом специфических особенностей решаемых ими задач. Такими особенностями являются периодичность (регламентированность) формирования результатных документов, четко определенные алгоритмы решения задач, использование разнообразной нормативно-справочной и оперативной информации, накапливаемой и сохраняемой в информационной базе АРМ специалиста либо на файл-сервере корпоративной ИС.

## **8.2. СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ**

Развитие современных информационных технологий открывает широкие возможности для совершенствования процесса управления. Создание системы поддержки принятия решений создает реальные условия менеджерам и руководителям любого уровня для того, чтобы оперировать в процессе аналитической работы и подготовки решений не только количественными пара-

метрами, но и оценивать, и учитывать качественные стороны управленческих процедур. Это оказалось чрезвычайно актуальным для российской практики, где с начала 1990-х годов стали внедряться рыночные принципы хозяйствования. В настоящее время проблема комплексной автоматизации управленческой деятельности стала актуальной для каждой организации (предприятия, фирмы) вне зависимости от ее размеров, профильной ориентации, сложности иерархии управления. Не допустить снижения уровня ликвидности и рентабельности, обеспечить координацию планов, анализ причин отклонений фактических от плановых показателей, разработать рекомендации по обеспечению выживания организации на ближайшую перспективу – далеко не полный перечень задач, который должен решаться менеджером и руководителем организации в автоматизированной среде СППР, входящей в состав ИС организации.

Накопленный многолетний опыт создания ИТ и ИС управления показал, что эффективность функционирования организации зависит не столько от уровня автоматизации информационных процессов, сколько от целенаправленности, аналитичности, регламентированности процедур самой управленческой деятельности, от обоснованности принимаемых менеджерами и руководителями решений. Поэтому на первом плане оказываются разработка регламентированной технологии анализа и подготовки принятия решений, внедрение целенаправленных, научно обоснованных процедур управления организацией. Такая технология достигается в процессе проектирования, в основе которого лежит системно-технический, инженерный подход. Начало проектированию управленческих процессов было положено за рубежом в 1980-е годы и получило название «бизнес-инжиниринг».

Под *бизнес-инжинирингом* понимается *выполнение комплекса проектировочных работ по разработке методов и процедур управления бизнесом, когда без изменения принятой структуры управления в организации (предприятии, фирме) достигается улучшение ее финансового положения.*

Целью бизнес-инжиниринга является обеспечение менеджеру наиболее благоприятных условий работы для достижения эффективности производства, а значит, и повышения прибыльности организации за счет снижения себестоимости проектируемых работ, сокращения внутренних затрат, повышения профессиональной подготовки, ответственности, производительности труда персонала и в итоге – увеличение объема продаж, предоставление более широкого спектра и высокого качества услуг на рынке. Бизнес-инжиниринг, в основе которого лежат системотехниче-

ский подход и те же методы проектирования, которые используются при создании ИС и ИТ, позволяет более результативно использовать преимущества новых информационных технологий и человеческих ресурсов для достижения успеха и избежания рисков от управленческой деятельности.

Инжиниринг располагает для проектирования бизнеса рядом методик:

- выделение пошаговых процедур проектируемого бизнеса;
- внедрение описывающих процедуры систем обозначений;
- использование эвристик и прагматических решений, позволяющих описывать степень соответствия спроектированного варианта бизнеса заданным целям.

Внедрение инжиниринга открывает возможность накапливать опыт и реализовывать важную проблему – объединять в единый процесс проектирования упорядочение управленческих процедур и разработки СППР. Внедрение ИТ и СППР создают менеджеру очень благоприятные условия для компьютерного моделирования управленческих процессов, их анализа, выбора и внедрения наиболее благоприятного по финансовым показателям варианта. Достигается значительное улучшение организации управленческой деятельности и информационного обслуживания работников управления – менеджеров, руководителей соответствующих подразделений организации. Реальным становятся внедрение в повседневную практику управленческой деятельности бизнес-процессов.

Под *бизнес-процессом* понимается целостное описание основных видов деятельности организации (предприятия, фирмы, корпорации) и их проекция на организационные структуры с учетом развития взаимодействия между участниками во времени.

Как показывает зарубежная практика, работа менеджера в среде автоматизированных информационных технологий, на специально оборудованных необходимыми инструментальными средствами рабочих местах создает ему благоприятные условия для поиска неординарных вариантов перехода от сложившихся годами методов работы к новым, дающим кратно увеличенный экономический эффект. Проектирование такого сложного организационно-технологического комплекса, направленного на кординальное улучшение управления бизнесом, получило название «реинжиниринг бизнес-процессов».

Реинжиниринг основывается на системном подходе в изучении потока работ и компьютерном моделировании бизнес-процессов, проходящих во времени. При этом анализируются и уточняются факторы, определяющие управление качеством процессов, формируются фундаментальные цели функционирования

организации, выявляются ключевые факторы успеха, которые необходимы и достаточны для достижения целей.

Проект по реинжинирингу бизнеса, как правило, включает следующие этапы:

- разработку образа будущей организации;
- анализ существующего бизнеса;
- разработку нового бизнеса;
- внедрение нового бизнеса.

В условиях рыночных отношений производственная и финансовая деятельность организаций сложна и динамична, что и требует применения динамических моделей практически во всех вариантах методик проведения реинжиниринга бизнес-процессов. Как показывает практика, имитация – наиболее удачный подход, обеспечивающий как точность анализа, так и наглядность различий при сравнении альтернативных решений. Немаловажным является и тот факт, что имитационное моделирование успешно реализуется на персональном компьютере, которым обеспечивается автоматизированное рабочее место менеджера.

Накопление опыта в области компьютерного моделирования бизнес-процессов позволяло выделить четыре группы бизнес-процессов, обладающих определенной спецификой в отношении построения динамических моделей: процессы реализации проектов, процессы производства, процессы распределения и процессы предоставления услуг.

Типичными примерами процессов первой группы – *реализация проектов* – являются организация производства и администрирование. Важная особенность их моделирования – необходимость проведения серии повторяющихся экспериментов, так как однократный прогон модели обеспечивает только одно наблюдение, а для достижения приемлемой точности результата необходимо достаточно большое множество оценок.

Вторая группа – *процессы производства* – характеризуется выходом серии либо непрерывным потоком продукции относительно большого объема. Типичные примеры – исполнение контрактов, оплата счетов и т.п. Для адекватного представления этих действий модель должна быть способна отслеживать перемещение отдельных объектов и изменение их атрибутов. Другим важным аспектом моделирования процессов производства является реализация правил обработки очередей и учета простоев.

*Процессы распределения* – третья группа, которая, как правило, включает грузовые и пассажирские перевозки между узлами транспортной сети. При моделировании процессов этой группы важно описывать атрибуты таких характеристик, как расстояние,

объемы перевозок, стоимость. Предпочтительным может быть и представление модели потока объектов транспортных ресурсов.

*Процессы предоставления услуг* – наиболее распространенная область применения динамических моделей. Такие процессы характерны для организаций, предоставляющих услуги по телефону, сервис-центров (рестораны, агентства, поликлиники, ремонтные мастерские и т.п.) и предприятий розничной торговли. Компьютерное моделирование позволяет анализировать процессы как с точки зрения использования ресурсов, так и в отношении удовлетворения запросов потребителей, выявлять их претензии к системе обслуживания, срокам и качеству выполнения заказов и т.п.

Применительно к организации, как правило, разрабатываются модели и создаются АРМ менеджера трех типов.

