

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**И.Л. Чудинов, В.В. Осипова**

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

*Рекомендовано в качестве учебного пособия  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2013

УДК 004.065(075.8)

ББК 32.973я73

Ч-84

Ч-84

**Чудинов И.Л.**

Информационные системы и технологии: учебное пособие / И.Л. Чудинов, В.В. Осипова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 145 с.

В пособии рассмотрены классификации информационных систем, принципы построения и функции наиболее востребованных в сфере экономики фактографических и документальных информационных систем, современные методы и средства информационных технологий, описаны методологии анализа предметной области в контексте бизнес-моделирования, а также наиболее популярные нотации функционального анализа и моделирования.

Пособие подготовлено на кафедре систем оптимизации систем управления и предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (в экономике)».

**УДК 004.065(075.8)**

**ББК 32.973я73**

*Рецензенты*

Доктор технических наук,  
профессор, зав. кафедрой ВТ ИК ТПУ  
*Н.Г. Марков*

Доктор технических наук,  
профессор, зав. кафедрой АОИ ТУСУР  
*Ю.П. Ехлаков*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013

© Чудинов И.Л., Осипова В.В., 2013

© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
<b>1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Понятие информационной системы .....	6
1.2. Классификация информационных систем .....	7
1.2.1. Классификация по архитектуре.....	7
1.2.2. Классификация по степени автоматизации.....	8
1.2.3. Классификация по характеру обработки данных .....	8
1.2.4. Классификация по сфере применения .....	8
1.2.5. Классификация по охвату задач (масштабности).....	9
Литература.....	9
1.2.6. Классификация по признаку структурированности решаемых задач.....	10
1.2.7. Классификация по функциональному признаку .....	11
1.2.8. Классификация по уровням управления и квалификации персонала .....	13
1.2.9. Классификация по сфере применения .....	16
1.2.10. Классификация по характеру использования информации.....	17
1.2.11. Информационные системы, классифицируемые по особенностям предметных областей. ....	17
1.3. История развития информационных систем .....	19
1.3.1. Этап, предшествующий применению компьютерных технологий.....	19
1.3.2. Этапы в развитии ИС, связанные с применением компьютерных технологий .....	20
1.4. Документальные ИС (ДИС).....	23
1.4.1. Обобщенная схема ДИС.....	23
1.4.2. Информационно-поисковые языки (ИПЯ) ДИС.....	26
1.4.2.1. Проблемы использования естественного языка в качестве ИПЯ.....	26
1.4.2.2. Типы информационно-поисковых языков.....	27
1.4.3. Документальные информационные системы в интернете .....	35
1.4.3.1. Первые ДИС в интернете .....	35
1.4.3.2. Современные ДИС в интернете .....	36
1.5. Фактографические информационные системы (ФИС).....	39
1.5.1. Обобщенная схема ФИС .....	39
1.5.2. База данных (БД) и СУБД в ФИС .....	39
1.5.3. Система актуализации БД в ФИС .....	41
1.5.3.1. Подсистема отображения структуры предметной области в структуру БД.....	41
1.5.3.2. Подсистема отображения состояния объектов предметной области в состояние БД.....	42

1.5.4. Система обработки данных в ФИС .....	46
1.5.5. Средства администрирования БД в ФИС .....	50
1.6. Геоинформационные системы .....	50
1.6.1. Определение геоинформационной системы .....	50
1.6.2. Системы координат .....	52
1.6.2.1. Плоские системы координат .....	52
1.6.2.2. Сферические системы координат .....	53
1.6.3. Топографические карты .....	55
1.6.4. Модели представления информации в ГИС .....	57
1.6.4.1. Растровая модель представления информации .....	57
1.6.4.2. Векторная модель представления информации .....	58
1.6.5. Основные операции над координатными данными .....	59
1.6.6. Инструментальные средства ГИС .....	60
1.6.7. История ГИС .....	60
1.6.8. Примеры действующих ГИС .....	61
<b>2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>62</b>
2.1. Понятие информационной технологии .....	62
2.1.1. Определение информационной технологии .....	62
2.1.2. Инструментарий информационной технологии .....	64
2.1.3. Соотношение понятий информационная технология и информационная система.....	64
2.2. Этапы развития информационных технологий .....	65
2.3. Классификация информационных технологий .....	67
2.3.1. Технологии обработки и преобразования информации.....	68
2.3.1.1. Информационная технология обработки данных .....	68
2.3.1.2. Информационная технология управления.....	69
2.3.1.3. Автоматизация офиса .....	70
2.3.1.4. Информационные технологии поддержки принятия решений.....	73
2.3.2. Технологии управления информационными ресурсами (данными, знаниями) .....	77
2.3.2.1. Технологии OLTP и OLAP .....	77
2.3.2.2. Хранилища данных .....	90
2.3.2.3. Data Mining.....	96
2.3.2.4. Технологии управления знаниями.....	101
2.3.3. Телекоммуникационные технологии .....	113
2.3.3.1. Параллельный доступ к данным (клиент-серверная и файл-серверная технологии, транзакции) .....	113
Сетевые технологии в концепции БД .....	113
2.3.3.2. Параллельный доступ к данным .....	115
2.4.3.2. Распределенная база данных (Distributed DataBase -DDB) и распределенная обработка .....	123

2.3.3.3. Инструментальные средства проектирования web-приложений .....	132
2.3.4. Комплексные технологии поддержки управления производством.....	135
2.3.4.1. История развития .....	135
2.3.4.2. MRP-системы.....	137
2.3.4.3. ERP-системы.....	139
Список литературы.....	143

# 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

## 1.1. Понятие информационной системы

Популярный в Интернет информационный источник Википедия <http://ru.wikipedia.org/> предлагает общепризнанное определение информационной системы и классификацию информационных систем. Приводим этот материал практически без изменения (с незначительным сокращением).

Термин *информационная система (ИС)* используется как в широком, так и в узком смысле.

В *широком смысле* информационная система есть совокупность *технического, программного* и организационного обеспечения, а также *персонала*, предназначенная для того, чтобы своевременно обеспечивать надлежащих людей *надлежащей информацией*.

Также в достаточно широком смысле трактует понятие информационной системы *Федеральный закон РФ от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»*: «информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку *информационных технологий и технических средств*».

Одно из наиболее широких определений ИС дал *М.Р. Козаловский*: «информационной системой называется комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, лингвистические средства и информационные ресурсы, а также системный персонал и обеспечивающий поддержку динамической информационной модели некоторой части реального мира для удовлетворения информационных потребностей пользователей».

*Стандарт ISO/IEC 2382-1* дает следующее определение: «Информационная система – система обработки информации, работающая совместно с организационными ресурсами, такими как люди, технические средства и финансовые ресурсы, которые обеспечивают и распределяют информацию».

Российский ГОСТ РВ 51987 определяет информационную систему как «автоматизированную систему, результатом функционирования которой является представление выходной информации для последующего использования».

В *узком смысле* информационной системой называют только *подмножество компонентов ИС* в широком смысле, включающее *базы данных, СУБД* и специализированные *прикладные программы*. ИС в узком смысле рассматривают как программно-аппаратную систему, пред-

назначенную для автоматизации целенаправленной деятельности конечных пользователей, обеспечивающую, в соответствии с заложенной в неё логикой обработки, возможность получения, модификации и хранения информации.

В любом случае основной задачей ИС является удовлетворение конкретных информационных потребностей в рамках конкретной *предметной области*. Современные ИС де-факто немислимы без использования баз данных и СУБД, поэтому термин «информационная система» на практике сливается по смыслу с термином «система баз данных».

В идеале в рамках предприятия должна функционировать единая *корпоративная информационная система*, удовлетворяющая все существующие информационные потребности всех сотрудников, служб и подразделений. Однако на практике создание такой всеобъемлющей ИС слишком затруднено или даже невозможно, вследствие чего на предприятии обычно функционируют несколько различных ИС, решающих отдельные группы задач: управление производством, финансово-хозяйственная деятельность и т. д.

## 1.2. Классификация информационных систем

Там же <http://ru.wikipedia.org/> приводится следующая классификация информационных систем

### 1.2.1. Классификация по архитектуре

По степени распределённости отличают:

- *настольные (desktop)*, или *локальные ИС*, в которых все компоненты (БД, СУБД, клиентские приложения) находятся на одном компьютере;
- *распределённые (distributed)* ИС, в которых компоненты распределены по нескольким компьютерам.

Распределённые ИС, в свою очередь, разделяют:

- на *файл-серверные ИС* (ИС с архитектурой «*файл-сервер*»);
- *клиент-серверные ИС* (ИС с архитектурой «*клиент-сервер*»).

В файл-серверных ИС база данных находится на файловом сервере, а СУБД и клиентские приложения находятся на рабочих станциях.

В клиент-серверных ИС база данных и СУБД находятся на сервере, а на рабочих станциях находятся клиентские приложения.

В свою очередь, клиент-серверные ИС разделяют на *двухзвенные* и *многозвенные*.

В двухзвенных (*two-tier*) ИС всего два типа «звеньев»: сервер баз данных, на котором находятся БД и СУБД (*back-end*), и рабочие стан-

ции, на которых находятся клиентские приложения (*front-end*). Клиентские приложения обращаются к СУБД напрямую.

В многозвенных (*multi-tier*) ИС добавляются промежуточные «звенья»: *серверы приложений (application servers)*. Пользовательские клиентские приложения не обращаются к СУБД напрямую, они взаимодействуют с промежуточными звеньями. Типичный пример применения многозвенности – современные *веб-приложения*, использующие базы данных. В таких приложениях помимо звена СУБД и клиентского звена, выполняющегося в *веб-браузере*, имеется как минимум одно промежуточное звено – *веб-сервер* с соответствующим серверным программным обеспечением.

### **1.2.2. Классификация по степени автоматизации**

По степени *автоматизации* ИС делятся:

- на *автоматизированные*: информационные системы, в которых автоматизация может быть неполной (то есть требуется постоянное вмешательство персонала);
- *автоматические*: информационные системы, в которых автоматизация является полной, то есть вмешательство персонала не требуется или требуется только эпизодически.

«Ручные ИС» («без компьютера») существовать не могут, поскольку существующие определения предписывают *обязательное* наличие в составе ИС аппаратно-программных средств. Вследствие этого понятия «автоматизированная информационная система», «компьютерная информационная система» и просто «информационная система» являются синонимами.

### **1.2.3. Классификация по характеру обработки данных**

По характеру обработки данных ИС делятся:

- на *информационно-справочные*, или *информационно-поисковые ИС*, в которых нет сложных алгоритмов обработки данных, а целью системы является поиск и выдача информации в удобном виде;
- *ИС обработки данных*, или *решающие ИС*, в которых данные подвергаются обработке по сложным алгоритмам. К таким системам в первую очередь относят *автоматизированные системы управления* и *системы поддержки принятия решений*.

### **1.2.4. Классификация по сфере применения**

Поскольку ИС создаются для удовлетворения информационных потребностей в рамках конкретной предметной области, то каждой предметной области (сфере применения) соответствует свой тип ИС. Перечислять все эти типы не имеет смысла, так как количество пред-



метных областей велико, но можно указать в качестве примера следующие типы ИС:

- *Экономическая информационная система* – информационная система, предназначенная для выполнения функций управления на предприятии.
- *Медицинская информационная система* – информационная система, предназначенная для использования в лечебном или лечебно-профилактическом учреждении.
- *Географическая информационная система* – информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (пространственных данных).

#### **1.2.5. Классификация по охвату задач (масштабности)**

- *Персональная ИС* предназначена для решения некоторого круга задач одного человека.
- *Групповая ИС* ориентирована на коллективное использование информации членами рабочей группы или подразделения.
- *Корпоративная ИС* в идеале охватывает все информационные процессы целого предприятия, достигая их полной согласованности, безызбыточности и прозрачности. Такие системы иногда называют *системами комплексной автоматизации предприятия*.

### **Литература**

- *William S. Davis, David C. Yen The Information System Consultant's Handbook. Systems Analysis and Design.* – CRC Press, 1998. – 800 с. – ISBN 0849370019
- *Когаловский М.Р.* Перспективные технологии информационных систем. – М.: ДМК Пресс; Компания АйТи, 2003. – 288 с. – ISBN 5-94074-200-9
- *Когаловский М.Р.* Энциклопедия технологий баз данных. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 800 с. – ISBN 5-279-02276-4

Рекомендуем читателю просмотреть ссылки в представленном материале.

Следует заметить, что существует множество других аспектов рассмотрения (классификаций) информационных систем, наиболее значимые для сферы экономики будут приведены в разделах 1.3 и 1.4.

Кроме приведенных выше, существует множество других оснований классификации информационных систем, однако, большинство из них лишь фиксируют функциональные особенности или сферу применения и имеют частное, но важное информационное значение.

### **1.2.6. Классификация по признаку структурированности решаемых задач**

При создании или при классификации информационных систем неизбежно возникают проблемы, связанные с формальным – математическим и алгоритмическим описанием решаемых задач. От степени формализации во многом зависят эффективность работы всей системы, а также уровень автоматизации, определяемый степенью участия человека при принятии решения на основе получаемой информации.

Чем точнее математическое описание задачи, тем выше возможности компьютерной обработки данных и тем меньше степень участия человека в процессе ее решения. Это и определяет степень автоматизации задачи.

Различают три *типа задач*, для которых создаются информационные системы: структурированные (формализуемые), неструктурированные (неформализуемые) и частично структурированные.

*Структурированная (формализуемая) задача* – задача, где известны все ее элементы и взаимосвязи между ними.

*Неструктурированная (неформализуемая) задача* – задача, в которой невозможно выделить элементы и установить между ними связи.

В *структурированной задаче* удастся выразить ее содержание в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения. Подобные задачи обычно приходится решать многократно, и они носят рутинный характер. Целью использования информационной системы для решения структурированных задач является полная автоматизация их решения, т. е. сведение роли человека к нулю.

**Пример.** В информационной системе необходимо реализовать задачу расчета заработной платы. Это *структурированная задача*, где полностью известен алгоритм решения. Рутинный характер этой задачи определяется тем, что расчеты всех начислений и отчислений весьма просты, но объем их очень велик, так как они должны многократно повторяться ежемесячно для всех категорий работающих.

Решение *неструктурированных задач* из-за невозможности создания математического описания и разработки алгоритма связано с большими трудностями. Возможности использования здесь информационной системы невелики. Решение в таких случаях принимается человеком из эвристических соображений на основе своего опыта и, возможно, косвенной информации из разных источников.

**Пример.** Попробуйте формализовать взаимоотношения в вашей студенческой группе. Наверное, вряд ли вы сможете это сделать. Это связано с тем, что для данной задачи существен психологический и социальный факторы, которые очень сложно описать алгоритмически.

В практике работы любой организации существует сравнительно немного полностью структурированных или совершенно неструктурированных задач. О большинстве задач можно сказать, что известна лишь часть их элементов и связей между ними. Такие задачи называются *частично структурированными*. В этих условиях можно создать информационную систему. Получаемая в ней информация анализируется человеком, который будет играть определяющую роль. Такие информационные системы являются *автоматизированными*, так как в их функционировании принимает участие человек.

**Пример.** Требуется принять решение по устранению ситуации, когда потребность в трудовых ресурсах для выполнения в срок одной из работ комплекса превышает их наличие. Пути решения этой задачи могут быть разными, например:

- выделение дополнительного финансирования и увеличение численности работающих;
- отнесение срока окончания работы на более позднюю дату и т. д.

Как видно, в данной ситуации информационная система может помочь человеку принять то или иное решение, если снабдит его информацией о ходе выполнения работ по всем необходимым параметрам.

Таким образом, от степени формализуемости задач зависит и степень автоматизации информационных процессов в рамках этих задач. В соответствии с этим ИС делятся:

- на автоматические;
- ручные;
- автоматизированные.