1. Главная модель, отражающая динамику развития процессов всех основных видов деятельности, т.е. бизнес-планы исследуемой организации с учетом взаимодействия ее структурных и функциональных элементов.

2. Вспомогательные модели – набор взаимосвязанных компонентных иерархических моделей, описывающих структурные и функциональные элементы организации по исследуемым направлениям.

3. Дополнительная модель, представляющая собой модель рассматриваемой организации во взаимосвязи и взаимодействии с внешним окружением.

Детализация различных типов моделей и дальнейшая разработка на основе исследований системного проекта информационной поддержки бизнес-процессов (как основных видов деятельности) составляют в настоящее время неотъемлемую часть проектирования информационной технологии управления организацией. Поэтому кроме средств динамического моделирования методология проектирования бизнес-процессов и СППР предусматривает возможности применения методов статистической оценки, нечеткой логики, векторной оптимизации, обобщенных показателей оценки качества, а также нейронных сетей и экспертных систем.

Единое информационное пространство и система поддержки принятия решений (СППР) создают условия менеджерам различных рангов для внедрения одного из последних методов модернизации управленческой деятельности, каким является контроллинг.

*Контроллинг* – комплекс методов поиска решений – концепция системного управления и способ мышления менеджеров, в основе которых лежит стремление обеспечить долгосрочное

эффективное функционирование организации. Он ориентирует мышление и действия сотрудников на рентабельность и ликвидность предприятия, гармоничное сочетание интересов клиентов и дохода организации, синхронизацию целей предприятия и сотрудников и т.п. Для реализации задач контроллинга в процессе проектирования СППР создается специализированная информационная модель, получившая название *контроллер*. Это совокупность методов и средств для реализации задач стратегического и оперативного контроля в системе управления, а также решения стратегических и тактических задач по направлениям управленческой деятельности (маркетинг, обеспечение ресурсами, инвестиции и т.п.).

Информационно-технологический инструментарий контроллинга, каким является СППР, позволяет обеспечивать менеджеру постоянное слежение за результатами учетной деятельности, осуществлять информационную поддержку процесса планирования, контроль за реализацией планов, производить в режиме реального времени оценку протекающих процессов, выявлять и устранять отклонения, вырабатывать для руководства рекомендации по устранению причин, вызвавших отклонения. Постоянное развитие СППР сделает реальным переход от использования отдельных компонентов контроллинга к внедрению полномасштабной его системы, что в условиях жесткой рыночной конкуренции позволит обеспечить устойчивую работу организации.

Применяемые ныне инструментальные средства автоматизации проектирования информационных систем и технологий способны обеспечить достаточную гибкость при моделировании различных ситуаций, разработке обоснованных решений в процессе управленческой деятельности.

### **8.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ИС И ИТ**

В проектировании ИС управленческой деятельности используются системотехнические подходы, главными из которых являются:

- кибернетический подход, предполагающий постановку цели функционирования управленческой деятельности объекта, моделирование структуры и динамики развития рыночных процессов, установление наличия прямых и обратных информационных связей, декомпозиции систем и модулей;
- открытость и возможность совершенствования всего комплекса и каждого компонента в отдельности;

- внутренняя непротиворечивость системы как на уровне данных, так и уровне управляющих процедур;
- минимизация бумажного документооборота;
- обеспечение эффективности функционирования всей системы;
- рационализация технологических цепочек за счет внедрения стандартизированных модулей.

Согласно приведенным подходам формируются основные принципы создания ИС и ИТ управления. Первый из них – *системность и логичность построения обеспечивающих и функциональных элементов ИС*. Выбор операционной системы и программного обеспечения зависит от набора и конкретной постановки реальных экономических задач, решаемых менеджерами предприятия или фирмы. Процесс проектирования ИС подчиняется общей цели, на достижение которой и направлена постановка включенных в нее задач. Поскольку цели предприятия, фирмы, любой организации могут меняться в зависимости от реальной ситуации, то цель проектирования должна носить адаптационный характер и соответствовать стратегическому направлению управленческой деятельности конкретного экономического объекта.

Второй принцип проектирования ИС – *широкое применение экономико-математических методов и стандартных программ прогнозно-статистического характера*. Задачи управления производственной, финансовой деятельностью организации в большинстве своем ставятся как аналитические, оптимизационные или как задачи планирования. Поэтому и методы их решения относятся к соответствующим разделам математики.

Третий принцип предполагает *декомпозицию системы* на ряд комплексов (модулей) задач, каждый из которых моделирует определенную сферу управленческой деятельности.

Четвертый принцип – *использование новых методов и включение вновь созданных программных модулей* в систему автоматизации управленческих работ. Проектирование ИС должно изначально базироваться на модульных принципах, а компьютерная реализация – допускать расширение за счет совершенствования структуры программного обеспечения.

Пятый – это *принцип адаптации всех элементов и системы в целом*. Он должен полностью пронизывать идеологию построения ИС управления – от анализа задач, технико-экономических показателей и их группировок в модули до формулирования целей. Наиболее важной причиной такой направленности реализации ИС управления является необходимость отражения в ее моделях реальных производственно-хозяйственных и финансовых



ситуаций, а также возможной переориентации на производство новых изделий, выпуск новых товаров, расширение предоставляемых услуг, переход на новые принципы ведения управленческой деятельности. Однако имеются и технологические причины, связанные с возможной сменой методик расчетов экономических показателей, расположением реквизитов в первичных и результатных документах, изменением регламента представления данных.

Концепция, лежащая в основе разработки ИТ управления, также не должна противоречить указанным пяти принципам. Вместе с тем к ним добавляются объективные и субъективные требования пользователей. Прежде всего, нужно отметить выбор технического обеспечения, который зависит не столько от применяемого системного программного комплекса, сколько от нужд практики. В информационном плане должны обеспечиваться обмен сведениями между этими устройствами, а также посредством системы передачи данных их связь с базой данных для последующей возможности решения функциональных задач. На этапе проектирования необходимо максимально использовать полученную с их помощью информацию для выработки результатных сведений, формирования необходимой документации и принятия управленческих решений.

#### **8.4. СТАДИИ, МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ ИС И ИТ**

Под *технологией проектирования информационных систем (ИС)* понимают упорядоченный в логической последовательности набор методических приемов, технических средств и проектировочных методов, нацеленных на реализацию общей концепции создания или доработки проекта системы и ее компонентов. В числе особенностей следует отметить широкие возможности и безусловную необходимость включения в технологию стандартных пакетов прикладных программ, наличие информационных связей с системами автоматизированного проектирования предназначенного на продажу продукта, применение инструментальных средств программирования. Для разработки ИС управления большое значение имеют качество и состав базы проектирования.

Элементарной базовой конструкцией технологической цепочки проектирования ИС и ее главного компонента – ИТ – является так называемая технологическая операция – отдельное звено технологического процесса. Это понятие определяется на основе кибернетического подхода к процессу разработки ИТ. Автомати-

зация данного процесса предопределяет необходимость формализации технологических операций, последовательного объединения их в технологическую цепь взаимосвязанных проектных процедур и их изображение. Использование разработчиком такого методического приема позволяет сократить временные, трудовые, финансовые затраты на проектирование и модернизацию системы.

Основными нормативными документами, регламентирующими процесс создания любого проекта ИС и ИТ, являются ГОСТы и их комплексы на создание и документальное оформление информационной технологии, автоматизированных систем, программных средств, организации и обработки данных, а также руководящие документы по разработке, изготовлению и эксплуатации программных и технических средств защиты информации от несанкционированного доступа в информационных системах и средствах вычислительной техники автоматизированного проектирования предназначенного на продажу продукта, применение инструментальных средств программирования. Для разработки ИС управления большое значение имеют качество и состав базы проектирования.

Как и любая автоматизированная технология в экономике, ИТ и ИС управления в процессе разработки и функционирования проходят четыре стадии жизненного цикла: предпроектную, проектирования, внедрения и эксплуатацию. Конечной целью проектирования являются создание проекта ИТ и ИС управления, внедрение проекта в эксплуатацию и последующее функционирование системы.

*Предпроектное обследование* предметной области предусматривает выявление всех характеристик объекта и управленческой деятельности в нем, потоков внутренних и внешних информационных связей, состава задач и специалистов, которые будут работать в новых технологических условиях, уровень их компьютерной и профессиональной подготовки как будущих пользователей системы.

Для успешной автоматизации управленческих работ все стороны изучаются пути прохождения информационных потоков как внутри предприятия, так и во внешней среде. Анализируется, классифицируется и группируется внутренняя и внешняя информация по источникам возникновения, экономическим характеристикам, объему и назначению, разрабатываются схемы функционирования информационных циклов и моделируются взаимосвязи элементов реальной управленческой деятельности

внутри объекта и его поведение с предприятиями и организациями-смежниками.

Результаты предпроектного обследования сводятся в документы: техническое задание на проектирование (ТЗ) и технико-экономическое обоснование (ТЭО).

На стадии *технического и рабочего проектирования* формируются проектные решения по функциональной и обеспечивающей частям ИС, включая ИТ, ИСФЗ и СППР, моделирование производственных, хозяйственных, финансовых ситуаций, осуществляются постановка задачи и блок-схемы программ и их решение. Большое внимание уделяется проектированию информационного обеспечения. Подготавливаются классификаторы и носители данных, моделируется размещение информации в базе данных, включая элементы входных, промежуточных и выходных информационных составляющих, разрабатываются методы контроля и защиты данных.

Ответственной работой на стадии проектирования является формирование заданий на программирование модулей системы. На их основе разрабатываются программные модули, отлаживается привязка программного обеспечения к комплексу технических средств, а также рассчитываются показатели предварительной оценки экономической и эргономической эффективности ИС и ИТ. Завершается стадия документальным оформлением технорабочего проекта, написанием инструкций по эксплуатации системы. Затем готовый технорабочий проект после его одобрения заказчиком сдается в опытную эксплуатацию.

*Стадия внедрения ИС* предполагает: апробацию предложенных проектных решений в течение определенного периода, достаточного для освоения пользователями методики работы в новой технологической среде; всестороннюю проверку в условиях, максимально приближенных к реальным, всех ветвей программ, входящих в комплекс, а также в случае необходимости окончательную корректировку составляющих элементов ИС и ИТ. Апробация обеспечивающих и функциональных подсистем ИС производится в режиме реального времени и в условиях, близких к действительным производственным, хозяйственным и финансовым ситуациям.

Стадия внедрения завершается сдачей результатов проектирования комиссии с оформлением акта об окончании работ.

Поскольку ИС и ИТ носят адаптивный характер, то для достижения приемлемого уровня адекватности моделей требуется некоторое время, в течение которого система будет проходить период «самообучения». Поэтому длительность этапа опытного

внедрения ИС в управленческую деятельность должна быть достаточной для завершения данного процесса и окончательной отладки ИТ и ИС в целом.

После завершения этапа внедрения начинается работа системы в *эксплуатационном режиме*, который, однако, не исключает корректировки целевых функций и управляющих параметров включенных в нее задач. Возможность такого уточнения должна быть предусмотрена на этапе проектирования, являясь неотъемлемым свойством самой постановки управленческих задач. В качестве дополнительной гарантии фирма-разработчик обычно предлагает заказчику сервисную услугу – сопровождение своего программного обеспечения в процессе функционирования, причем новые более прогрессивные версии системы предоставляются, как правило, по льготным расценкам.

Помимо выполнения принципа адаптивности, созданная технология должна удовлетворять и классическим условиям проектирования любой информационной системы, т.е. обладать функциональной полнотой, возможностью своевременно предоставлять данные, технической надежностью и информационной достоверностью, эргономической рациональностью и экономической эффективностью. С точки зрения классификации ИС, автоматизации управления может рассматриваться и как информационно-советующая.

В современных условиях ИС, ИТ и АРМ, как правило, не создаются с нуля. В экономике практически на всех уровнях управления и во всех экономических объектах – от органов регионального управления, финансово-кредитных организаций, предприятий, фирм до организаций торговли и сфер обслуживания функционируют системы автоматизированной обработки информации. Однако переход к рыночным отношениям, возросшая в связи с этим потребность в своевременной, качественной, оперативной информации, оценка ее как важнейшего ресурса в управленческих процессах, а также последние достижения научно-технического прогресса вызывают необходимость перестройки функционирующих автоматизированных информационных систем в экономике, создания ИС и ИТ на новой технической и технологической базах.

Поиск рациональных путей проектирования идет по следующим направлениям: разработка типовых проектных решений, зафиксированных в пакетах прикладных программ (ППП) для решения экономических задач с последующей привязкой ППП к конкретным условиям внедрения и функционирования; разработка автоматизированных систем проектирования.

Рассмотрим первый из путей, т.е. *возможности использования типовых проектных решений*, включенных в пакеты прикладных программ.

Наиболее эффективно информатизации поддаются следующие виды деятельности: бухгалтерский учет, включая управленческий и финансовый; справочное и информационное обслуживание экономической деятельности; организация труда руководителя; автоматизация документооборота; экономическая и финансовая деятельность, обучение.

- Наибольшее число ППП создано для бухгалтерского учета. Среди них можно отметить «1С: бухгалтерия», «Турбо-Бухгалтер», «Инфо-Бухгалтер», «Парус», «АВАСУС», «Бэмби+» и др.

- Справочное и информационное обеспечение управленческой деятельности представлено следующими ППП: «ГАРАНТ» (налоги, бухучет, аудит, предпринимательство, банковское дело, валютное регулирование, таможенный контроль); «КОНСУЛЬТАНТ+» (налоги, бухучет, аудит, предпринимательство, банковское дело, валютное регулирование, таможенный контроль).

- Экономическая и финансовая деятельность представлена следующими ППП:

Многопользовательский сетевой комплекс полной автоматизации корпорации «Галактика» (АО «Новый атлант»), который включает такие важные аспекты управления, как планирование, оперативное управление, учет и контроль, анализ, а для принятия решений – позволяет в рамках СППР обеспечивать решение задач бизнес-планирования с использованием ППП Project-Expert.

В условиях конкуренции выигрывают те предприятия, чьи стратегии в бизнесе объединяются со стратегиями в области информационных технологий. Поэтому реальной альтернативой варианту выбора единственного пакета является подбор некоторого набора пакетов различных поставщиков, которые удовлетворяют наилучшим образом той или иной функции ИС управления (подход *mix-and-match*). Такой подход смягчает некоторые проблемы при внедрении и привязке программных средств, а ИТ оказывается максимально приближенной к функциям конкретной индивидуальности предметной области.