### **1.2.7. Классификация по функциональному признаку**

**Функциональный признак** определяет назначение системы, а также ее основные цели, задачи и функции. Структура информационной системы может быть представлена как совокупность ее функциональных подсистем, а функциональный признак может быть использован при классификации информационных систем.

В хозяйственной практике производственных и коммерческих объектов типовыми видами деятельности, которые определяют функциональный признак классификации информационных систем, являются: производственная, маркетинговая, финансовая, кадровая.

Указанные направления деятельности определили типовой набор информационных систем:

- производственные системы;
- системы маркетинга;
- финансовые и учетные системы;

- системы кадров (человеческих ресурсов);
- прочие типы, выполняющие вспомогательные функции в зависимости от специфики деятельности фирмы.

Для лучшего понимания функционального назначения информационных систем в табл. 1.1 по каждому виду деятельности приведены решаемые в них типовые задачи.

Таблица 1.1

*Функции информационных систем*

Система маркетинга	Производственные системы	Финансовые и учетные системы	Система кадров (человеческих ресурсов)	Прочие системы, например ИС руководства
Исследование рынка и прогнозирование продаж	Планирование объемов работ и разработка календарных планов	Контроль бюджета. Бухгалтерский учет и расчет зарплаты	Анализ и прогноз потребности в трудовых ресурсах	Анализ управленческих и стратегических ситуаций
Управление продажами	Оперативный контроль и управление производством	Управление кредитной политикой	Ведение архивов записей о персонале	Выявление оперативных проблем
Рекомендации по производству новой продукции	Анализ работы оборудования	Разработка финансового плана	Анализ и планирование подготовки кадров	Обеспечение процесса выработки стратегических решений
Анализ и установление цены	Участие в формировании заказов поставщикам	Финансовый анализ и прогнозирование		Контроль за деятельностью фирмы
Учет заказов	Управление запасами	Управление портфелем заказов		

### **1.2.8. Классификация по уровням управления и квалификации персонала**

Структура управления любой организации традиционно делится на три уровня: операционный, функциональный и стратегический. Различным уровням управления соответствуют различные уровни квалификации персонала.

**Операционный** (*оперативный*, нижний) уровень управления обеспечивает решение многократно повторяющихся задач и операций и быстрое реагирование на изменения входной текущей информации. На этом уровне достаточно велики как объем выполняемых операций, так и динамика принятия управленческих решений. Этот уровень управления часто называют *оперативным* из-за необходимости быстрого реагирования на изменение ситуации.

Информационные системы оперативного уровня поддерживает специалистов-исполнителей, обрабатывая данные о сделках и событиях (счета, накладные, зарплата, кредиты, поток сырья и материалов).

Значительную часть систем этого уровня составляют *системы обработки операций* (transaction processing systems – TPS).

Такие системы являются автоматизированными версиями ручных процессов, выполняемых в организациях, и автоматизируют обработку операций, которые являются рабочими событиями в деятельности организации. Например, в магазине спортивного оборудования выполняется операция, когда клиент покупает баскетбольный мяч. Запись происходит о каждой выполненной операции. Все эти записи первоначально фиксировались на бумаге.

Операционному уровню соответствуют исполнители и менеджеры низшего звена (бригадиры, инженеры, ответственные исполнители, мастера, нормировщики, техники, лаборанты, секретари и т. п.). Основная задача – оперативное реагирование на изменение ситуации.

На уровне оперативного управления большой объем занимают учетные задачи.

**Пример.** Некоторые учетные задачи:

- учет количества проданной продукции;
- учет затрат времени, сырья и материалов при выполнении отдельных производственных операций;
- учет произведенной продукции;
- бухгалтерский учет
- кадровый учет и т. д.

**Функциональный** (*тактический*) уровень управления обеспечивает решение задач, требующих предварительного анализа информации, подготовленной на первом уровне. На этом уровне большое значение

приобретает такая функция управления, как анализ. Объем решаемых задач уменьшается, но возрастает их сложность. При этом не всегда удается выработать нужное решение оперативно, требуется дополнительное время на анализ, осмысление, сбор недостающих сведений и т. п. Управление связано с некоторой задержкой от момента поступления информации до принятия решений и их реализации, а также от момента реализации решений до получения реакции на них.

Функциональному уровню соответствуют менеджеры среднего звена и специалисты (начальники служб, отделов, цехов, начальник смены, участка, научные сотрудники и т. п.). Основная задача – тактическое управление фирмой при решении основных функций в заданной сфере деятельности.

**Пример.** На основании анализа статистических данных по спросу на продукцию, о ценах конкурентов и пр. прогнозируется прибыль и разрабатывается план выпуска продукции на ближайший период (неделю, месяц, квартал). Результаты принимаемых управленческих решений проявляются спустя некоторое время.

На этом уровне обычно используются два типа информационных систем: *управленческие ИС* (Management Information Systems – MIS) и *системы поддержки принятия решений* (СППР, Decision support systems – DSS).

*Управленческие ИС* обслуживают управленцев, которые нуждаются в ежедневной, еженедельной информации о состоянии дел. Основное их назначение состоит в отслеживании ежедневных операций в фирме и периодическом формировании строго структурированных сводных типовых отчетов. Информация поступает из информационной системы операционного уровня. Обычно имеют малые аналитические возможности и негибкую структуру.

*Системы поддержки принятия решений* (Decision support systems – DSS) обслуживают частично структурированные задачи, результаты которых трудно спрогнозировать заранее. Они имеют более мощный аналитический аппарат с несколькими моделями, позволяют легко менять постановки решаемых задач и входные данные. Информацию получают из управленческих и операционных информационных систем. Отличаются гибкостью и легко адаптируются к изменению условий по несколько раз в день. Имеют технологию, максимально ориентированную на пользователя.

Используют эти системы все, кому необходимо принимать решение: менеджеры, специалисты, аналитики и пр. Например, их рекомендации могут пригодиться при принятии решения покупать или взять оборудование в аренду и пр.

**Стратегический** уровень обеспечивает выработку управленческих решений, направленных на достижение долгосрочных стратегических целей организации. Результаты принимаемых на этом уровне решений проявляются спустя длительное время. Могут пройти месяцы или годы. Особое значение на этом уровне имеет такая функция управления, как стратегическое планирование. Ответственность за принятие управленческих решений чрезвычайно велика и определяется не только результатами анализа с использованием математического и специального аппарата, но и профессиональной интуицией менеджеров.

Стратегическому уровню соответствуют менеджеры высшего звена руководства организации (руководитель и его заместители). Основная их задача – стратегическое планирование деятельности фирмы на рынке и координация внутрифирменной тактики управления.

**Пример.** На основании анализа финансового состояния фирмы принимаются решения об увеличении (уменьшении, снятии с продажи) производимой продукции, о привлечении дополнительных работников или об их сокращении.

Информационные системы стратегического уровня помогают высшему звену управленцев решать неструктурированные задачи (например, создание новых товаров и услуг, которые выгодно отличаются от аналогичных, создание таких связей, которые закрепляют покупателей и поставщиков за данной фирмой и делают невыгодным обращение к другой, снижение стоимости продукции без ущерба качества), осуществлять долгосрочное планирование.

Основная задача – сравнение происходящих во внешнем окружении изменений с существующим потенциалом фирмы. Они призваны создать общую среду компьютерной телекоммуникационной поддержки решений в неожиданно возникающих ситуациях. Используя самые совершенные программы, эти системы способны в любой момент предоставить информацию из многих источников. Для некоторых стратегических систем характерны ограниченные аналитические возможности.

На данном организационном уровне ИС играют вспомогательную роль и используются как средство оперативного предоставления менеджеру необходимой информации для принятия решений.

К ИС стратегического уровня относятся, например, т.н. *информационные системы руководителя* (Executive Support Systems – ESS), которые предназначены специально для руководителей высокого уровня, для тех кто не имеет навыков работы с компьютером, имеет очень мало времени для анализа каждой ситуации.

ESS относительно легки в использовании и обычно обеспечивает графическое представление нескольких различных predetermined вариантов решения. Некоторые ESS позволяют руководителю рассматривать данные более глубоко на более детальном уровне. Например, руководитель, наблюдая падение продаж в течение месяца на рынке, может выяснить, деятельность каких подразделений является лучшей.

### **1.2.9. Классификация по сфере применения**

**ИС организационного управления** предназначены для автоматизации функций управленческого персонала. Учитывая наиболее широкое применение и разнообразие этого класса систем, часто любые ИС понимают именно в данном толковании. К этому классу относятся информационные системы управления как промышленными фирмами, так и непромышленными объектами: гостиницами, банками, торговыми фирмами и др.

Основными функциями подобных систем являются: оперативный контроль и регулирование, оперативный учет и анализ, перспективное и оперативное планирование, бухгалтерский учет, управление сбытом и снабжением и другие экономические и организационные задачи.

**ИС управления технологическими процессами (АСУТП)** служат для автоматизации функций производственного персонала. Они широко используются для поддержания технологического процесса в металлургической и машиностроительной промышленности.

**ИС автоматизированного проектирования (САПР)** предназначены для автоматизации функций инженеров-проектировщиков, конструкторов, архитекторов, дизайнеров при создании новой техники или технологии. Основными функциями подобных систем являются: моделирование проектируемых объектов, инженерные расчеты, создание графической документации (чертежей, схем, планов), создание проектной документации.

**Интегрированные (корпоративные) ИС** используются для автоматизации всех основных бизнес-процессов фирмы от проектирования до сбыта продукции, а также для поддержки процессов принятия решений ее руководителями.

Создание интегрированных систем весьма затруднительно, поскольку требует системного подхода с позиций главной цели, например получения прибыли, завоевания рынка сбыта и т. д. Такой подход может привести к существенным изменениям в самой структуре фирмы, на что может решиться не каждый управляющий.



### **1.2.10. Классификация по характеру использования информации**

**Информационно-поисковые системы** производят ввод, систематизацию, хранение, выдачу информации по запросу пользователя без сложных преобразований данных. Например, информационно-поисковая система в библиотеке, в железнодорожных и авиакассах продажи билетов.

**Информационно-решающие системы** осуществляют все операции переработки информации по определенному алгоритму. Их можно классифицировать по степени воздействия выработанной результатной информации на процесс принятия решений и выделить два класса: *управляющие* и *советующие*.

*Управляющие ИС* вырабатывают информацию, на основании которой человек принимает решение. Для этих систем характерны тип задач расчетного характера и обработка больших объемов данных. Примером могут служить система оперативного планирования выпуска продукции, система бухгалтерского учета.

*Советующие ИС* вырабатывают информацию, которая принимается человеком к сведению и не превращается немедленно в серию конкретных действий. Эти системы обладают более высокой степенью интеллекта, так как для них характерна обработка знаний, а не данных.

**Пример.** Существуют медицинские ИС для постановки диагноза больного и определения предполагаемой процедуры лечения. Врач при работе с подобной системой может принять к сведению полученную информацию, но предложить иное по сравнению с рекомендуемым решение.

### **1.2.11. Информационные системы, классифицируемые по особенностям предметных областей.**

Приведенные выше классификации носят локальный, в основном информативный характер. В рамках настоящего пособия, в дополнение к ним рассмотрены общие принципы построения информационных систем с точки зрения особенностей предметных областей, в которых они используются.

В этой связи, и не в противовес ранее приведенным классификациям дадим следующее определение информационной системы.

**Информационная система** – совокупность методов и средств, обеспечивающих **представление** некоторой предметной области в виде информационной модели (ИМПО), и **предоставление** пользователям необходимой информации об объектах предметной области.

В общем случае такую ИС можно представить следующим образом.

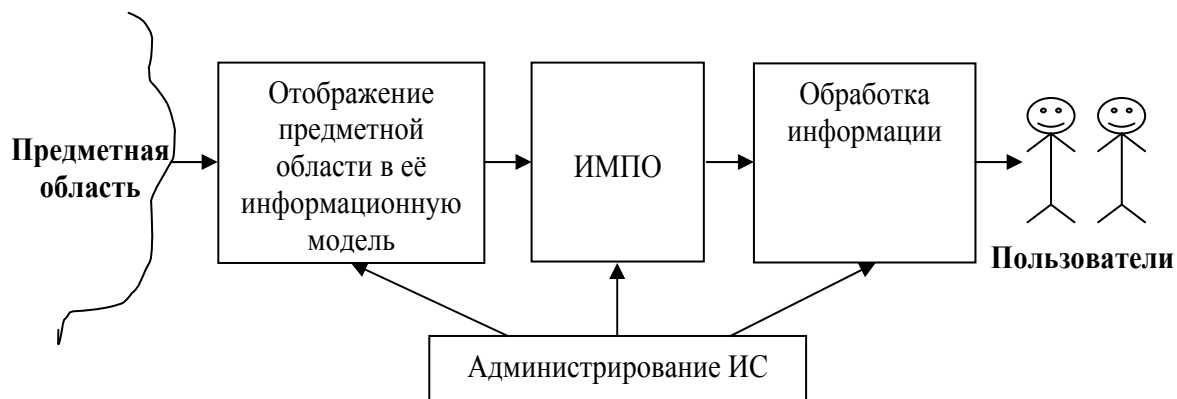


Рис. 1.1. Обобщенная функциональная схема ИС

Основные сферы применения информационных систем:

- образование (получение новых знаний о предметных областях);
- экономика (использование информации о состоянии объектов и процессов в предметной области с целью управления ее функционированием).

Принципиальное отличие ИС для этих сфер применения заключается в следующем.

Для целей получения новых знаний используется в основном содержательная, смысловая информация, представленная в виде текстов, рисунков, а в последнее время в виде аудио и видео объектов. Типичными объектами предметной области ИС в сфере образования являются книги, статьи, отчеты, пояснительные записки и т. п., чаще всего текстовая информация.

В сфере экономики используются в основном некоторые фактические данные, отражающие определенные свойства, характеристики, параметры, атрибуты, описывающие состояние объектов предметной области. Типичное внешнее представление – так называемые объектно-характеристические таблицы, в которых строки соответствуют объектам предметной области, а столбцы – характеристикам объектов.

В соответствии с отмеченными характеристиками представления объектов в предметной области ИС классифицируют на *документальные* (ДИС) и *фактографические* (ФИС). Подробное рассмотрение особенностей каждой из этих систем будет проведено позднее в настоящем пособии.

### **1.3. История развития информационных систем**

Рассмотрим 2 этапа существования ИС: до эры применения компьютеров и в период использования компьютерной техники.

#### **1.3.1. Этап, предшествующий применению компьютерных технологий**

Этот этап связан с появлением документальных ИС в виде древних библиотек. Именно библиотеки до настоящего времени являются основным хранилищем документальной информации. В процессе развития библиотечного дела достигнуты значимые теоретические и практические результаты по организации документальной информации, реализации процедур поиска и обработки документальной информации.

Потребность в фактографических информационных системах возникла значительно позднее как раз в сфере экономики.

На заре становления производства конечных продуктов для сторонних потребителей производитель в единственном числе и производил продукты, и обеспечивал их продажу, и организовывал снабжение необходимыми исходными материалами. По мере расширения производства, один человек был не в состоянии помнить и оперативно использовать всю информацию о производстве и сбыте, осуществлять на ее основе эффективное управление. Это первый информационный барьер. Возник управленческий аппарат, как раз и занимающийся сбором, хранением и обработкой информации о производстве конечных продуктов в интересах управления этим производством.

По мере усложнения производства (расширение номенклатуры производимых продуктов, усложнение технологии производства и структуры продуктов, увеличение числа связей с поставщиками и потребителями и т. п.) численность управленческого персонала постоянно растет и, если не предпринимать никаких действий по повышению производительности труда управленцев, то число людей, занятых в управлении, станет превышать число людей, занятых собственно в производстве конечных продуктов. Это второй информационный барьер. Здесь уместно отметить, что если в материальном производстве производительность труда, например, за несколько сот лет выросла в тысячи раз, то в сфере управления этот рост в разы. Естественно, что применение компьютеров и новых информационных технологий поможет увеличить эту производительность в десятки и сотни раз.

### 1.3.2. Этапы в развитии ИС, связанные с применением компьютерных технологий

Первый период (50-е годы) ассоциируется с 1-м поколением ЭВМ и характеризуется следующим:

**Техника:** элементная база – электронные лампы, объем оперативной памяти (ОП)  $\approx 20\text{--}30$  КБ, внешних запоминающих устройств (ВЗУ) – нет;

**Задачи – вычислительные**, характерными чертами которых являются:

- $V_{\text{исх. данных}} \ll V_{\text{озу}}$ , исходные данные – числа;
- $t_{\text{ввода-вывода}} \ll t_{\text{обработки}}$ ;
- однократное использование исходных данных;
- исходные данные располагаются вместе с программой, описание данных – также в программе;

**Типичная сложная вычислительная задача** – решение системы уравнений линейных, дифференциальных. Так, например, система из 10 линейных уравнений достаточно сложна для решения, но исходные данные это всего 100 чисел – коэффициентов при переменных, а результат – 10 чисел.

**Обрабатываемые данные** – числа в двоичной системе, структурные образования – вектор и матрица – множество однородных данных. Каждое данное занимает 1 ячейку.

В этот период казалось не мыслимым использование вычислительной машины не для вычислений.

Второй период (60-е годы) ассоциируется со 2-м поколением ЭВМ и характеризуется следующим.

**Техника:** элементная база – полупроводниковые приборы, объем ОП – 256 – 512 КБ, ВЗУ магнитные ленты (МЛ), магнитные барабаны; алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ), аппаратура передачи данных;

**Обрабатываемые данные:** – символьные данные, элементарные данные объединяются в структуры-записи, записи в файлы. В записи могут присутствовать разные типы данных и разные размеры данных. Запись – это чаще всего описание некоторых объектов по фиксированному множеству параметров, показателей.

С появлением возможности хранения символьных данных и их совместной обработки с числовыми данными появляется новый класс задач, которые можно назвать *информационными*. Характерными чертами информационных задач являются:

- $V_{\text{исх. данных}} > V_{\text{озу}}$ , исходные данные числа и символьные данные в одной структуре – записи, записи объединяются в файлы;
- $t_{\text{ввода-вывода}} \gg t_{\text{обработки}}$ ;

- многократное использование файла исходных данных;
- файл исходных данных хранится и корректируется автономно от программы его обработки;

Следует заметить, что первой областью применения информационных задач было именно управление. Таким образом, 60-е годы можно считать началом внедрения компьютерных технологий в управление.

Именно в этот период появились первые информационные системы, реализованные с использованием компьютера.

Третий период (70-е годы) ассоциируется с 3-им поколением ЭВМ и характеризуется следующим.

**Техника:** элементная база – интегральные схемы, объем ОП – до 1 МБ, ВЗУ – магнитные диски (от 7 до несколько сотен МБ), прочие внешние устройства – дисплеи, абонентские пункты, различные устройства ввода (оптические, магнитные, с голоса).

**Задачи** – комплексы задач, разработка подсистем автоматизированных систем управления (АСУ), пакеты прикладных программ. В этот период бурное развитие получило широкое, можно сказать повсеместное, внедрение компьютерных информационных систем в управление.

**Данные** – системы файлов, базы данных и комплексное использование информации.

Этот период характеризуется широким использованием фактографических информационных систем. Документальные информационные системы не находят применения прежде всего потому, что отсутствуют электронные копии документов.

Четвертый период (80-е годы) ассоциируется с 4-м поколением ЭВМ и характеризуется следующим.

**Техника:** элементная база – большие интегральные схемы, микропроцессоры, быстродействие – до нескольких миллионов операций в секунду (за счет распараллеливания вычислений), объем ОП – до десяти МБ, ВЗУ – магнитные диски до нескольких ГБ, прочие внешние устройства – дисплеи для конечных пользователей, периферийное оборудование, появление сети больших ЭВМ, появление и быстрое распространение персональных компьютеров (автономных – настольных), применение микропроцессоров для управления техникой.

**Данные** – базы данных как информационные модели предметных областей, базы знаний, распределенные базы данных, появление новых типов данных: данные типа даты, время, и т. п.

**Задачи** – нетрадиционные для ЭВМ задачи – автоматизация проектирования – САПР, автоматизация обучения – АОС, тренажеры–шахматы и др., автоматизированные рабочие места – АРМы в АСУ, экспертные системы и т. д.

Именно этот период можно считать периодом появления различных информационных технологий и локальных вычислительных сетей.

Пятый период (90-е годы) характеризуется следующим.

**Техника:** повсеместное распространение ПК, ОП – несколько десятков МБ, ВЗУ – до нескольких ГБ, объединение ПК в локальные, корпоративные и глобальные (мировые) сети.

**Задачи** – нетрадиционные для ЭВМ новые технологии (телекоммуникации, офисные технологии – групповые, технология клиент-сервер, геоинформационные, компьютерная томография, задачи виртуальной реальности, мультимедиа приложения).

**Данные** – кроме традиционных – аудио, видео информация, объекты различной природы.

**Конечный пользователь непосредственно работает на ПК**, как правило, в ЛВС и с доступом в глобальную сеть.

**С объединением ПК в локальные, корпоративные и глобальные сети** вновь возникают предпосылки для централизованного хранения информационной модели и ее комплексного использования в интересах управления. Таким образом, в этот период вновь осуществляется поворот к развитию и широкому использованию фактографических ИС.

Значительное развитие в этот период получили документальные ИС. Связано это с тем, что практически все документы стали готовиться с помощью компьютера (а значит имеются электронные копии), а пользователи получили возможность телекоммуникационного доступа к распределенным на сети информационным ресурсам, вплоть до мировых. Основные сервисы Internet – WWW, Gopher, Wais являются по существу документальными ИС.

В этот же период определился и получил значительное развитие такие информационные технологии как системы управления документами (офисные системы, электронный документооборот), геоинформационные системы.

Шестой период (2000-е годы). Повсеместное использование интернет, бурное развитие интернет технологий, корпоративные сети и интегрированные ИС, автоматизированные библиотечные системы.

**Характерной особенностью этого этапа** является новый подход к компьютеризации управления, когда осуществляется комплексная, интегрированная реструктуризация (в том числе, со сменой функций) производственных процессов (процедур), внедрение новых информационных технологий с учетом человеческого фактора. Такое новое системное проектирование (реорганизация) производственных процессов получило название реинжиниринга (reengineering).

Современный этап (2010-е годы). Повсеместное внедрение интернет технологий, так называемые «Электронные» предприятия, правительства, WiFi доступ, IP телефония, e-learning, облачные вычисления, кластеры, управление знаниями, OLAP, Data mining, сверх большие базы данных, хранилища данных, распределенная обработка.

В области ДИС стремительной накопление электронной информации различной природы и простой интернет доступ – можно условно сказать «в интернет есть любая информация».

## 1.4. Документальные ИС (ДИС)

### 1.4.1. Обобщенная схема ДИС

Конкретизируя обобщенную схему информационной системы (рис. 1.1) применительно к ДИС получаем следующее.

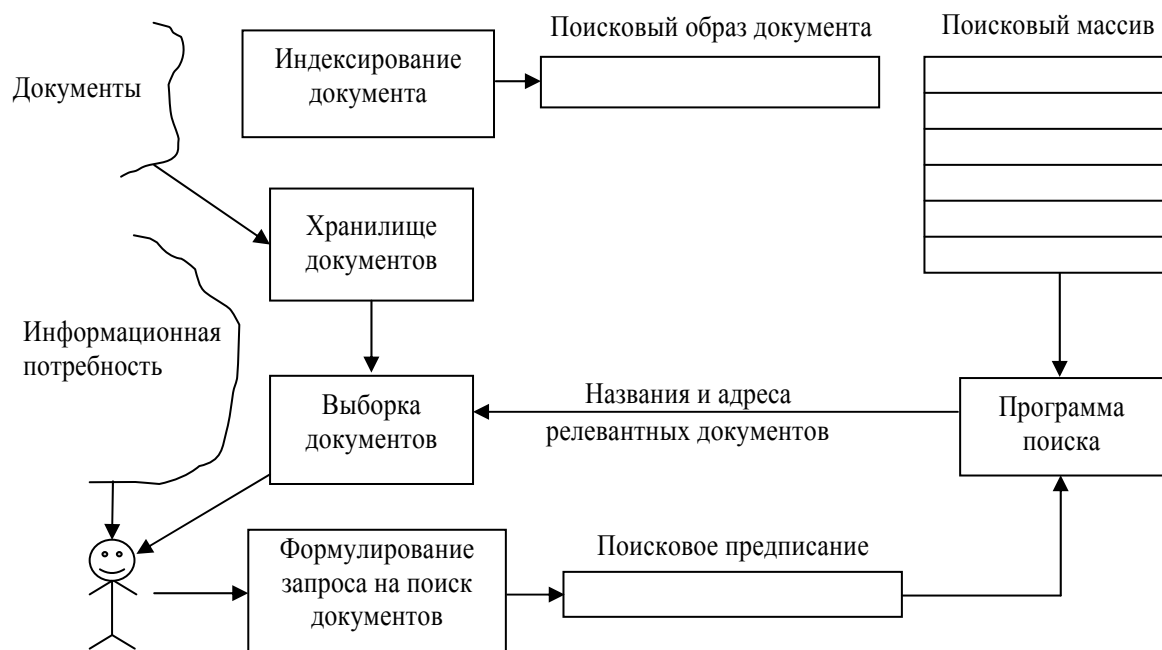


Рис. 1.2. Обобщенная схема ДИС

*Процедура индексирования документа* заключается в компактном представлении содержания документа в специальном виде (поисковый образ документа) удобном для последующего анализа программой поиска на предмет соответствия документа информационной потребности пользователя.

*Поисковые образы* (индексы) документов организуются в виде *поискового массива* (индексного файла), с которым будет работать программа поиска.

Поисковый массив и является *информационной моделью* предметной области.

*Процедура индексирования запроса* заключается в представлении информационной потребности пользователя компактном формализованном виде (поисковое предписание), удобном для последующего анализа программой поиска на предмет соответствия ей документов предметной области.

Представленная схема иллюстрирует технологию функционирования ДИС. Сопоставляя эту схему с обобщенной схемой информационной системы (рис. 1.1) отметим основную особенность ДИС – объектами предметной области является, в основном, содержательная, смысловая информация, представленная в виде текстов (книги, статьи, отчеты, пояснительные записки и т. п.), рисунков, а в последнее время в виде аудио и видео объектов. Тем не менее, при дальнейшем изложении материала для обозначения объектов предметной области ДИС будем использовать термин *документы*. Тогда назначение (основная функция) ДИС – поиск документов, соответствующих информационной потребности пользователей.

Процедура индексирования документа заключается в компактном представлении содержания документа в специальном виде, удобном для последующего анализа программой поиска на предмет соответствия документа информационной потребности пользователя. Такое, компактное представление называется *поисковым образом документа*. Поисковые образы (индексы) документов организуются в виде *поискового массива* (файла индексов), с которым будет работать программа поиска. Возвращаясь к обобщенной схеме ИС (рис. 1.1) следует отметить, что именно поисковый массив является информационной моделью предметной области.

Процедура индексирования запроса заключается в представлении информационной потребности пользователя в формализованном виде, удобном для последующего анализа программой поиска на предмет соответствия ей документов предметной области. Такое, компактное представление информационной потребности пользователя называется *поисковым предписанием*.

В результате работы *программы поиска* формируется список документов (в т. ч. их адресов), соответствующих поисковому предписанию. Пользователь, анализируя представленный список документов, принимает решение о целесообразности выборки собственно документа. Если документ не имеет электронной копии, то составляется заказ на представление документа или копии документа соответствующей службе. При наличии электронного представления документа пользователь мо-



жет его просмотреть и/или получить его электронную копию. Решение о выдаче документа в ответ на поисковое предписание вырабатывается программой поиска на основе некоторого набора правил, по которым определяется степень смысловой близости поискового предписания и поисковых образов документов. Такой набор правил называется *критерием смыслового соответствия*. Документы, содержание которых соответствует информационной потребности пользователя называются *пертинентными*. Документы, содержание которых соответствует информационному запросу (поисковому предписанию) называются *релевантными*. В зависимости от качества индексирования документов и информационной потребности пользователя, документы, полученные в результате поиска могут оказаться релевантными поисковому предписанию, но не быть *пертинентными*. Так, если нам необходимо получить документы (книги, статьи) по теме настоящего пособия, то в ответ на поисковое предписание, состоящее из слов *информационные системы* можно получить документы, содержащие сведения об *информационных* преступлениях, о *системах* связи и т. п. документы, не отвечающие нашей информационной потребности, но соответствующие поисковому предписанию. Наличие в ответе на запрос не пертинентных документов называется *шумом*.

Основная проблема, сдерживающая широкое применение ДИС – трудоемкость индексирования документа и требование высокой квалификации человека, осуществляющего индексирование. Понятно, что например, представить книгу, содержащую сотни страниц в виде нескольких строк поискового образа без существенной потери смыслового содержания книги, является почти невозможной задачей. Автор книги будет неудовлетворен любым вариантом такого «сжатия» и зачастую оказывается это делать, считая кощунством такое выхолащивание содержания. Специалисту библиографу, понимающему необходимость такого «сжатия», трудно просто прочитать книгу и понять ее смысловое содержание. Особенно остро эта проблема стоит при индексировании «старых» книг, не имеющих электронных копий. Сканирование и редактирование книг в электронный вариант дорогостоящее и трудоемкое занятие. Вместе с тем, при наличии электронной копии можно надеяться на создание программы автоматически индексирующей содержание даже значительных по объему книг. К этому вопросу мы вернемся в последующих разделах пособия.

Аналогичная проблема стоит и перед пользователем, который должен формализовать, практически тоже «сжать» свои информационные потребности к компактному, формализованному запросу – поисковому предписанию. При этом принципы его (пользователя) индексирования должны соответствовать принципам индексирования документов,

осуществляемые другими многими индексами, либо программами индексации. Другими словами все участники этих процессов должны «говорить на одном языке», иначе они не будут «понимать» друг друга и программа поиска будет выдавать кроме соответствующих документов и явно абсурдные с точки зрения пользователя. Напомним, что это явление мы назвали *шумом*. Проблемой создания таких единых языков, называемых в ДИС *информационно-поисковыми языками (ИПЯ)*, занимаются много веков, а в последние 100 лет в этой области ведутся постоянные научные и практические исследования. В настоящем пособии этой проблеме будет уделено должное внимание.

Вторая проблема, до последнего времени препятствовавшая успешному применению ДИС заключается в отсутствии электронных копий значительного числа документов. Ранее ДИС позволяла лишь определить название и адрес (месторасположение) документов, добраться до которых зачастую было непросто. И лишь при широком использовании компьютеров для набора текстов (книги последних десятилетий, не говоря уже о других документах, подготавливаются именно так) расширяется и сфера применения ДИС.

#### **1.4.2. Информационно-поисковые языки (ИПЯ) ДИС**

##### **1.4.2.1. Проблемы использования естественного языка в качестве ИПЯ**

Недостатки естественного языка:

- **многообразие средств передачи смысла** не только слова (лексика), но и:
  - контекст,
  - ссылки на ранее упоминавшиеся слова и словосочетания,
  - парадигматические (устойчивые) отношения между словами («спорт – футбол», «студент – молодежь» и т. п.),
  - грамматические правила.
- **семантическая неоднозначность:**
  - **синонимия** – слова разные по написанию, но одинаковые по смыслу (сражение – баталия, ключ – родник)
  - **многозначность** слов – слова одинаковые по написанию, но разные по смыслу, в том числе: *полисемия* есть сходство (**команда** м. б. спортивная, военная, экипаж и т. д.), *омонимия* разные по смыслу (**лук** – оружие, овощ, **ключ** – к замку, к разгадке тайны, родник), *омографы* – слова одинаковые по написанию, но в зависимости от произношения приобретающие различный смысл (например, в зависимости от ударения в слове – **замок** это будет или например *дверной замок* или *средневековый замок*).