В последнее время все большее число организаций, предприятий, фирм предпочитает покупать готовые пакеты и технологии, а если необходимо, добавлять к ним свое программное обеспечение, так как разработка собственных ИС и ИТ связана с высокими затратами и риском. Эта тенденция привела к тому, что поставщики систем изменили ранее существовавший способ вы-

хода на рынок. Как правило, разрабатывается и предлагается теперь базовая система, которая адаптируется в соответствии с пожеланиями индивидуальных клиентов. При этом пользователям предоставляются консультации, помогающие минимизировать сроки внедрения систем и технологий, наиболее эффективно их использовать, повысить квалификацию персонала.

*Автоматизированные системы проектирования* – второй, быстроразвивающийся путь ведения проектировочных работ.

В области автоматизации проектирования ИС и ИТ за последнее десятилетие сформировалось новое направление – CASE (Computer-Aided Software/System Engineering). Лавинообразное расширение областей применения компьютеров, возрастающая сложность информационных систем, повышающиеся к ним требования привели к необходимости индустриализации технологий их создания. Важное направление в развитии технологий составили разработки интегрированных инструментальных средств, базирующихся на концепциях жизненного цикла и управления качеством ИС и ИТ управления. Они представляют собой комплексные технологии, ориентированные на создание сложных автоматизированных управленческих систем и поддержку их полного жизненного цикла или ряда его основных этапов. Дальнейшее развитие работ в этом направлении привело к созданию ряда концептуально целостных, оснащенных высокоуровневыми средствами проектирования и реализации вариантов, доведенных по качеству и легкости тиражирования до уровня программных продуктов технологических систем, которые получили название CASE-системы, или CASE-технологии.

В настоящее время не существует общепринятого определения CASE. Содержание этого понятия обычно определяется перечнем задач, решаемых с помощью CASE, а также совокупностью применяемых методов и средств. CASE-технология представляет собой совокупность методов анализа, проектирования, разработки и сопровождения ИС, поддержанную комплексом взаимосвязанных средств автоматизации. CASE – это инструментарий для системных аналитиков, разработчиков и программистов, позволяющий автоматизировать процесс проектирования и разработки ИС, прочно вошедший в практику создания и сопровождения ИС и ИТ. При этом CASE-системы используются не только как комплексные технологические конвейеры для производства ИС и ИТ, но и как мощный инструмент решения таких исследовательских и проектных задач, как структурный анализ предметной области, спецификация проектов средствами языков программирования последнего поколения, выпуск проектной до-

кументации, тестирование реализации проектов, планирование и контроль разработок, моделирование деловых приложений с целью решения задач оперативного и стратегического планирования и управления ресурсами и т.п.

Основная цель CASE состоит в том, чтобы отделить проектирование ИС и ИТ от ее кодирования и последующих этапов разработки, а также максимально автоматизировать процессы разработки и функционирования систем.

При использовании CASE-технологий изменяется технология ведения работ на всех этапах жизненного цикла автоматизированных систем и технологий, при этом наибольшие изменения касаются этапов анализа и проектирования. В большинстве современных CASE-систем применяются методологии структурного анализа и проектирования, основанные на наглядных диаграммных техниках, при этом для описания модели проектируемой ИС используются графы, диаграммы, таблицы и схемы. Такие методологии обеспечивают строгое и наглядное описание проектируемой системы, которое начинается с ее общего обзора и затем детализируется, приобретая иерархическую структуру со все большим числом уровней.

CASE-технологии успешно применяются для построения практически всех типов ИС, однако устойчивое положение они занимают в области обеспечения разработки деловых и коммерческих ИС. Широкое применение CASE-технологий обусловлено массовостью этой прикладной области, в которой CASE применяется не только для разработки ИС, но и для создания моделей систем, помогающих коммерческим структурам решать задачи стратегического планирования, управления финансами, определения политики фирм, обучения персонала и др.

Помимо автоматизации структурных методологий и как следствие возможности применения современных методов системной и программной инженерии CASE обладают следующими основными достоинствами:

- улучшают качество создаваемых ИС (ИТ) за счет средств автоматического контроля (прежде всего, контроля проекта);
- позволяют за короткое время создавать прототип будущей ИС (ИТ), что позволяет на ранних этапах оценить ожидаемый результат;
- ускоряют процесс проектирования и разработки системы;
- освобождают разработчика от рутинной работы, позволяя ему целиком сосредоточиться на творческой части проектирования;
- поддерживают развитие и сопровождение уже функционирующей ИС (ИТ);

– поддерживают технологии повторного использования компонентов разработки.

Большинство CASE-средств основано на научном подходе, получившем название «методология/метод/нотация/средство». Методология формулирует руководящие указания для оценки и выбора проекта разрабатываемой ИС, шаги работы и их последовательность, а также правила применения и назначения методов.

К настоящему моменту CASE-технология оформилась в самостоятельное наукоемкое направление, повлекшее за собой образование мощной CASE-индустрии, объединившей сотни фирм и компаний различной ориентации. Среди них выделяются: компании-разработчики средств анализа и проектирования ИС и ИТ с широкой сетью дистрибьюторских и дилерских фирм; фирмы-разработчики специальных средств с ориентацией на узкие предметные области или на отдельные этапы жизненного цикла ИС; обучающие фирмы, которые организуют семинары и курсы подготовки специалистов; консалтинговые фирмы, оказывающие практическую помощь при использовании CASE-пакетов для разработки конкретных ИС; фирмы, специализирующиеся на выпуске периодических журналов и бюллетеней по CASE-технологиям.

Практически ни один серьезный зарубежный проект ИС и ИТ не осуществляется в настоящее время без использования CASE-средств.

*Рассмотрим сложившуюся практику в организации проектных работ при создании ИС и ИТ.*

Переход экономики страны на рыночные отношения привел к тому, что в области проектирования ИС появился самостоятельный рынок услуг. Он охватывает работы по проектированию, покупке и установке вычислительной техники, разработке локальных сетей, прокладке сетевого оборудования и обучению пользователей. Компании, предоставляющие такие услуги, получили название системных интеграторов. Следует отметить, что этот термин имеет два понятия. Согласно первому, под термином «системный интегратор» понимаются как компании, специализирующиеся на сетевых и телекоммуникационных решениях (сетевые интеграторы), имеющие в свою очередь сеть своих продавцов, так и компании – программные интеграторы. Существует и другая трактовка понятия «системный интегратор», которая закрепляет за компанией комплексное решение задач заказчика при проектировании ИС. При этом имеется в виду, что заказчик полностью доверяет детальную проработку и реализацию проекта



системному интегратору, оставляя за собой лишь определение исходных данных и задач, которые должна решать реализуемая ИС.

Участие системного интегратора на всех этапах процесса проектирования дает возможность создавать более эффективные информационные системы. Так, в самом начале проекта формируется консультационная группа для проведения предпроектных исследований. Тесное сотрудничество с производителями позволяет предлагать проектные решения на базе технологий и оборудования, которые появятся на рынке через год или два, т.е. предлагаются наиболее современные решения, которые морально не устареют к тому моменту, когда будет спроектирована и запущена ИС.

Другим вариантом организации системной интеграции является выполнение проектов от консалтинга до создания прикладной системы, т.е. заказчику сдается готовая к эксплуатации информационная система «под ключ» и допускается привлечение организаций и квалифицированных специалистов в качестве партнеров для реализации некоторых составляющих проекта. Этот вариант носит название проектной интеграции. В основе практической реализации работы при этом лежит умение находить составные части для решения комплексной задачи, умение распределять ответственность и составлять план-график работ для того, чтобы задача была действительно решена. Проектная интеграция – это интеграция существующих проектов, привлечение и использование нужных ресурсов.

Проектный интегратор совершенствует работу ИС путем поиска на рынке уже существующих, внедренных решений и объединения их. Возникающие при этом частные проблемы, дабы не отвлекать средства на предпроектное обследование, проектный интегратор решает, опираясь на сотрудников отдела автоматизации заказчика. В консультациях с заказчиком выделяются и снимаются проблемы, осуществляется поиск и выбор нужных решений, после чего проектный интегратор связывается с теми, кто внедрил такое решение, и оформляет технико-экономическое обоснование. Результатом деятельности проектной интеграции является подготовленный в сжатые сроки и внедренный продукт, состоящий из разработок фирмы – проектного интегратора и выполненных с учетом пожеланий отдела автоматизации организации-заказчика без затрат на предпроектное обследование разработок субподрядчика.

## 8.5. МЕТОДИКА ПОСТАНОВОК УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Декомпозиция ИС на отдельные относительно обособленные с точки зрения практических приложений части позволяет осуществить модульный принцип построения ИТ. При этом единственный структурно-функциональный элемент ИС рассматривается как задача (рис. 8.5.1). Такой подход обеспечивает разработчику возможность распараллелить отдельные работы в ходе написания, отладки и внедрения некоторых программных модулей, входящих в ИТ. Главная проблема здесь – учесть все возможные взаимосвязи между задачами и построить на их основе полную и непротиворечивую информационную модель управленческой деятельности организации.

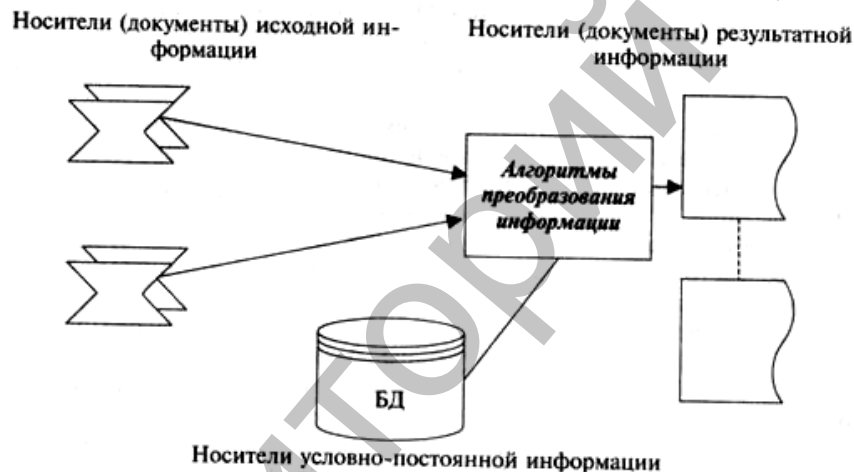


Рис. 8.5.1. Состав задач для постановки единичного структурно-функционального элемента ИС

В общем виде постановка задачи состоит из четырех принципиально важных компонентов:

- организационно-экономической схемы и ее описания;
- свода применяемых математических моделей;
- описания вычислительных алгоритмов;
- концепции построения информационной модели системы.

Постановка каждой отдельной задачи документально оформляется в виде соответствующего определенного раздела технорабочего проекта и занимает значительную часть общего времени оригинального, т.е. ориентированного на конкретные условия и нестандартные решения, проектирования ИТ. Так, разработка организационно-экономической схемы предполагает конкретизацию основных характеристик задачи: формулировки стратегической цели и обоснования критериев оптимизации; содержания отдельных этапов выполняемых практиками работ для

решения данной проблемы и места осуществляющих эти работы подразделений; технологии документооборота; направления трудозатрат; структуры управления и назначения каждого управленческого звена; вычисления ресурсных и временных ограничений по видам и т.п. Для построения таких схем необходимо воспользоваться информацией, предоставляемой исполнителем работ и включаемой в ТЭО и в техническое задание, разработать методики расчета показателей, основываясь на результатах получения сведений и изучения методики выполнения процедур и решения задач управления.

Математическая модель и разрабатываемые на ее основе алгоритмы должны удовлетворять трем требованиям: определенности (однозначности), инвариантности по отношению к различным альтернативным ситуациям в задаче и результативности (возможности ее решения за конечное число шагов). Результатом алгоритмизации является логически построенная и отлаженная блок-схема.

Наконец, разработка информационной концепции предполагает определение: реквизитов входных и выходных форм, их расположения и взаимосвязи, носителей исходных и результатных данных, состава нормативно-справочной информации, способов информационного взаимодействия разных задач, сроков и периодичности представления и получения данных, а также построение графа взаимосвязи показателей, имеющих отношение к данной задаче. Создается информационная модель конкретной предметной области. Единичный фрагмент этой модели отражает один выходной и несколько входных показателей, исчисляемых на основе расчетных формул.

Несмотря на преимущественную ориентацию на решение задач автоматизации управленческой деятельности на уровне отдельной организации, разработчику всегда нужно помнить об универсализации проектных решений в данной области, что обусловливается требованиями экономической реальности. Сегодня происходят процессы укрупнения и объединения, зачастую различных по природе организационно-экономических объектов. Поэтому технология совершенствования управленческих решений за счет автоматизации сбора, передачи, хранения, обработки и выдачи данных должна подчиняться определенным правилам и стандартным схемам. Особенно важно соблюдать единство подхода управленческих задач на техническом и математико-алгоритмическом уровнях. Применение кибернетических принципов обеспечивает в таком случае единство и совместимость систем обработки информации на разных уровнях управления и в

различных звеньях технологической цепочки. Основой для проектирования ИС и ИТ в управлении должен быть системный подход, позволяющий охватывать большинство проблем автоматизации этой сферы деятельности на этапе постановок задач и выбора экономико-математических методов, моделей их решения.

Постановка задачи начинается на *предпроектной*, а завершается – на стадии *технического проектирования*, причем в этой работе главная роль принадлежит специалисту – пользователю системы. Главные обязанности постановщика: заложить основы для проектирования математического и информационного обеспечения, разработки идеологии технического и программного обеспечения, создание концепции организационного и эргономического обеспечения ИС и ИТ. Таким образом, принципы функционирования будущей автоматизированной системы, структуры модульных связей и состав ее подсистем определяются уже на данном этапе.

Постановка задачи требует от пользователя не только профессиональных знаний предметной области, для которой выполняется постановка, но и владения основами компьютерных информационных технологий. Последствия ошибок пользователя на этапе постановки задачи будут тяжелее в сотни и даже тысячи раз (в зависимости от масштаба системы), если их обнаружат на конечных фазах создания или использования прикладного программного продукта. Объясняется это тем, что каждый из последующих участников создания прикладных программ не располагает информацией, необходимой для исправления содержательных ошибок.

Создание программного продукта может вестись и самим пользователем, причем в отношении простоты построения программы это можно считать более предпочтительным вариантом. Но с позиции профессиональных программистов такие программы могут содержать большое число погрешностей, поскольку они менее эффективны по машинным ресурсам, быстродействию и многим другим традиционным критериям.

Постановка и дальнейшая компьютерная реализация задач требуют усвоения основных понятий, касающихся теоретических основ информационных технологий. К ним относятся:

- свойства, особенности и структура экономической информации;
- условно-постоянная информация, ее роль и назначение;
- носители информации, макет машинного носителя;
- средства формализованного описания информации;
- алгоритм, его свойства и формы представления;

– назначение и способы контроля входной и результатной информации;

– состав и назначение устройств компьютера;

– состав программных средств, назначение операционных систем, пакетов прикладных программ (ППП), интегрированных пакетов программ типа АРМ менеджера, АРМ руководителя, АРМ финансиста, АРМ бухгалтера и т.п.