- **эллипсность** – пропуски подразумеваемых слов (в сообщениях связанных с компьютерной обработкой данных при употреблении слова **сеть**, подразумевается **вычислительная** или **компьютерная** сеть).

Для исключения проблем связанных с отмеченными недостатками естественного языка в ДИС используется искусственный язык – информационно-поисковый язык (ИПЯ), предназначенный для отображения объемных текстов документов на естественном языке в более компактные поисковые образы документов (ПОД) и информационных потребностей пользователей в формализованные и компактные информационные запросы (поисковое предписание – ПП). Эти процессы называются **индексированием**.

Проблемы использования искусственного языка (ИПЯ):

- большой по объему документ (книгу, например) трудно представить в виде компактного ПОД (индексаторы библиотеки – осуществить трудно и каждый делает по своему, а авторы недовольны любым вариантом);
- пользователю трудно свои потребности выразить на придуманном кем то языке.

Вторая проблема, до последнего времени препятствовавшая успешному применению ДИС, заключается в отсутствии электронных копий документов. ДИС позволяла лишь определить название и адрес (месторасположение) документов, добраться до которых зачастую было непросто. И лишь при широком использовании компьютеров для набора текстов (книги последних десятилетий, не говоря уже о других документах, подготавливаются именно так) расширяется и сфера применения ДИС.

#### **1.4.2.2. Типы информационно-поисковых языков**

ИПЯ разделяются на следующие типы:

- классификационные ИПЯ:
  - иерархическая классификация;
  - фасетная классификация;
- дескрипторные ИПЯ (языки ключевых слов);
- язык предметных заголовков.

**Классификационные языки** для формирования ПОД и ПП предлагают использование множества классификаторов и процесс индексирования сводится к отнесению документа к определенному тематическому классу в соответствии с этими классификаторами.

### ***Иерархические классификации***

В иерархических классификациях классификаторы иерархически взаимосвязаны между собой в том смысле, что множество классификационных признаков (множество возможных значений классов) на некотором  $i$ -ом уровне соответствуют соответствующему значению классификатора  $i-1$  уровня.

Классификация ведется строго последовательно в соответствии со связностью классификаторов от старшего в иерархии к младшему. Система классификации представляется в виде дерева классификаторов.

**Например.** Все множество объектов предметной области (документов) делится на подмножества первого уровня согласно некоторому классификатору

- *информационные документы (1), деловые документы (2).*  
На втором уровне:
- *информационные документы* снова делятся на подмножества согласно некоторому («своему») классификатору – *учебно-методические материалы (1), научные результаты (2), художественная литература (3), ...;*
- *деловые документы* классифицируются по «своему» классификатору – *входящие (1), исходящие (2), внутренние (3).*

На следующем уровне учебно-методические материалы (УММ) классифицируются, например, по подразделениям для учебного процесса которых они созданы: по факультетам (... , АВТФ – 8, ...); на четвертом – по кафедрам соответствующих факультетов (... , каф. ОСУ – 5 на АВТФ).

На пятом уровне УММ классифицируются, например, по направлениям (специальностям) соответствующей кафедры (на каф.ОСУ это *Информатика и вычислительная техника (1)* и *Прикладная информатика (в экономике) (2)* на других кафедрах будут свои специальности под номерами 1 и 2).

На шестом уровне УММ, например, соотносятся с дисциплиной специальности для обеспечения которой создан УММ (... , *Информационные системы (25), Операционные системы (26), ...*).

Далее классификация может идти по видам учебных занятий для которых создан УММ (*лекции (1), практические (2), лабораторные (3)* и т. д.), далее для каждого вида занятий по типу УММ (*учебники (1), учебные пособия (2), конспекты лекций (3)* и др.). И т. д. иерархическое множество классификационных признаков имеющих смысл только для своего «старшего».

Научные результаты (*нр*) будут соотносятся (классифицироваться) со «своими» признаками : на третьем и четвертом уровнях это также могут быть подразделения в которых созданы документы, далее в соот-

ветствии с научными специальностями (... , *Системный анализ и управление* (13), ...), для каждой специальности делятся на – *отчеты* (1), *статьи* (2), *диссертации* (3) и др.

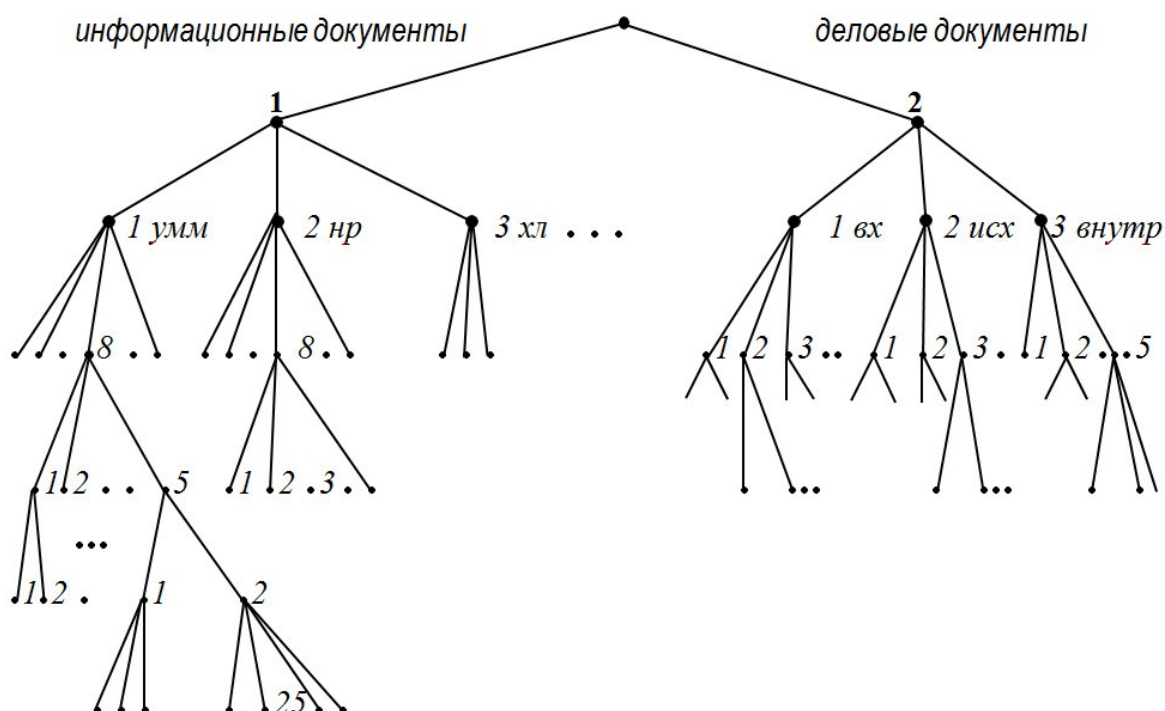


Рис. 1.3. Классификационное дерево

Входящие и исходящие документы могут классифицироваться на *письма* (1), *договора* (2), *контракты* (3) и др., внутренние документы – на *приказы* (1), *поручения* (2), *служебные записки* (3), *договора* (4), *контракты* (5) и др.

После того как классификационное «дерево» построено, любой объект предметной области и поисковый запрос представляется в виде цифрового кода составленного путем последовательного отнесения объекта к классам по ветви «дерева».

Например, код 1 1 8 5 2 25 1 2... является поисковым образом документа, являющегося учебно-методическим материалом АВТФ каф. ОСУ, для специальности прикладная информатика (в экономике), по дисциплине Информационные системы, УММ типа учебное пособие для чтения лекций ..., а 1 2 13 3 ... – научные результаты по научной специальности системный анализ и управление в виде диссертации ...

Очевидно, что добавить новое значение классификационного признака на некотором уровне можно лишь в пределах разрядности кода на соответствующем уровне, а изменить значения признака или добавить новое основание классификации (новый промежуточный уровень) практически не возможно, т. к. это приведет к изменению классификации на

всех ниже лежащих уровней и изменению поисковых образов ранее индексированных документов.

Таким образом, основным недостатком иерархической классификации является жесткость и громоздкость (сложность) классификационного «дерева».

К положительным факторам можно отнести компактность поискового образа.

### ***Универсальная десятичная классификация***

Примером реально используемой иерархической классификации является универсальная десятичная классификация (УДК).

Одной из главных отличительных особенностей УДК является **иерархическое построение** большинства разделов основной и вспомогательных таблиц по принципу деления от общего к частному с использованием цифрового десятичного кода.

На первом уровне вся область знаний делится на следующие десять подобластей с назначением каждой из них от 0 до 9:

- 0 *Общий отдел.*
- 1 *Философские науки. Философия.*
- 2 *Религия. Атеизм.*
- 3 *Общественные науки.*
- 4 *(Свободен с 1961 г.).*
- 5 *Математика. Естественные науки.*
- 6 *Прикладные науки. Медицина. Техника.*
- 7 *Искусство. Декоративно-прикладное искусство. Фотография. Музыка. Игры. Спорт.*
- 8 *Языкознание. Филология. Художественная литература. Литературоведение.*
- 9 *География. Биографии. История.*

Даже на этом уровне с одной стороны есть тесно связанные классы (например, 5 и 6), а с другой стороны, многие, особенно новые, разделы знаний не удастся однозначно классифицировать. При индексировании зачастую возникают затруднения в выборе индекса.

Так. Например, на первом уровне пока еще не очевидно, к какому классу необходимо отнести документы, относящиеся по содержанию к информационным системам и информационным технологиям.

Оказывается до 199 года наиболее близок был раздел 6 *Прикладные науки. Медицина. Техника*, который в свою очередь делится на следующие классы:

- 60 *Прикладные науки. Общие вопросы.*
- 61 *Медицина.*
- 62 *Инженерно дело. Техника в целом.*
- 63 *Сельское хозяйство. Лесное хозяйство. Охота. Рыбное хозяйство.*
- 64 *Домоводство. Коммунально-бытовое хозяйство. Служба быта*
- 65 *Управление предприятиями. Организация производства, торговли и транспорта.*
- 66 *Химическая технологий. Химическая промышленность. Родственные отрасли промышленности.*
- 67/68 *Различные отрасли промышленности и ремесла, производящие конечную продукцию. Точная механика.*
- 69 *Строительство. Строительные материалы. Строительно-монтажные работы.*

И здесь очевидна неоднозначность отнесения нашей тематики. Подходят 60, 62, 67/68, а может быть и 65 раздел. Здесь проявляется как раз основной недостаток иерархической классификации – ее жесткость, сложность любых изменений. Когда появились знания, связанные с вычислительной техникой, а все разделы на этом уровне уже были заняты (их также 10, как на любом уровне). В итоге интересующую нас тематику отнесли к разделу 68 *Различные отрасли промышленности и ремесла, производящие конечную продукцию. Точная механика*, который в свою очередь делится следующим образом:

- 681 *Точная механика.*
- 682 *Кузнечное ремесло. Ковка животных.*
- 683 *Железные скобяные изделия. Слесарное дело. Торговля напитками. Лампы с горючими веществами и горелки. Печи.*
- 684 *Мебельная промышленность.*
- 685 *Обувное производство. Производство шорно-седельных и других изделий из кожи и ее заменителей. Производство дорожных, спортивных принадлежностей и настольных игр.*
- 686 *Брошюровочно-переплетное производство. Золочение. Серебрение. Производство зеркал. Стекольные работы. Беловые товары и письменные принадлежности. Канцелярские принадлежности.*
- 687 *Швейная промышленность. Предметы и принадлежности одежды.*

- 688 *Производство галантерейных, декоративных изделий, игрушек и т. д.*
- 689 *Технические и другие ручные любительские работы. Рукоделие.*

И здесь на этом уровне трудно сделать выбор. Ближе всего раздел 681 *Точная механика*, который в подразделе 3 уже имеет класс 681.3 достаточно близкий к нашей тематике.

- 681.1 *Приборы, устройства, аппараты с механизмами передачи или с подвижными механизмами. Часы. Расходомеры. Уровнемеры. Счетные устройства. Торговые автоматы.*
- 681.2 *Приборостроение. Измерительная техника. Весы.*
- 681.3 *Вычислительная техника. Машины и устройства для обработки данных. Автоматическая обработка данных. Электронные вычислительные машины (ЭВМ). Калькуляторы.*
- 681.5 *Автоматика. Теория, методы расчета и аппаратура систем автоматического управления и регулирования. Техническая кибернетика. Техника автоматизации.*
- 681.6 *Множительные и печатные машины.*
- 681.7 *Оптические приборы и аппаратуры.*
- 681.8 *Музыкальные инструменты. Техническая акустика.*
- 681.9 *Машины и инструменты, применяемые при изготовлении и репродукции скульптур, в гравировальном деле.*

Однако дальнейшее движение по классификационному дереву УДК так и не приведет к однозначной идентификации нашей потребности.

Рассмотренный нами пример показывает, насколько сложна процедура индексирования документа – поиска его «места» в сложной иерархической системе классификации. Возможна и неоднозначная классификация документа.

Более того с развитием науки и техники (наш пример тому подтверждение) появляются новые направления, а для них не предусмотрено место в жестком иерархическом классификационном дереве. Кстати говоря, в 1996 году раздел 681.3 (со всем подчиненным деревом) был исключен из УДК и растворен в других разделах (прежде всего в 00 *Наука в целом (информационные технологии – 004)*). Как быть с документами, которые были до этого времени классифицированы в УДК в раздел 681.3 – дополнительная проблема.

В том числе и поэтому УДК расширена независимой дополнительной классификацией посредством применения нескольких индексов, использованием *определителей* и специальных знаков. Использование определителей вызвано необходимостью отражения в индексе признаков, не имеющих иерархическую зависимость (являются общими для разных ветвей).



### ***Фасетная классификация***

В фасетной классификации классификаторы уровней не зависимы между собой, не зависима и классификация документа по каждому из классификаторов.

Так при использовании фасетной классификации для приведенного выше примера для четвертого уровня необходимо иметь классификатор всех кафедр вуза, а не ограниченное множество кафедр конкретного факультета (например кафедра ОСУ будет иметь независимый номер в вузе равный 35, а не 2 на факультете АВТФ), аналогично номер специальности *Прикладная информатика (в экономике)* среди всех специальностей вуза м. б. равной например 101, а не 2-й на кафедре ОСУ, точно так же, дисциплина *Информационные системы* в полном множестве из более чем 5000 дисциплин может иметь номер 2222, а не 25 в списке дисциплин специальности.

Тогда поисковый образ того же документа, что приведен для иерархической классификации (1 1 8 5 2 25 1 2...) в фасетной классификации для приведенных выше условий будет иметь вид 1 1 8 35 101 2222 1 2...

Таким образом, при некотором увеличении размера кода поискового образа при фасетной классификации (по сравнению с иерархической) имеет место не зависимость классификационных признаков между собой, а значит не существует проблем в добавлении (удалении) значений в классификаторах и в добавлении новых или удалении действующих классификаторов. Важным достоинством фасетной классификации является и хорошее согласование с информационными языками фактографических ИС и в частности с реляционными базами данных. Так основания классификации для рассмотренного примера могут быть представлены в виде следующей таблицы.

Общий тип документа	Тип информационного документа	Факультет	Кафедра	Специальность	Дисциплина	Вид занятий	Тип УММ

### ***Дескрипторные языки***

**Дескриптор** – это особо значимое в предметной области слово (устойчивое словосочетание), ключевое слово.

Формирование ПОД и ПП с помощью дескрипторных языков заключается в выборе множества дескрипторов, в совокупности отвечающих (по мнению индексатора) смысловому содержанию документа (ПОД) и информационной потребности (ПП) пользователя. Проблема однозначного понимания того, какие ключевые слова отражают смысл

документа или поискового предписания в дескрипторных ИПЯ более значима, чем при иерархической классификации.