При описании постановок задач указываются их объемные характеристики. Они отражают объемы входной и выходной информации (количество документов, строк, знаков, обрабатываемых в единицу времени), временные особенности поступления, обработки и выдачи информации. Важной является выверка точности и полноты названий всех информационных единиц и их совокупностей.

В условиях автоматизированной обработки, кроме первичных, для восприятия наименований реквизитов в документах (наименования граф, строк) используются нетрадиционные формы представления информации. Четкость наименований информационных совокупностей и их идентификации, устранение синонимов и омонимов в названиях реквизитов и экономических показателей обеспечивают более высокое качество результатов обработки. Полное название показателя в сложных формах может складываться из названий строк, граф и элементов заголовочной части документа. Для количественных и стоимостных реквизитов указывается единица измерения. Описание показателей и реквизитов какого-либо документа требует, как правило, их соотнесения с местом и временем отражаемых экономических процессов. Поэтому пользователь должен помнить о необходимости включения в описания соответствующих сведений, имеющих место, как правило, в заголовочной части документа (наименование или код организации, дата выписки документа и т.д.).

Для каждого вида входной и выходной информации дается описание всех ее элементов, участвующих в автоматизированной обработке. Описание строится в виде таблицы, в которой присутствуют наименование элемента информации, его идентификатор, максимальная разрядность.

*Идентификатор* представляет собой условное обозначение, с помощью которого можно оперировать значением реквизита; он может строиться по мнемоническому принципу, использоваться для записи алгоритма и представлять собой сокращенное обозначение полного наименования реквизита. Идентификатор должен начинаться только с алфавитных символов, хотя мо-

жет включать и алфавитно-цифровые символы (общее их количество обычно регламентировано).

Разрядность реквизита необходима для расчета объема занимаемой памяти. Она указывается количеством символов (алфавитных, цифровых, алфавитно-цифровых значений реквизитов).

**Пример.**

Постановка задачи выполняется в соответствии с планом. Приведем пример одного из возможных его вариантов.

**План постановки задачи**

1. Организационно-экономическая сущность задачи:
  - наименование задачи;
  - место решения; цель решения;
  - назначение (для каких объектов, подразделений, пользователей предназначена);
  - периодичность решения и требования к срокам решения;
  - источники и способы получения данных;
  - потребители результатной информации и способы ее отправки;
  - информационная связь с другими задачами.
2. Описание исходной (входной) информации:
  - перечень исходной информации;
  - формы представления (документ) по каждой позиции перечня;
  - примеры заполнения документов;
  - количество формируемых документов (информации) в единицу времени;
  - количество строк в документе (массиве);
  - описание структурных единиц информации (каждого элемента данных, реквизита);
  - точное и полное наименование каждого реквизита документа, идентификатор, максимальная разрядность в знаках;
  - способы контроля исходных данных;
  - контроль разрядности реквизита;
  - контроль интервала значений реквизита;
  - контроль соответствия списку значений;
  - балансовый или расчетный метод контроля количественных значений реквизитов;
  - метод контроля с помощью контрольных сумм и любые другие возможные способы контроля.
3. Описание результатной (выходной) информации: перечень результатной информации;

- формы представления (печатная сводка, видеограмма, машинный носитель и его макет и т.д.);
- периодичность и сроки представления;
- количество формируемых документов (информации) в единицу времени, количество строк в документе (массиве);
- перечень пользователей результирующей информацией (подразделение и персонал);
- перечень регламентной и запросной информации; описание структурных единиц информации (каждого элемента данных, реквизита) по аналогии с исходными данными;
- способы контроля результатной информации;
- контроль разрядности;
- контроль интервала значений реквизита;
- контроль соответствия списку значений;
- балансовый или расчетный метод контроля отдельных показателей;
- метод контроля с помощью контрольных сумм и любые другие возможные способы контроля.

4. Описание алгоритма решения задачи (последовательности действий и логики решения задачи):

- описание способов формирования результатной информации с указанием последовательности выполнения логических и арифметических действий;
- описание связей между частями, операциями, формулами алгоритма;
- требования к порядку расположения (сортировке) ключевых (главных) признаков в выходных документах, видеограммах, например, по возрастанию значений табельных номеров.

Алгоритм должен учитывать общие и все частные случаи решения задачи. При составлении алгоритма следует использовать условные обозначения (идентификаторы) реквизитов, присвоенные элементам исходной и результатной информации. Допускается описание алгоритма в виде текста. Необходимо предусмотреть контроль вычислений на отдельных этапах, операциях выполнения алгоритма. При этом указываются контрольные соотношения, которые позволяют выявить ошибки.

5. Описание используемой условно-постоянной информации:

- перечень условно-постоянной информации (классификаторов, справочников, таблиц, списков с указанием их полных наименований);
- формы представления;
- описание структурных единиц информации (по аналогии с исходными записями);

– способы взаимодействия с переменной информацией.

Наиболее важные вопросы, в решении которых также может принимать участие квалифицированный пользователь, связаны с выбором конкретного инструментария, позволяющего построить и реализовать информационные связи в системе. В состав инструментария входят методы накопления и обработки данных, структура и способы размещения массивов на машинных носителях, состав и макеты реквизитов документов и показателей, классификация и группировка показателей, их состав, размещение в базе данных, разновидности применяемых первичных документов и формы машинограмм, статистические и прогнозные методы решения задач и т.п. Вторая группа вопросов касается организации человекомашинного интерфейса. Традиционно выделяются два способа интенсивного взаимодействия. Первый предполагает реализацию запросно-ответного режима с выполнением пользователем активной функции. Вторым отдает инициативу вычислительной системе. Выбор зависит от конкретного сценария диалога и потребностей специалиста, эксплуатирующего систему.

Способ решения этих вопросов предопределяет виды компонентов программной реализации ИТ: операционной системы, СУБД, набора специальных подпрограмм. Логика разработки программного обеспечения функциональных подсистем целиком обусловлена логикой постановки задач. Первоначальные алгоритмы их решения оформляются как задания на программирование уже на этапе технического проектирования. Затем программисты на основании этих разработок строят блок-схемы, кодируют их в виде программ с учетом всех логических переходов и расчетных формул, обеспечивают контроль достоверности данных на входе и выходе, отлаживают каждый программный модуль, подпрограммы и программы в целом, пишут инструкции по эксплуатации и сопровождению проблемных, т.е. ориентированных на решение конкретной практической задачи, программ. В итоге получается готовый для внедрения рабочий проект. Если в ходе проектирования ИТ управленческой деятельности используются в основном стандартные, хорошо отлаженные пакеты прикладных программ, то стадии технического и рабочего проектирования, как правило, совмещаются, а процесс создания ИТ сводится в основном к настройке параметров и генерации готовых пакетов. Такая технология проектирования значительно сокращает сроки изготовления программно-технологических продуктов, облегчает и экономит время на освоение их пользователями.