Типы дескрипторных ИПЯ:

- с грамматикой (жесткие правила записи конструкций: *позиционно* например «объект-субъект-действие», или с явным указанием *роли* слова в конструкции);
- без грамматики.

Дескрипторный ИПЯ м. б. со *свободной* или *контролируемой* лексикой.

ИПЯ со свободной лексикой не накладывает ограничений на состав используемых слов (нет специального словаря), но в таком случае должны работать средства выявления значимых слов (удаления не значимых – предлогов, суффиксов, префиксов и т. п.), что усложняет алгоритмы установления соответствия поисковых образов документов, поисковым предписаниям пользователей. Одним из способов выявления значимых слов является подсчет частоты использования слов в документе. Современные технические средства (быстродействие компьютеров) и алгоритмы анализа словоформ позволяют обрабатывать тексты в несколько миллионов слов (солидные книги) за считанные минуты (формируя поисковые образы). Пользователь формирует поисковое предписание с учетом важности слов (порядок следования в запросе), программа поиска сопоставляет такое предписание с частотным спектром слов поисковых образов документов.

Наиболее распространенные поисковики Internet используют языки такого типа.

ИПЯ с контролируемой лексикой используют фиксированные словари, в том числе т.н. тезаурусы, в которых указываются связи между словами в какой то степени учитывающие упомянутые ранее особенности естественного языка (синонимию, омонимию и т. п.)

### ***Язык предметных заголовков (ЯПЗ)***

Примером ЯПЗ служит оглавление (раздел Содержание) книг. Это естественное компактное представление содержания (смысла) книг с давних времен и способ сопоставления информационных потребностей пользователей и такого поискового образа книги.

Сервис Gofar в Internet использует такой язык.

### **1.4.3. Документальные информационные системы в интернете**

#### **1.4.3.1. Первые ДИС в интернете**

Согласно информации Википедии, к ДИС можно отнести первые сервисы интернет – Gopher и WAIS.

«Одним из достаточно известных и распространенных сервисов Интернет является gopher. Хотя сейчас он уже практически не развивается, или, во всяком случае, развивается гораздо медленнее прочих сервисов похожего назначения, но тем не менее через gopher доступно довольно-таки большое количество информации – в первую очередь, по историческим причинам – был период, когда gopher был лучшим средством экспорта информации для публичного доступа и некоторые компании до сих пор продолжают использовать его. Современные средства работы с информацией в Интернет обеспечивают в том числе доступ к серверам gopher, поэтому Вам не нужно учиться работать со специальными программами-клиентами gopher. Что касается использования сервера gopher для предоставления своей информации в публичное пользование – вряд ли Вам придется это делать, поскольку gopher морально устарел.

Gopher – это распределенная система экспорта структурированной информации. При работе с gopher Вы находитесь в системе вложенных меню, из которых доступны файлы различных типов – как правило, простые тексты, но это может быть и графика, и звук и любые другие виды файлов. Таким образом, в публичный доступ экспортируются файлы с информацией, но не в виде файловой системы, как в ftp, а в виде аннотированной древовидной структуры. Gopher – сервис прямого доступа и требует, чтобы и сервер, и клиент были полноценно подключены к Интернет.»

Если Вы интересуетесь Интернет, Вы могли слышать название WAIS, но до сих пор не знаете, что это такое. WAIS (произносится как вэйс) – еще один сервис Интернет, сегодня почти не используемый, или, по крайней мере, практически не развивающийся. WAIS расшифровывается как информационная система широкого профиля, но на самом деле это комплекс программ, предназначенных для индексирования больших объемов неструктурированной, как правило просто текстовой, информации, поиска по таким документам и их извлечения. Существуют программы для индексирования, для локального поиска по полученным индексам, а также серверная и клиентская программа, общающиеся между собой по специальному протоколу Z39.50.

Задача поиска по большим объемам неструктурированной информации весьма нетривиальна и сегодня еще не существует общепринятого ее решения. WAIS во многих случаях является приемлемым вариантом поисковой системы, и коль скоро она имеет свободно распространяемую программную реализацию, то получила достаточную известность как один из

сервисов Интернет. На самом деле, она почти не используется сегодня самостоятельно, но во многих случаях применяется как вспомогательное средство, например, для индексирования документов, хранящихся на WWW-сервере. В некоторых случаях она также используется как средство работы со словарями, или для поиска по архивам сетевых новостей Usenet. Если перед Вами стоит задача по индексированию больших объемов неструктурированной информации, то, возможно, WAIS окажется адекватным ее решением. Однако, нужно иметь в виду, что свободно распространяемая реализация системы далека от совершенства, что система достаточно сложна для понимания и изучения, и, что хуже всего, практически не развивается. Поддержкой и развитием свободной версии занимались последовательно несколько организаций, но ни одна из них не довела продукт до приемлемого для реальной работы состояния.»

#### ***1.4.3.2. Современные ДИС в интернете***

На сегодняшний день существуют множество поисковых систем для поиска необходимой информации в Интернете, например, Yandex, Yahoo, Baidu, Bing, Yandex. Современные, функционирующие в Интернете информационные системы учитывают особенности работы в интернет-пространстве (объектами поиска являются не столько документы, сколько сайты), с успехом используют практически не ограниченные ресурсы памяти серверов, а также высокое быстродействие вычислителей и современные достижения в области управления знаниями. Учитывается и история поступления запросов, их взаимосвязь.

По данным компании Net Applications [20] в ноябре 2011 г. одним из самых распространенных средств поиска является Google, который предоставляет пользователям наиболее полезные результаты.

Рассмотрим на примере Google, каким образом происходит поиск и получение информации. Представленный ниже материал базируется на информации ресурса [20].

#### ***Сбор информации: сканирование***

Для поиска общедоступных страниц в Google используются поисковые роботы, например, Googlebot. Роботы просматривают веб-страницы и переходят по найденным ссылкам, как это делают пользователи Интернета. При этом роботы передают данные о веб-страницах на серверы Google.

Сканирование начинается со списка веб-адресов, полученного при предыдущих сканированиях, и карт сайтов (Sitemap), предоставляемых владельцами веб-сайтов. Во время сканирования этих страниц веб-сканеры ищут ссылки на другие страницы. Особое внимание уделяется

новым сайтам, изменениям на существующих сайтах и неработающим ссылкам. Какие сайты необходимо сканировать, как часто и в каком объеме, Google определяет автоматически. При этом для большинства сайтов не требуется специальная настройка для сканирования, индексирования и показа, поэтому их страницы появляются в результатах поиска без предварительной подготовки.

### ***Систематизация информации: индексирование***

Чтобы пользователи могли найти нужную информацию в огромной и постоянно пополняемой библиотеке – Интернете, Google просматривает все страницы и составляет индекс, похожий на указатель в конце книги. Индекс Google занимает более 100 000 000 гигабайт, а на его составление ушло более миллиона часов компьютерных расчетов.

Фактически в качестве поискового образа документа составляется словарь с частотами использования слов и словосочетаний. Используются и подходы управления знаниями в части использования метаописаний, учета логических связей между понятиями.

На первом этапе поиска специальные алгоритмы ищут слова запроса в индексе, чтобы определить нужные страницы. Алгоритмы – это автоматические процессы и формулы, которые преобразуют вопросы пользователей в ответы. Обычно запросу соответствуют тысячи, а иногда и миллионы веб-страниц. Современные алгоритмы Google используют более 200 различных сигналов или «ключей», чтобы понять, что именно человек ищет. Система учитывает такие параметры, как наличие слов на страницах сайтов, актуальность информации, местоположение пользователя и показатель ранжирования страниц (PageRank).

После этого процесс становится сложнее. По запросу «собаки» нет смысла показывать страницы, состоящие исключительно из этого слова. Скорее всего, полезными результатами будут фотографии, видео или списки пород. Поэтому системы индексирования Google учитывают различные параметры страниц: дату публикации, наличие картинок или видео и многое другое. Сеть знаний – огромная фактологическая база данных, содержащая информацию о людях, местах, объектах и связях между ними, – ещё один шаг на пути от простого сопоставления ключевых слов к полному пониманию реальных интересов пользователя.

Вот некоторые типы информации, которые можно найти в Сети знаний:

- Описания и факты, которые находятся в открытом доступе в Интернете.
- Изображения из Интернета, наиболее релевантные для запроса.

- Похожие запросы, которые позволяют получить дополнительную информацию (например, при поиске Эйфелевой башни отображаются также и другие достопримечательности Парижа).
- Местоположение на карте или другие сведения, относящиеся к запросу (например, введя имя известного певца, можно получить расписание концертов и записи из его ленты).

Поисковая система анализирует наиболее популярные результаты по запросу и содержание соответствующих веб-страниц. Если на большинстве страниц представлена похожая информация, она выдается в краткой, обобщенной форме. В некоторых случаях, для сужения области поиска, может быть предложено сделать выбор из нескольких вариантов (например, если необходима книга «Золушка», а не фильм с одноименным названием).

### ***Базовые функции поиска***

Для того чтобы всегда получать нужную информацию, необходимо придерживаться следующих рекомендаций по составлению запросов в любой поисковой системе, в том числе и в Google.

1. Запросы должны быть простыми. Если необходимо конкретное понятие, место или продукт, просто введите его название.
2. Добавьте релевантные слова, если простой запрос не дал нужных результатов. Подбор нужных слов для составления поискового запроса может занять некоторое время.
3. Используйте слова, которые могут присутствовать на искомой странице.
4. Используйте только значимые слова вместо полных предложений или вопросов. Поскольку для поиска используются все слова из запроса, каждое дополнительное слово ограничивает круг результатов.
5. Используйте специальные функции. При некоторых видах поиска нужная информация отображается прямо под окном поиска.

Некоторые исключения из вышеизложенных правил позволяют Google предоставлять пользователям наиболее релевантные результаты:

- Такие часто употребляемые слова, как предлоги, артикли и союзы, обычно игнорируются. Но и у этого исключения есть ограничение. В запросе «А и Б сидели на трубе» буква «и», скорее всего, является частью загадки, и Google будет искать всю фразу с этим союзом. А в запросе «использование букв Е и Ё» буква «и» имеет гораздо меньшее значение, и в данном случае Google может проигнорировать союз.

- На странице в результатах могут присутствовать не все слова из поискового запроса. Например, если в окне поиска ввести «вид бассейна сверху», то можно увидеть прекрасные виды бассейнов сверху на веб-страницах, которые не включают слово «сверху».

- Синонимы могут заменять некоторые слова в исходном запросе. Чтобы этого избежать, заключите слово или фразу в кавычки.

Результат поиска обычно состоит из названия, которое является одновременно ссылкой на веб-страницу, кратким описанием или цитатой, а также URL страницы.

## 1.5. Фактографические информационные системы (ФИС)

### 1.5.1. Обобщенная схема ФИС

Конкретизируя обобщенную схему информационной системы применительно к ФИС получаем следующее.

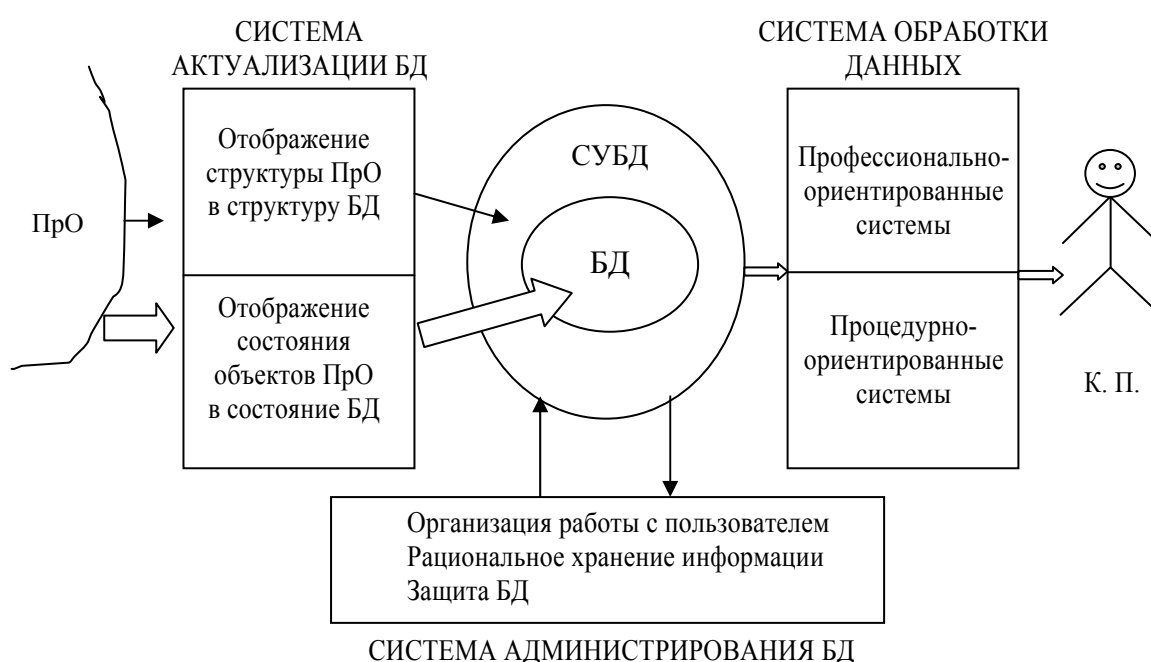


Рис. 1.4. Обобщенная схема ФИС

### 1.5.2. База данных (БД) и СУБД в ФИС

База данных является средством отображения информационной модели предметной области.

Фактографические информационные системы успешно применяются в предметных областях, имеющих следующие особенности:

1. Информационно описывается множество объектов некоторой предметной области. Это могут быть объекты самой различной природы (личности, предметная, научные исследования, книги, объединение и др.). Главное, что объекты в предметной области обладают (могут быть описаны) некоторыми свойствами (параметрами, характеристиками, показате-

лями и т. п.). При этом для любого объекта значение одноименного параметра может быть различным, но выбирается из одного множества возможных значений, называемого словарем (классификатором, доменом).

Естественное понятие однородных (однотипных) объектов с информационной точки зрения может быть формально определено как множество объектов, для которых имеет смысл одно и то же полное множество параметров.

2. При информационном моделировании на ЭВМ предметная область отображается в компьютерные данные следующим образом:

- а) Каждому параметру объекта предметной области соответствует данное, значение параметра у конкретного объекта – значению данного в записи, соответствующей этому объекту.

Таблица 1.2

*Компьютерное моделирование предметной области*

Предметная область	Компьютерное представление
Параметр (свойство, характеристика) объекта	Данное (атрибут)
Значение параметра	Значение данного
Перечень возможных значений параметра (классификатор)	Перечень значений данного (справочник, словарь)
Группа параметров, описывающих однотипные объекты с определенной стороны	Схема файла
Описание множества однотипных объектов по этой группе параметров	Файл базы данных
Описание одного объекта по этой группе параметров (значения параметров для объекта)	Одна либо несколько записей файла
Описание однотипных объектов предметной области с различных сторон	Система файлов (база данных)
Описание предметной области в целом (все множество типов объектов)	Система баз данных

Идентификатор (имя, название и т. п.) объекта также представляется как данное, но данное особого назначения – оно идентифицирует и запись (входит в идентификатор) и называется ключевым данным записи (по крайней мере, входит в ключ).

- б) Группа параметров, которые по разным причинам целесообразно представлять вместе, отображаются в файле, информация об одном объекте составит запись файла. Файл содержит информацию об объектах одного типа.
- в) Полная информация об объектах предметной области (всестороннее описание объектов) хранится в системе взаимосвязанных файлов,



называемой базой данных. Взаимосвязь файлов отражает взаимосвязь объектов разных типов и различных описаний внутри одного типа.

Описания соответствия объектов предметной области и компьютерного представления информации, обеспечивающего эффективное информационное моделирование широкого класса предметных областей приводится в табл. 1.2.