## Вопросы для самопроверки

1. Нарисуйте и объясните схему организационной структуры предприятия.
2. Нарисуйте схему состава и взаимосвязей моделей и задач управления предприятием.
3. Опишите задачи и модели фазы анализа.
4. Нарисуйте и объясните концептуальную схему информационной технологии на предприятии как совокупности информационных процессов.
5. Нарисуйте и объясните схему организационной структуры предприятия.
6. Расскажите о назначении и задачах этапов обследования, анализа и разработки технического задания.
7. Как организуется этап разработки технико-экономического проекта?
8. Что такое рабочий проект ЭИС и как организуется этап рабочего проектирования?
9. Расскажите об этапе внедрения спроектированной ЭИС.
10. Изложите стандарты технологических стадий и этапов создания ЭИС.
11. Как проводится упрощенное эскизное проектирование ИТ решения частных задач управления?
12. Какие существуют подходы к автоматизации проектирования ЭИС?
13. В чем состоит суть модельного подхода к автоматизации проектирования?
14. Нарисуйте и объясните схему модельного проектирования ЭИС.

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Определение и понятие информационного общества (факторы развития, экономическая и правовая основы).
2. Общее представление об основных информационных технологиях в экономике: технологии электронного бизнеса, франчайзинг, электронный опцион, ORM и др.
3. История становления информационных технологий, как материального ресурса. Стоимость информации и экономическая значимость.
4. Понятие информации. Ее виды (логическая, документальная, техническая).
5. Количественное измерение информации. Формула Хартли, ее смысл.
6. Количественное измерение информации при описании систем.  
Энтропия, среднее количество собственной информации.
7. Формы представления информации. Информационный ресурс.  
Жизненный цикл информации.
8. Информационная технология как система, ее структура. Базовые информационные процессы.
9. Базовые информационные технологии общего вида и специализированные.
10. Средства реализации информационных технологий.
11. Особенности мультимедиа-технологий и области их использования.
12. Геоинформационные технологии (ГИС) области использования. Организация электронных карт.
13. Технология защиты информации. Классификация видов информационных угроз. Методы предоставления и защиты от несанкционированного доступа.
14. Суть и область применения CASE-технологии. Функционально-модульный и объектно-ориентированный подходы к разработке.
15. Телекоммуникационные технологии. Организация сетей (одноранговая, «Клиент-сервер», Web-технология).
16. Архитектура «Клиент-сервер» для Internet, основанная на Web-технологии (Навигатор, Web-браузер), Web-документ. Взаимодействие «Навигатора» и Web-сервера.
17. Организация управления Internet в Беларуси и за рубежом. Оценка стоимости услуг.
18. Технологии искусственного интеллекта работа со знаниями.

19. Общая структура интеллектуальной системы. Функции рецепторов и эффекторов. Машина базы знаний, решатель.

20. Прикладные информационные технологии их применение в задачах управления, образования, экономике.

21. Информационные технологии организационного управления (корпоративные информационные технологии, виды управления).

22. Интернет-технология. Управление корпоративными знаниями. Язык представления, модели.

23. Информационные технологии и системы передачи компьютерной информации на базе TV-технологий.

24. Необходимость внедрения информационных технологий в экономику. Значимость информационного обслуживания в системе управления предприятием.

25. Иерархическая структура специалистов по информационным технологиям.

26. Информационная модель предприятия и движение информационных потоков в производственной деятельности.

27. Основные категории информационных технологий и их содержательный смысл (информационная система, информационный поток, информационная функция, информационная процедура и др.).

28. Организация информационных потоков в экономических системах. Понятие концептуальных материальных ресурсов.

29. Классификация информационных потоков в задачах производственной деятельности (по функциональному назначению, по объему информации, по видам деятельности и др.).

30. Современные информационные системы для автоматизации бизнес-процессов (АСУ, ИСУ, ИИСУ, КИС и др.), их назначение.

31. Понятие корпоративной информационной системы (примеры КИС).

32. Эволюция развития информационных систем и технологий в экономике (IC MRP...), GSM-технология.

33. Алгоритм контура экономических информационных систем. Программная реализация КИС.

34. Технологии электронного бизнеса в экономике. Понятие открытых информационных систем.

35. Операции, проводимые в системе электронного бизнеса (основные и вспомогательные). Виды электронных платежей.

36. Задачи виртуализации бизнеса. Особенности виртуальных предприятий и их возможности.

37. Виртуальный рынок, реальность. Виды внутриорганизационных сетей.

38. Классификация информационных систем по типам используемых информационных технологий и по функциональным областям использования.

## ТЕСТЫ

1. *Экономические системы характеризуются:*

- а) количеством элементов;
- б) сложной структурой элементов;
- в) разнообразием задач.

2. *Разнообразие объектов управления в экономике порождает разнообразие:*

- а) целей управления;
- б) средств управления.

3. *Какие связи осуществляются в структурной системе управления экономическими объектами:*

- а) прямая;
- б) внутренняя;
- в) внешняя;
- г) обратная.

4. *Управление объектами реализуется с помощью принципа:*

- а) прямой связи;
- б) обратной связи.
- в) не имеет значения.

5. *На каком этапе технологии управления осуществляется сбор и накопление информации о состоянии управляемого объекта:*

- а) 1-й этап;
- б) 2-й этап;
- в) 3-й этап.

6. *На каком этапе технологии управления осуществляется доведение до управляемого объекта командной информации:*

- а) 1-й;
- б) 2-й;
- в) 3-й.

7. *Какие ЭИС можно выделить по сфере применения:*

- а) государственные;
- б) бухгалтерские;
- в) муниципальные;
- г) налоговые.

8. Из скольких обеспечивающих подсистем состоит ЭИС:

- а) 3;
- б) 5;
- в) 7.

9. Какой из принципов ЭИС предполагает единство информационной базы:

- а) единство организационной структуры;
- б) интегрированная обработка данных;
- в) типизация проектных решений.

10. Основной структурной единицей экономической информации является:

- а) реквизит;
- б) показатель;
- в) документ.

11. Из скольких реквизитов состоит экономический показатель:

- а) один реквизит-признак, один реквизит-основание;
- б) один реквизит-признак, много реквизит-оснований;
- в) много реквизит-признаков, один реквизит-основание.

12. Укажите классификационные признаки, имеющие принципиальное значение для машинной обработки:

- а) по способу обработки;
- б) по периодичности обработки;
- в) по стабильности.

13. Совокупность документов по определенному признаку образует:

- а) показатель;
- б) массив;
- в) систему.

14. По признаку стабильности экономическая информация бывает:

- а) переменной;
- б) оперативной;
- в) постоянной.

15. В какой части первичного документа располагаются постоянные реквизиты-признаки:

- а) заголовочная;
- б) содержательная;
- в) оформительская.

16. В какой части первичного документа располагаются постоянные реквизиты-основания:

- а) заголовочная;
- б) содержательная;
- в) оформительская.

17. Укажите наиболее эффективный способ размещения реквизитов в документе:

- а) линейный;
- б) анкетный;
- в) табличный.

18. Какие части проектируются в резульатном документе:

- а) заголовочная;
- б) содержательная;
- в) оформительская.

19. В каком виде чаще всего выражается кодовое обозначение:

- а) в цифровом;
- б) в алфавитном;
- в) в символьном.

20. Какая из систем кодирования наиболее эффективна:

- а) порядковая;
- б) серийно-порядковая;
- в) позиционная.

21. С использованием какой системы классификации построен классификатор единого государственного регистра предприятий и организаций (ЕГРПО):

- а) с многоаспектной;
- б) с иерархической.

22. *Информационная технология – это:*  
а) совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств обработки данных;

б) технология общения с компьютером;

в) технология обработки данных;

г) технология описания информации.

23. *Информационные ресурсы – это:*

а) файлы данных;

б) носители данных;

в) операционные системы;

г) базы данных.