Более детально роль БД как средства информационного моделирования и роль СУБД как средства, обеспечивающего доступ к БД, освещены в учебном пособии «Базы данных» [22].

### **1.5.3. Система актуализации БД в ФИС**

Система актуализации БД включает две подсистемы:

- отображения структуры предметной области (ПрО) в структуру БД;
- отображения состояния объектов ПрО в состояние БД.

#### **1.5.3.1. Подсистема отображения структуры предметной области в структуру БД**

Отображение структуры предметной области в структуру БД может трактоваться как проектирование БД.

Процесс проектирования можно представить в виде трех основных этапов:

1. Концептуальное моделирование ПрО.
2. Логическое проектирование БД.
3. Физическое проектирование БД.

Построение концептуальной схемы данных самый сложный и трудно формализуемый процесс. Отсутствуют конструктивные методики, процесс структуризации по существу является искусством, опирающимся на опыт проектировщика и участие профессионала – работника моделируемой предметной области.

Концептуальное моделирование, это представление некоторой предметной области в виде информационной модели, которую просто использовать далее для проектирования баз данных.

Можно выделить два подхода к моделированию данных (проектированию концептуальной модели данных):

- Подход, основанный на системном анализе семантики предметной области – **семантическое моделирование** – наиболее распространенный, по крайней мере, в известных работах.
- Подход, основанный на анализе **информационных потребностей пользователей** (часто его называют подходом, основанном на нормализации). Это подход более формализованный по сравнению с семантическим моделированием.

Подробно эти подходы рассматриваются в учебном пособии Базы данных [22].

### **1.5.3.2. Подсистема отображения состояния объектов предметной области в состояние БД**

Отображение состояния объектов предметной области в состояние БД осуществляется, как правило, в два этапа:

1. Фиксация значений параметров объектов предметной области.
2. Корректировка значений соответствующих данных в БД.

#### **Фиксация значений параметров объектов предметной области**

С процессами фиксации информации тесно связано использование классификаторов (словарей, справочников) и кодированное представление информации.

Вопрос о кодировании значений атрибутов в памяти рассматривается, как правило, лишь к атрибутам, множество возможных значений которых (домен) составляет словарь. Кодирование значений атрибутов заключается в следующем. В физическом (хранимом) файле, вместо символьного значения атрибута хранится компактный цифровой код, а процессы перехода от символьного к кодовому значению (при вводе информации) и от кодового к символьному значению (при выводе информации конечному пользователю) осуществляются через специальный файл – кодификатор, записи которого содержат поля с кодированными и не кодированными значениями.

Целесообразность кодирования значений может быть обусловлена следующими причинами:

- экономией компьютерной памяти, занимаемой хранимыми данными;
- сокращением времени внутри машинной обработки кодов меньшего размера, особенно при полном «просмотре» файлов;
- частичной защитой хранимой информации при несанкционированном доступе (при выборе данных не средствами информационной системы невозможно сразу понять смысл значения данного).

Учитывая, что первые две причины обусловлены экономией занимаемой памяти, можно предположить следующие формальные условия целесообразности кодирования значений данных. Кодирование значений атрибута целесообразно, если:

$$1. \quad n \cdot l_n > n \cdot l_k + m(l_k + l_n),$$

где  $n$  – число записей в основном файле,  $m$  – число возможных значений данного (число записей в файле-кодификаторе),  $l_n$  – длина не кодированного значения,  $l_k$  – размер кода.

2. На одном и том же домене (словаре) определены несколько данных.

Первое условие говорит о том, что целесообразно кодировать те данные, для которых объем хранения не кодированных значений больше, чем объем хранения кодированных значений в основном файле плюс объем файла-кодификатора, что и иллюстрируется на рис. 1.5.

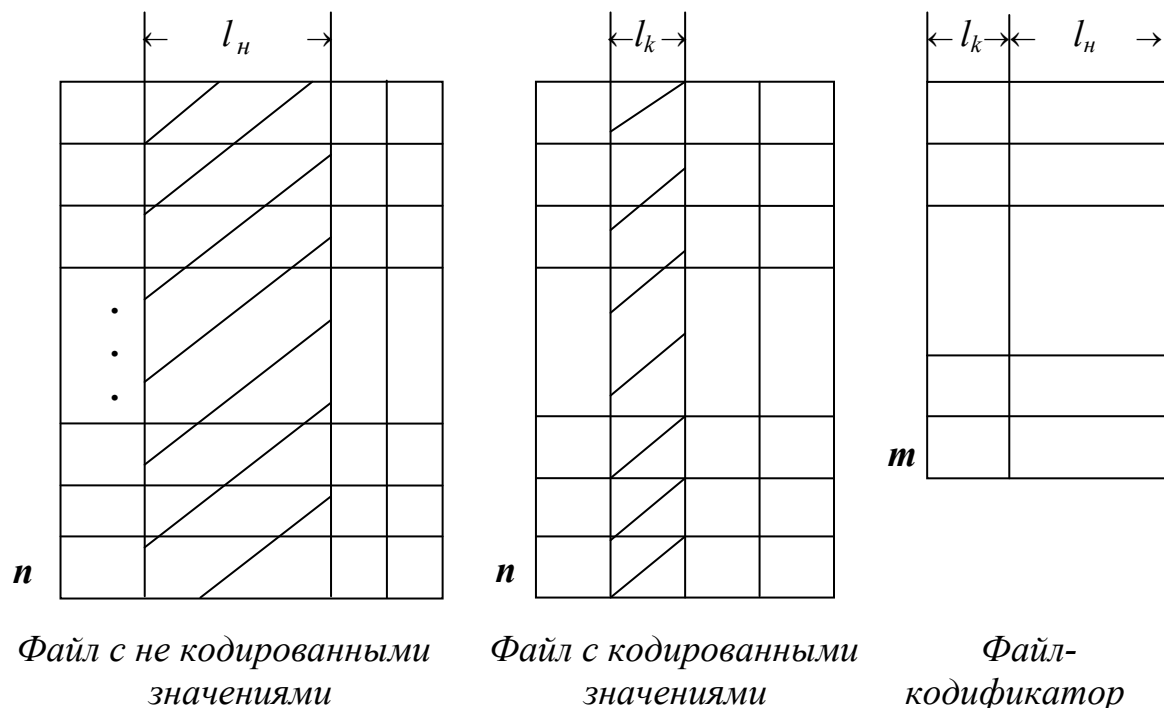


Рис. 1.5. Сравнение кодированного и не кодированного представления значений данного в файле

Если учесть, что цифровые коды, как правило, не превышают пяти разрядов (даже в символьном представлении можно закодировать 99999 возможных значений), а средний размер значений символьных данных около 30 символов ( $ln = 6lk$ ), то

$$n \cdot 6l_k > n \cdot l_k + m(l_k + 6l_k) \rightarrow 6n > n + 7m \rightarrow 5n > 7m \rightarrow n / m > \frac{7}{5} \rightarrow n / m > 1,4$$

То есть, значения атрибута целесообразно кодировать даже при однократном использовании кодификатора, если число записей в основном файле больше числа возможных значений атрибута (число записей в файле-кодификаторе) в 1,4 раза. Тогда значения такого данного как **ПОЛ** безусловно целесообразно кодировать, а данного **Ф.И.О.** при однократном использовании – вряд ли.

Второе условие целесообразности кодирования иллюстрируем на следующем примере

### СВЕДЕНИЯ О ПРЕПОДАВАТЕЛЯХ КАФЕДРЫ

Шифр кафедры	ФИО преподавателя	Должность преподавателя	Дата вступления в должность
	← 25 символов →		
⋮			

### УЧЕБНЫЕ ПОРУЧЕНИЯ КАФЕДРЫ

Дисциплина	Вид занятий	ФИО преподавателя
		← 25 символов →

*Рис. 1.6. Структура файлов, использующих не кодированное представление данного ФИО*

Очевидно, что даже если преподаватель ведет только один вид занятий и по одной дисциплине, целесообразно использовать в файлах личный номер преподавателя размером 4–5 разрядов и файл-кодификатор с полями **личный номер преподавателя** и **ФИО преподавателя**.

#### ***Корректировка значений данных в БД***

Разделение процесса актуализации БД на упомянутые два этапа (фиксация и корректировка) часто осуществляется еще и для защиты от случайных ошибок в процессе первоначального ввода данных: на этапе корректировки в начале первичные данные переносятся в память компьютера, затем осуществляется контроль значений и их исправление в случае обнаружения ошибок и лишь после этого осуществляются необходимые изменения в БД.

Значение эффективного контроля вводимых данных трудно переоценить: если в БД хранятся недостоверные данные – теряет смысл вся система хранения и обработки данных.

Существует много способов контроля значений данных, называемых также проверкой ограничений целостности данных.

#### **Контроль уровня данного:**

- на соответствие типу данного (не цифра в **числовом** данном, ограничение на число дней и месяцев в данном типа **дата**, недопустимый код в **логическом** данном и т. п.);
- на размер значения данного;
- на обязательность наличия значения ( Not Null);

- на допустимый диапазон, в котором должно быть значение;
- на наличие в словаре (в списке);
- использование контрольного разряда.

Последний способ используется в России во всех федеральных кодификаторах (их называют классификаторами). Смысл методики заключается в следующем: цифровой код снабжается (последняя цифра кода) контрольным разрядом, рассчитываемым по специальному алгоритму. Если во введенном коде допущены ошибки в написании цифр кода, то при расчете контрольного разряда по цифрам введенного кода, он вероятнее всего не совпадает с введенным контрольным разрядом. Контрольный разряд рассчитывается следующим способом. Пусть  $a_n, \dots, a_3, a_2, a_1$  – цифры разрядов кода, не считая контрольного разряда (должен быть на месте  $a_0$ ), а  $b_n, \dots, b_3, b_2, b_1$  – постоянные весовые коэффициенты. Тогда контрольный разряд рассчитывается как остаток от деления  $\sum_i a_i \cdot b_i$  на некоторое число, называемое **модулем**. В России используется деление по модулю 11.

Например, имеем весовые коэффициенты  $b_1 = 3, b_2 = 7, b_3 = 4, b_4 = 8$ . Тогда числовой код 255 имеет контрольный разряд равный 3 ( $5 \times 3 + 5 \times 7 + 2 \times 4 = 58$  остаток от деления на 11 равен 3), т. е. верный код **2553**.

Если при вводе допущено искажение кода, например, 2523, то в результате расчета получаем контрольный разряд равный 5 ( $2 \times 3 + 5 \times 7 + 2 \times 4 = 49$ , остаток от деления на 11 равен 5), что не совпадает с введенным контрольным разрядом 3.

Естественно ошибка (особенно двойная) может быть такой, что контрольный разряд ошибочного кода совпадает с расчетным. Поэтому мы вначале отметили, что при ошибке рассчитанный контрольный разряд «вероятнее всего не совпадает с введенным контрольным разрядом». Вероятность обнаружения ошибки тем выше, чем выше модуль на который делится сумма произведений разрядов кода на весовые коэффициенты (поэтому в России выбран модуль 11) и чем дальше отстоят друг от друга значения коэффициентов соседних разрядов.

#### **Контроль уровня записи:**

- на размер записи;
- на соблюдение арифметико-логических выражений над значениями данных, входящих в запись (типичные примеры – наличие в исходных документах конструкций «всего, в том числе...», «всего, из них...»).

#### **Контроль на уровне групп записей:**

- контроль по итоговой строке таблицы;
- контроль на обязательность заполнения строк таблицы.

### **Межзаписный контроль (уровень БД):**

- арифметико-логические выражения (типичны для контроля множества бухгалтерских документов);
- контроль ссылочной целостности, когда записи одного типа не могут существовать без соответствующих записей другого типа.

### **Типовые процедуры корректировки БД:**

- **замена** значений данных в некоторых записях;
- **удаление** записей;
- **вставка** новых записей.

Для осуществления замены или удаления записи соответствующие записи вначале должны быть найдены, а при вставке в БД не должно быть записи с тем же значением ключевых данных, что и в вводимой. Следует обратить внимание на следующую особенность: вставка и удаление записей – это корректировка БД (отображение состояния объектов предметной области), а вставка новых атрибутов и замена и удаление существующих атрибутов – это реорганизация структуры БД (отображение структуры предметной области в структуру БД).

Во всех случаях серьезное значение имеет соблюдение ограниченной ссылочной целостности. Удаление «старшей» записи может автоматически привести к удалению всех «подчиненных», замена значений данных ключа записи может быть запрещена или может сопровождаться заменой ссылки на нее от «старшей» и замене соответствующих данных ключей «подчиненных» записей. Вставка новых записей также может потребовать изменения ссылок в части хранимых записей.

### **1.5.4. Система обработки данных в ФИС**

Система обработки данных может состоять:

- из профессионально-ориентированных средств;
- процедурно-ориентированных программных средств.

*Профессионально-ориентированные средства* обеспечивают прямую компьютерную поддержку существующих информационных технологий на рабочем месте и максимально учитывают их специфику. Поэтому такие средства часто называют *Автоматизированными рабочими местами* или АРМами.

Примерами профессионально-ориентированных средств могут выступать бухгалтерские системы, автоматизированные библиотечные системы, системы продажи авиа и ж/д билетов и т. п.

Несомненное достоинство таких систем – создание комфортных условий для работников.

Основной недостаток – необходимость модификации программного обеспечения при изменении информационных технологий, связанных с их совершенствованием или директивными решениями.

Для обеспечения минимальных затрат на модификацию таких систем их необходимо делать открытыми и использовать средства автоматизированного проектирования.

*Процедурно-ориентированные средства* реализуют типовые процедуры поддержки информационных технологий. Они являются универсальными средствами типа информационно-справочных систем.

Для работы с базами данных, являющимися информационными моделями очень широкого класса предметных областей, такими процедурами являются:

- выбор записей, удовлетворяющих заданным ограничениям на значения данных;
- отбор подмножества данных;
- установление требуемого порядка следования (сортировки) записей;
- определение максимального, минимального, среднего, суммарного значения данного в группе записей; отклонение или доля этих значений – значения соответствующего данного в образующих их записях;
- определение разности, долевого, процентного соотношения данных в одной записи.

Типовой характер отмеченных процедур может быть обоснован с учетом особенности использования фактографических информационных систем в сфере экономики (иллюстрация ее приведена на рис. 1.7), т. е. систем, связанных с производством некоторых конечных продуктов. Это могут быть как материальные объекты (изделия, механизмы, приборы и т. п.) так и некоторые сущности (знания, технологии, проекты, НИРы, услуги и многое другое).

Жизненный цикл производства конечных продуктов предусматривает, в общем случае, выполнение процессов выявления потребности в конечных продуктах, собственно их производства, обеспечение потребности в ресурсах (исходных материалах, полуфабрикатах, сырье, оборудовании, кадрах и т. п.). На всех этапах жизненного цикла в производстве конечных продуктов участвуют люди, используются средства труда (оборудование, помещение и т. п.) и предметы труда, преобразование которых последовательно ведет к созданию конечных продуктов.

С другой стороны, процесс управления на любых этапах жизненного цикла производства конечных продуктов предусматривает выполнение функций планирования (выявления потребностей), учета, анализа и регулирования.

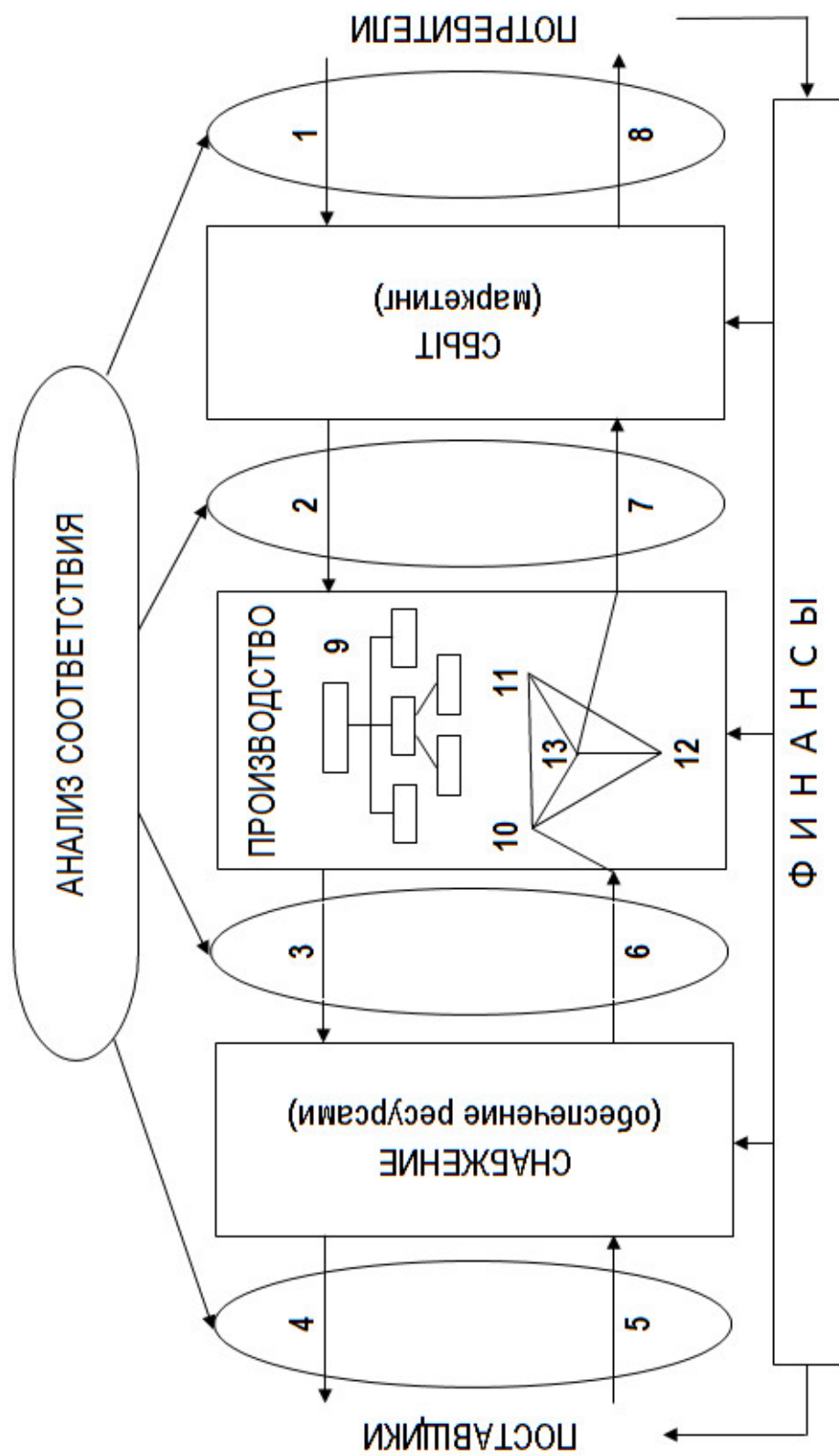


Рис. 1.7. Обобщенная схема обработки информации на предприятиях сферы экономики: 1 – потребность в конечных продуктах (КП); 2 – сводная потребность в КП; 3 – сводная потребность в материалах (ресурсах) для производства КП; 4 – договора на поставку материалов (ресурсов); 5 – поставка материалов (ресурсов); 6 – передача материалов (ресурсов) в производство; 7, 13 – готовые конечные продукты; 8 – отгрузка КП потребителю; 9 – организация производства КП; 10 – материалы (ресурсы); 11 – оборудование; 12 – работники



Рассмотрим, какие процедуры обработки информации применяются на всех этапах жизненного цикла производства конечных продуктов (КП) и выполняемых функций.

В результате выявления детальных потребностей в КП определяется их сводная потребность (процедура суммирования потребностей в разрезе типов, групп КП), которая является базой для определения плана производства КП. Используя различные нормативы, возможности оборудования и кадровых ресурсов определяется (вычисление арифметических выражений и процедуры суммирования) возможность производства сводной потребности (процедура сравнения). Уточнив допустимую сводную потребность, заключаются договора с потребителями на поставку КП и используя нормы расхода материальных ресурсов, определяются (вычисление арифметических выражений и процедуры суммирования) сводные потребности в ресурсах. Разбивается сводная потребность в ресурсах по возможным поставщикам, пропорционально каким-то величинам, например, пропорционально объемам прошлого периода (процедура пропорционального разбиения) и заключаются договора на поставку ресурсов. Этим заканчиваются процессы планирования производства КП.

Процесс производства КП. От поставщиков поступают партии материальных ресурсов, принимаются на склады материалов – в информационной системе осуществляются процедуры суммирования поставок материалов по каждому поставщику и по каждому материальному ресурсу. Одновременно происходит анализ степени выполнения договоров поставщиками, а также уровня обеспеченности производственной программы материальными ресурсами – процедура сравнения или расчета процента, доли (на схеме – левый овал). Материальные ресурсы передаются со складов в цеха (процедура обратная суммированию), осуществляется производство КП, которые передаются на склады готовой продукции и/или отгружаются потребителям. В информационной системе суммируются объемы производства КП в целом и объемов отгрузки потребителям (процедуры суммирования) и осуществляется анализ соответствия фактического выпуска КП, их отгрузки потребителям планам производства и договорам с потребителями соответственно – вновь процедуры сравнения или расчета процентов.

Таким образом, подтверждается отмеченное выше множество типовых операций в информационных системах экономической сферы.

Нетрудно заметить, что средства экранного интерфейса современных СУБД, средства, интерпретирующие команды SQL, Excel относятся к процедурно-ориентированным. Их числу относятся и универсальные информационно поисковые системы

Несомненным достоинством процедурно-ориентированных средств является их универсальность, независимость от изменений в конкретных информационных технологиях. Однако, реализовать с их помощью специфические технологии на рабочем месте является трудоемкой задачей.

#### **1.5.5. Средства администрирования БД в ФИС**

Средства администрирования БД обеспечивают поддержку следующих видов работ администрации БД:

- Организация работы с пользователями.
- Совершенствование физической организации БД.
- Обеспечение защиты хранимой информации.

Организация работы с пользователями заключается в выполнении следующих функций:

- Регистрация пользователей.
- Установление прав доступа пользователей.
- Консультирование пользователей

Совершенствование физической организации БД предусматривает выполнение следующих работ:

- Анализ эффективности (производительности) системы обработки данных и БД.
- Реорганизация (изменение физической структуры) БД.
- Изменение логической структуры БД.

Обеспечение защиты хранимой информации:

- Защита от несанкционированного доступа;
- Защита от катастрофического разрушения.

### **1.6. Геоинформационные системы**

#### **1.6.1. Определение геоинформационной системы**

**Геоинформационные системы (ГИС)** – специфический класс информационных систем, получивший в последнее время значительное развитие. Особое значение такие системы приобретают в связи с новыми информационными и прежде всего сетевыми технологиями. Материал настоящего раздела базируется на учебном пособии: Ципилева Т.А. Геоинформационные системы: учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004 г., 162с.

Работа с ГИС начинается с таких вопросов как: Где это происходит? Как распределено учащееся население по районам? На каких маршрутных такси можно проехать от Лагерного сада до областной клинической больницы? По минимальному маршруту! С минимальным количеством пересадок!

В основе понятия ГИС лежат следующие понятия:

1. **Геосистема** (*Ge* (греч.) – земля) – это любое физико-географическое образование от географической (ландшафтной) оболочки Земли.
2. Научная дисциплина, изучающая геосистемы и называемая **геоинформатикой**.

**ГЕОИНФОРМАТИКА** – наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию *географических информационных систем* (ГИС), по прикладным аспектам или приложениям ГИС для практических или научных целей. (Из толкового словаря по геоинформатике)

- а) **Геоинформатика** – это научная дисциплина, изучающая геосистемы (их структуру, связи, динамику, функционирование в пространстве и во времени) посредством компьютерного моделирования.
- б) **Геоинформатика** – это технология сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированной информации с целью решения задач инвентаризации, оптимизации и управления геосистемами (распределенными системами).
- в) **Геоинформатика** – это производство аппаратных средств и программных продуктов, включая создание БД, систем управления, стандартных ГИС-оболочек разного целевого назначения и проблемной ориентации.

**ГИС** – это автоматизированная информационная система, предназначенная для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация.

Итак, особенностью предметной области для ГИС является система пространственных (функционирующих в пространстве) объектов и их описаний (фактографических, документальных и др.).

Необходимо отметить и наличие визуализации, которую предоставляет **карта** географическая (города, территории, зданий и т. п.).

Объекты предметной области ГИС описываются в трех основных аспектах:

- **пространственном** – связан с местоположением объекта на поверхности;
- **временном** – связан с изменением характеристик объекта во времени;
- **тематическом** – связан с семантическим или фактографическим описанием объекта (самым разнообразным, и здесь ГИС согласуется с ДИС и ФИС).

Для представления временных характеристик чаще всего используются атрибутивные (фактографические) данные.

Для представления тематических характеристик могут использоваться самые разнообразные типы данных (атрибутивные, тексты, видео и др.).

В большинстве моделей данных ГИС для представления пространственных характеристик используют координаты, поэтому соответствующие данные называются координатными.

Таким образом, основой ГИС является пространственный аспект и присущие ему координатные данные.

Любой пространственный объект может быть представлен множеством точек (изображения на экране дисплея визуальное тому подтверждение). Именно любой – вопрос лишь в количестве точек. Здесь же мегapixel цифрового фотоаппарата.

*Именно координаты наиболее распространенный и простой способ определения положения точки в пространстве.*

### 1.6.2. Системы координат

**Система координат** – это опорная система для определения точек в пространстве или на плоскостях и поверхностях относительно выбранных (базовых) осей, плоскостей или поверхностей.

Системы координат как раз и используют для однозначного определения местоположения точек на плоскости (в пространстве). В геодезической практике используются общеземные, референсные системы, системы астрономических, пространственных прямоугольных и геодезических координат, прямоугольных координат на плоскости.

В ГИС чаще всего используются **плоские и сферические типы систем координат**.

#### 1.6.2.1. Плоские системы координат

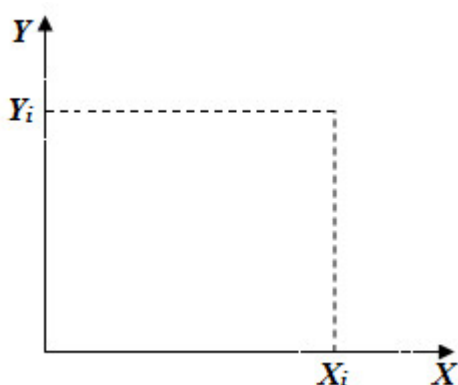


Рис. 1.8. Декартовы координаты

**Плоские декартовы координаты** – пространственные объекты в такой системе определяются двумя координатами  $X$  и  $Y$ .

Пара  $X, Y$  однозначно задают положение любой точки на плоскости относительно точки начала координат, а любой пространственный объект может быть представлен множеством точек.

Ориентирование одной из осей координат ( $Y$ ) осуществляется в направлении на север.

**Плоские полярные координаты** – любая точка на плоскости задается расстоянием от начала координат ( $r$ ) и углом ( $\varphi$ ) от направления на север.

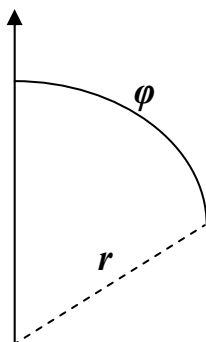


Рис. 1.9. Полярные координаты

### 1.6.2.2. Сферические системы координат

**Сферические системы** координат используются при необходимости учета кривизны отображаемой поверхности.

В ГИС используются системы, основанные на следующей модели ЗЕМЛИ:

- **Земля представляется в виде шара.**

Вообще-то земля не точный шар – есть такая теория – из Галактики Земля «обдувается» эфирным потоком с севера, поэтому, якобы, материки смещены к северу, а вода к югу и вообще, Земля не шар а типа груши, но в модели можно считать – шар (дело в сложности математики не для шара).

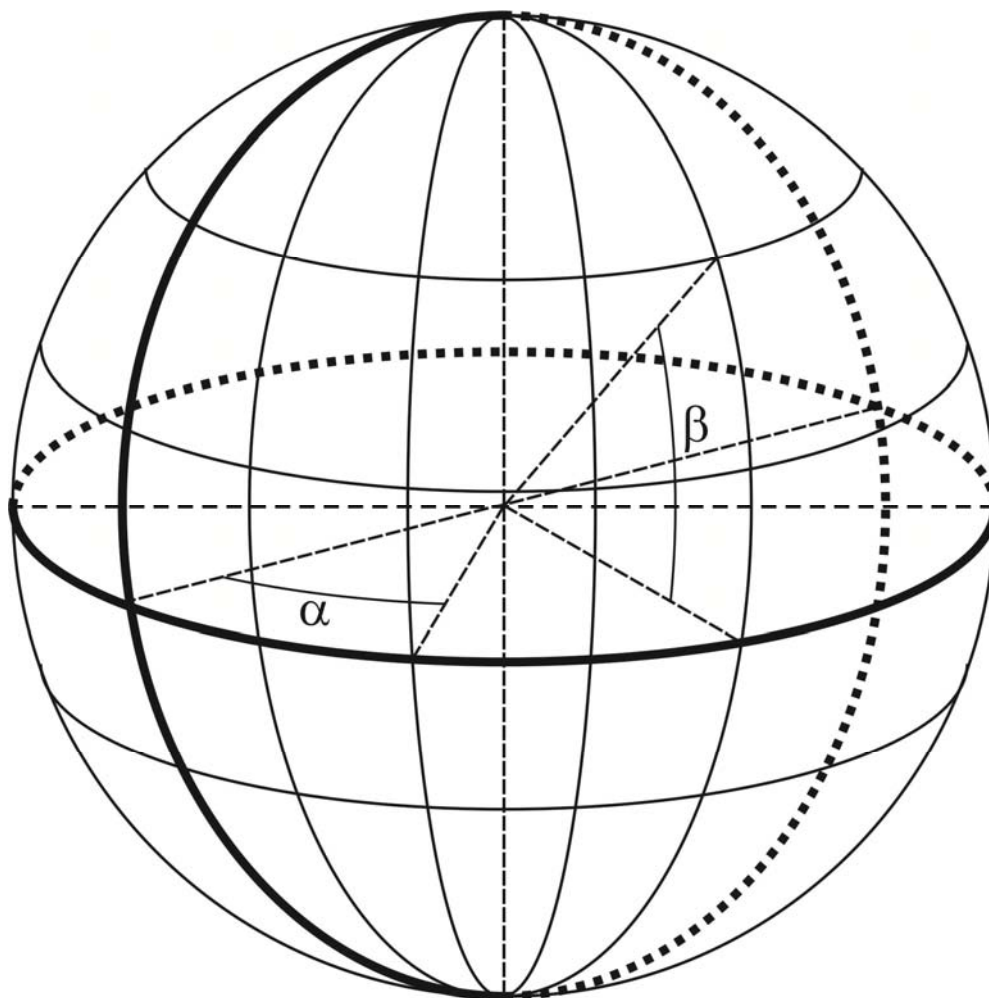
- **поверхность Земли** – это поверхность океана – уровень океана, считается, что везде поверхность горизонтальна;
- **площадь** порядка 510 млн. кв. км.

Система координат, используемая для отображения земной поверхности и основываются на следующих понятиях:

- **плоскость земного экватора** – плоскость, проходящая через центр Земли перпендикулярно оси вращения (единственная);
- **плоскость географического меридиана** – плоскость, проходящая через ось вращения и точку земной поверхности (много);
- **меридиан** – линия пересечения плоскости географического меридиана с земной поверхности – **линия постоянной долготы**;
- **параллель** – линия, образованная пересечением плоскости, параллельной плоскости земного экватора – **линия постоянной широты**. Положение любой точки на поверхности в такой модели земли может быть определено значениями широты и долготы:
- **широта** – угол  $\beta$  между отвесной линией (на центр) в некоторой точке и плоскостью экватора (северные и южные широты).