24. *Предметные информационные технологии автоматизируют решения экономической задачи в ...областях:*

а) в конкретных;

б) в различных.

25. *На каком этапе развития информационных технологий начали применяться ПЭВМ:*

а) на 1-м;

б) на 2-м;

в) на 3-м;

г) на 4-м.

26. *Зависит ли способ организации технологического процесса от иерархического уровня обработки экономической информации:*

а) да;

б) нет.

27. *Сколько этапов прослеживается в типовом технологическом процессе обработки экономической информации;*

а) 1;

б) 2;

в) 3;

г) 4.

28. *Какой тип операций технологического процесса выполняется на основном этапе:*

а) ручной;

б) машинно-ручной;

в) автоматический.

29. *Какие типы корректировок используются при формировании информационной базы:*

- а) вставка;
- б) замена;
- в) упорядочение;
- г) удаление.

30. *Какой тип операций технологического процесса выполняется на заключительном этапе:*

- а) ручной;
- б) машинно-ручной;
- в) автоматический.

31. *Какие уровни ЭИС участвуют в централизованной обработке информации?*

- а) вышестоящие;
- б) промежуточные;
- в) нижестоящие.

32. *Какие уровни ЭИС участвуют в децентрализованной обработке информации:*

- а) вышестоящие;
- б) промежуточные;
- в) нижестоящие.

33. *Достигается ли уменьшение вмешательства оператора в вычислительный процесс решения задачи в пакетном режиме обработки информации:*

- а) да;
- б) нет.

34. *Компьютеры, объединенные в сеть, можно разделить по функциональному назначению на следующие категории:*

- а) IBM, Macintosh, Cisco;
- б) супербольшие ЭВМ (мейнфреймы), персональные компьютеры, мини-ЭВМ;
- в) клиенты и серверы;
- г) рабочие станции, нерабочие станции.

35. *Отметьте основные преимущества, получаемые при сетевом объединении компьютеров:*

- а) разделение ресурсов;
- б) разделение данных;
- в) сокращение потребления электричества и других ресурсов;



- г) снижение стоимости обработки информации;
- д) экономия пространства.

36. Организация распределенной обработки данных по архитектуре «клиент-сервер» является более предпочтительной, нежели по архитектуре «файл-сервер»:

- а) да;
- б) нет;
- в) однозначного ответа быть не может.

37. Глобальная сеть Интернет основана:

- а) на использовании методов централизованной обработки данных;
- б) на распределенной технологии обработки данных по архитектуре «файл-сервер»;
- в) на распределенной технологии обработки данных по архитектуре «клиент-сервер».

38. В сети Интернет используются:

- а) только символьные имена узлов, например, www.yandex.ru;
- б) все символьные имена, которые преобразуются с помощью DNS в цифровые, например вида 222.123.67.38;
- в) только символьные имена, например, вида 222.123.67.38.

39. С точки зрения административного управления, сеть Интернет представляет собой:

- а) глобальную сеть, юридически не принадлежащую ни одному государству, но адресное пространство которой распределяется различными некоммерческими организациями;
- б) неуправляемую стохастическую сеть в принципе. Это свободное информационное пространство, где владельцы ресурсов (сайтов) вправе сами распределять адресацию и контент.

40. Что такое TCP/IP:

- а) команда языка разметки документов HTML;
- б) стек (набор) правил, регламентирующих адресацию имен в Сети;
- в) стек (набор) протоколов передачи данных, используемых в Сети;
- г) название одноименной сети, переставшей функционировать в настоящее время, но из которой возникли основные принципы передачи данных в современном Интернет пространстве.

41. Организация доменных имен в Интернет имеет иерархическую структуру:

- а) да;
- б) нет;
- в) да, во всех случаях, за исключением организации адресов электронной почты;
- г) нет однозначного ответа на поставленный вопрос.

42. DNS (*Domain Name System*) – это:

- а) система маршрутизации, распределяющая ресурсы между несколькими компьютерами, объединенными в сеть;
- б) сервер, функционирующий по протоколу DNS;
- в) сервер, выполняющий сервис по преобразованию адреса сетевого ресурса из символьной в цифровую форму;
- г) система передачи доменных имен.

43. Что не относится к сервисам Интернет:

- а) электронная почта;
- б) WWW;
- в) FTP;
- г) телеконференции;
- д) мультимедиа;

44. HTML – это:

- а) система управления базами данных;
- б) язык гипертекстовой разметки документов;
- в) протокол передачи данных в Сети;
- г) современное средство создания программ.

45. Из скольких стадий складывается методология построения ЭИС:

- а) из двух;
- б) из трех;
- в) из четырех.

46. На какой стадии разрабатывается техническое задание:

- а) макропроектирование;
- б) микропроектирование;
- в) внедрение.

47. На какой стадии разрабатывается технический проект:

- а) макропроектирование;
- б) микропроектирование;
- в) внедрение.

48. Какие составляющие входят в общую эффективность применения ИТ:

- а) прямая эффективность;
- б) обратная эффективность;
- в) косвенная эффективность.

49. В какой зависимости находится эффективность машинного решения экономических задач от снижения затрат на обработку информации:

- а) в прямой;
- б) в обратной;
- в) в косвенной.

50. Каким методом рекомендуется оценивать эффективность, характеризующую качественные изменения в обработке:

- а) методом наблюдения;
- б) методом экспертных оценок.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Автоматизированные информационные технологии в экономике / под ред. Г.А. Титоренко. – М.: ЮНИТИ, 2005.
2. Информатика / под ред. Н.В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 1997.
3. Информационные системы в экономике / под ред. В.В. Дика. – М.: Финансы и статистика, 1996.
4. Информационные технологии в статистике / под ред. В.П. Божко, А.В. Хорошилова. – М.: Финстатинформ, 2002.
5. Карминский А.М., Нестеров П.В. Информатизация бизнеса. – М.: Финансы и статистика, 2004.
6. Экономическая информатика / под ред. В.П. Косарева. – М.: Финансы и статистика, 2005.
7. Проектирование экономических информационных систем / под ред. Ю.Ф. Тельнова. – М.: Финансы и статистика, 2001.

### Дополнительная

1. Компьютерные технологии обработки информации / под ред. С.В. Назарова. – М.: Финансы и статистика, 1995.
2. Лихачева Г.Н. Информационные технологии в экономике и управлении. – М.: МЭСИ, 2005.
3. Найк Д. Стандарты и протоколы Интернет. – М.: Русская редакция, 1999.
4. Першиков В.И., Савинков В.М. Толковый словарь по информатике. – М.: Финансы и статистика, 1995.
5. Пятибратов А.П., Гудыно Л.П., Кириченко А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. – М.: Финансы и статистика, 2004.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизированные информационные технологии в экономике / под ред. Г.А. Титоренко. – М.: ЮНИТИ, 2002.
2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 2001.
3. Информационные системы и технологии в экономике / под ред. В.И. Лойко. – М: Финансы и статистика, 2005.
4. Арсеньев Ю.И., Шелобаев С.И., Давыдкова Т.Ю. Интегрированные интеллектуальные системы принятия решений. – М.: ЮНИТИ, 2002.
5. Бабешко Л.О. Коллокационные модели прогнозирования в финансовой среде. – М.: Экзамен, 2001.
6. Балдин К.В. Моделирование жизненного цикла сложных систем. Ч. I и II. – М.: Издательство РДЛ, 2000.
7. Балдин К.В., Уткин В.Б. Теоретические основы автоматизации управленческой деятельности в экономике. – Воронеж: МОДЭК, 2003.