Северная широта от 0 до 90 градусов (от экватора до северного полюса).  
Южная широта от 0 до 90 градусов (от экватора до южного полюса).

- **долгота** – угол  $\alpha$  в плоскости между меридианом точки и главным (нулевым) меридианом. Главный меридиан проходит через Гринвичскую лабораторию (в центре Лондона).  
Западная долгота (от  $-180$  градусов до 0).  
Восточная (от 0 до  $+180$  градусов).



*Рис. 1.10. Модель сферической системы координат*

Таким образом, системы координат позволяют однозначно определить положение точек в пространстве и, что важно, – могут точно представляться математически, а значит и на компьютере просто реализуется, но точек очень много – необходим значительный объем памяти и высокое быстродействие компьютера.

Поэтому в ГИС определяют дополнительные типы данных, состоящих из множества точек.

### Элементарные типы координатных данных (например в ГИС GeoGraph):

- **Точка** (узел, вершина) – в зависимости от масштаба моделирует все что угодно, от отдельного дерева, до города .
- **Линия незамкнутая** (не разрывное множество точек)
- **Отрезок** – линия, соединяющая две точки – моделирует улицы, дома, мосты и др.
- **Вершина** – конечная точка отрезка – моделирует объекты типа вокзал, подстанция, устье реки и др.
- **Дуга** (полилиния) – упорядоченный набор связанных отрезков.
- **Контур** (замкнутая линия) – моделирует дороги, реки линии одинакового давления, высоты и др.
- **Узел** – тоже самое, что и вершина, но для дуги.
- **Замкнутая дуга** – дуга, у которой начальный и конечный узлы совпадают.
- **Полигон** (ареал, район) – площадь, ограниченная контуром (интегралы)
- **Покрытие** – набор информационных файлов (цифровых), описывающих пространственные объекты.
- **Слой** – покрытие, описывающее пространственные объекты в определенном отношении (смысле, теме и т. п.) – растительность, температура, водопровод, электроснабжение и т. д.

Необходимо обратить внимание – **все эти элементы в конечном виде состоят из точек и однородны**, так что для описания сложного элемента можно обойтись его координатным описанием (математическим – вспоминаем дифференциальное и интегральное исчисления), а также *временным* и *тематическим* описанием его типовой точки (одним описанием). И для масштабирования важно.

#### **Типы взаимосвязи между координатными данными:**

- **Состоит из** – построение сложных объектов из простых ( район из домов, улиц и др.).
- **Вычислительная** – можно вычислить по координатам взаимосвязанных объектов (дороги пересекаются).
- **Интеллектуальная** – нельзя вычислить, необходимо заложить в БД (например, при пересечении дорог необходимо как то отметить – находятся ли они на одном уровне).

### **1.6.3. Топографические карты**

Все координатные объекты в конечном счете являются объектами **топографических карт (ТК)**. Система карт создается определенными правилами разграфки и номенклатуры.

**Разграфка** – разделение карт на листы (от Земли в целом и, например, до плана студенческого кампуса).

**Номенклатура** – обозначение листов с учетом последовательного деления карт некоторого масштаба на карты более крупного масштаба.

Правила разграфки:

**Первоначальное разбиение модели Земли** на листы-трапеции – 4 гр. по широте (высота листа) и 6 гр. по долготе (ширина листа) – получается карта масштаба 1:1 000 000 т. е. в 1см. -10км – **обзорная карта**.

Более детальное разбиение:

От 1:1 000 000 до 1:100 000 (1см – 1км) – **обзорно-топографические карты**.

От 1:100 000 и крупнее – **топографические карты**

От 1:2 000 (1см – 20м) – **планы**

Есть нормативы размещения объектов на каждом масштабе, например, грунтовые дороги на обзорных картах не отображаются, на 1:100 000 – главные, а на 1:50 000 – все

Номенклатура карт (правила обозначение листов).

Номенклатура формируется по специальной системе, использующей арабские и римские цифры, латинские буквы.

По широте северное полушарие (где Россия) делится на полосы по 4 градуса и обозначается латинскими буквами А,В,С,Д,Е,Ф..., а по долготе – зоны по 6 градусов цифрами от 0 до 59.

Первоначальные трапеции в этой системе обозначаются, например D-45.

Далее для 1:500 000 первичные трапеции делятся на 4 части с обозначениями русских цифр А, Б, В, Г например D-45- Г

Для 1:300 000 первичные трапеции делятся на 9 частей с обозначениями римскими цифрами I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX

Например D-45-III

И далее есть система формирования обозначений.

Благодаря такой системе можно формально, по обозначению, корректно соединять листы карт, что тоже хорошо для компьютерной обработки.

Есть нормативы и по размерам бумажных листов карт для масштабов.

Ранее отмечалось, что кроме координатных данных в ГИС необходимы временные и тематические данные, а основной способ представления данных – **атрибутивное**, для тематических используются и другие, в т. ч. аудио и видео представления.

Атрибутивные данные чаще всего представляются в виде таблиц, каждая строка которой, соответствует пространственному объекту,



каждый столбец – определенному координатному, временному или тематическому признаку.

Например, объект – г. Томск, временной атрибут – *год*, тематические атрибуты – *число жителей, средняя зарплата, число студентов*, и т. п. В принципе атрибутом м. б., например, *видеоролик ледохода*

Связь координатных и атрибутивных данных может быть различна. Например. Первые два столбца – координаты объекта, или отдельная таблица – ID объекта и два столбца с координатами и другая таблица, где в первом столбце ID объекта, а в остальных атрибутивные данные.

#### **1.6.4. Модели представления информации в ГИС**

**Визуальное представление информации в ГИС** (совмещение изображения карты и объектов и их описаний).

Наиболее часто используются 2 типа моделей представления:

- растровая;
- векторная.

##### **1.6.4.1. Растровая модель представления информации**

В **растровых моделях (РМ)** дискретизация непрерывных последовательностей реального мира (пространственных объектов) осуществляется наиболее простым способом – вся моделируемая территория представляется множеством ячеек (пикселей), образующих регулярную (без пустот) сеть.

Упорядоченная последовательность пикселей образуют **растр**. Пиксель чаще всего изображается в виде прямоугольников, квадратов или шестигранников.

Процедура формирования изображения называется **пикселизацией**.

Характеристики ячеек-пикселей:

- **Разрешение** – минимальный линейный размер наименьшего участка пространства или поверхности (пространственный объект) отображаемый одним пикселем.

- **Значение** – элемент информации, описывающий объект пикселя. Чаще всего для отображения определенного значения некоторого слоя используется определенный цвет заливки. Слою соответствует определенный атрибут например количество учащихся, а цвету – значения, например, желтый – менее 100, голубой от 100 до 1000 и т. д. В общем соответствует понятию атрибута в ФИС.

- **Ориентация** – угол между направлением на север направлением колонок растра.

- **Зона** – соседствующие друг с другом ячейки, имеющие одинаковые значения. В разных слоях одни и те же ячейки могут находиться в разных зонах.

- **Положение** – задается упорядоченной парой координат, которые однозначно отображают положение элемента на карте.

#### **1.6.4.2. Векторная модель представления информации**

**Векторная модель данных (ВМД)** – цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар, с описанием только геометрии объектов, что соответствует не топологической модели (без отображения связей между объектами).

В векторных моделях (ВМ) базовым примитивом (элементом) является **точка**. Все остальные объекты определяются через точку.

В ВМ каждая точка на карте определяется через:

- её удаленность от некоторой опорной точки;
- величину угла между направлением на точку из опорной точки и направлением на Север (по часовой стрелке).

Другие элементы ВМ:

- **линия** – геометрическое место точек, которое имеют одно и то же направление (формирующих прямую линию).
- **линейный сегмент** – прямая линия между двумя точками (отрезок).
- **полилиния** – объект, образуемый последовательностью соединенных линейных сегментов, возможно различных направлений.
- **дуга** – геометрическое место точек, которые формируют кривую, определенную математической формулой (тоже полилиния).
- **связь** – соединение между двумя узлами.
- **полигон (контур)** – площадной (от слова площадь) объект, внутренняя область которого образована замкнутой последовательностью сегментов. Чаще всего полигон это объект с одним и тем же значением некоторой характеристики

**Узел** – переход (типа соединения) одного объекта с другим. В общем то это типа точки, которая обозначает место соединения или окончания пространственного объекта.

Сложные объекты в ВМ представляются (если это возможно) в виде математических конструкций (формул, систем уравнений и др.) – круга, квадрата, эллипса и т. п.

При построении векторных изображений (объектов) целостный вид создается путем соединения точек (узлов) линиями, дугами или полилиниями, которые также могут определяться математически.

Векторное изображение чаще всего получают из растрового, последовательно выделяя на нем объекты и представляя их в векторном формате. Процесс этот называется – **векторизацией**.

Особенности (достоинства) векторных моделей:

- легко осуществляются такие операции (над пространственными объектами) как разбивка на элементы, повороты, изменение масштаба, растягивание и др.
- возможность более точного представления объектов по сравнению с растровыми моделями (при одних и тех же характеристиках компьютерной техники) за счет определения практически безразмерных точек.
- требуют меньше времени на обработку, за счет более простых алгоритмов обработки.

Достоинства растровых моделей:

- не требуется предварительного ознакомления с предметной областью, растеризация проще векторизации;
- отображение объектов на экране дисплея, на принтерах и плоттерах получить проще и быстрее чем в векторных моделях;
- обработка более проста для большинства задач;
- многие растровые модели позволяют вводить объекты в векторном представлении, а наоборот – нет.

Основные недостатки растровых моделей:

- требуют больше памяти для хранения изображений;
- растровые объекты сложно масштабировать, при увеличении объекта изображение становится зернистым;
- сложно однозначно определить, какой цвет должен быть при смешении цветов (при слиянии пикселей различных цветов);
- проблемы разбиения сложных изображений на более простые для их автономного использования и редактирования.

Наиболее часто растровые модели получают путем обработки космических снимков, разбивая их на ячейки, а затем последовательно вводя информацию ячейка за ячейкой.

Естественно это очень трудоемкий, длительный процесс. И требуется значительный объем памяти. Поэтому существуют способы сжатия, когда рядом расположенные ячейки имеют одну и ту же информацию.

#### **1.6.5. Основные операции над координатными данными**

**Векторизация** – переход от растровых моделей к векторным. Необходим потому, как ГИС обычно работают с обоими форматами.

**Проекционные преобразования** – отображение круглой Земли на плоские карты.

**Вид картографической проекции** – способ перехода от сложной поверхности Земли на плоскую карту – конические (разворот на касающийся конус), азимутальные (вид на плюс), цилиндрические (разворот на цилиндр), поликонические (для каждой параллели разворот на свой конус). При каждом виде свои погрешности.

**Преобразования цифровых карт** – при изменении масштаба требуется преобразование для объектов одних координат в другие.

Несколько различных видов преобразования от простых пропорций до использования полиномов и сложных математических алгоритмов, есть основанные на здравом смысле.

### **1.6.6. Инструментальные средства ГИС**

**ArcInfo** – продукция компании **ESRI** (институт исследования окружающей среды – Калифорния США) – первый коммерческий продукт в 1981 г.

**IDRISI Kilimanjaro** (Кларковский университет США).

**MapInfo** ( MapInfo Corporation – США).

**GeoGraw** – Гео конструктор – отечественный продукт – Центр геоинформационных исследований Института географии РАН (1992 г. – для DOS).

### **1.6.7. История ГИС**

- 1. Пионерный период** – конец 50-х – начало 70-х.  
Накопление знаний, эмпирический опыт, создание первых крупных проектов.
- 2. Период государственных инициатив** – 70-е годы.  
Формирование государственных программ по развитию и использованию ГИС.
- 3. Период коммерческого развития** – начало 80-х – конец 90-х.  
Создание рынка программных средств ГИС, появление не профессиональных пользователей ГИС. Распределенные базы гео данных.
- 4. Пользовательский период** – настоящее время.  
В начале 70-х появилось растровое компьютерное картографическое картографирование (специальный графический формат), вывод на плоттер. Основы современных ГИС.  
80-е годы – электронная картография. Объединение картографических данных и традиционных фактографических БД.  
90-е годы – интеллектуальные информационные системы, использующие мультимедийные объекты. Виртуальные пространственные миры.

### **1.6.8. Примеры действующих ГИС**

Первая ГИС в Минобороны США – в середине 60-х – цель наведение ракет на цель.

В 1968 г. в США в интересах военно-медицинской службы – система картографирования инфекционных болезней, где не только информация о больных, но и различные тематические данные, которые могли повлиять на распространение болезней.

ГИС ООО АЗОТ г. Кемерово, ГИС ТНХК г. Томск.

## 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 2.1. Понятие информационной технологии

#### 2.1.1. Определение информационной технологии

**Технология** [нем. *Technologie* < греч. *techne* – искусство, мастерство, умение + *logos* – наука, учение] – совокупность методов и процессов, применяемых в каком-либо деле, в производстве чего-либо, а также научное описание таких методов. Например, технология гравировки по металлу, технология приготовления пищи.

Под *процессом* следует понимать определенную совокупность действий, направленных на достижение поставленной цели. Процесс должен определяться выбранной человеком стратегией и реализоваться с помощью совокупности различных средств и методов.

Под **технологией материального производства** понимают процесс, определяемый совокупностью средств и методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья или материала. Технология изменяет качество или первоначальное состояние материи в целях получения материального продукта (рис. 2.1).

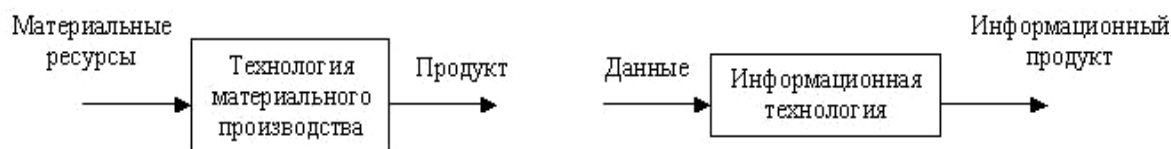


Рис. 2.1. Информационная технология как аналог технологии переработки материальных ресурсов

Информация является одним из ценнейших ресурсов общества наряду с такими традиционными материальными видами ресурсов, как нефть, газ, полезные ископаемые и др., а значит, процесс ее переработки по аналогии с процессами переработки материальных ресурсов можно воспринимать как технологию. Тогда справедливо следующее определение.

**Информационная технология** – процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

Другое похожее определение:

**Информационная технология** – комплекс методов, подходов, стандартов и инструментальных средств, используемых для создания, поддержки и применения компьютерных систем какого-либо класса в некоторой среде функционирования.

Цель технологии материального производства – выпуск продукции, удовлетворяющей потребности человека или системы.

**Цель информационной технологии** – производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.

Известно, что, применяя разные технологии к одному и тому же материальному ресурсу, можно получить разные изделия, продукты. То же самое будет справедливо и для технологии переработки информации.

**Пример.** Для выполнения контрольной работы по математике каждый студент применяет свою технологию переработки первоначальной информации (исходных данных задач). Информационный продукт (результаты решения задач) будет зависеть от технологии решения, которую выберет студент. Обычно используется ручная информационная технология. Если же воспользоваться компьютерной информационной технологией, способной решать подобные задачи, то информационный продукт будет иметь уже иное качество.

Для сравнения в табл. 2.1 приведены основные компоненты (шаги, этапы процесса) обоих видов технологий.

Таблица 2.1

*Сопоставление основных компонентов технологий*

Компоненты технологий для производства продуктов	
<i>материальных</i>	<i>информационных</i>
Подготовка сырья и материалов	Сбор данных или первичной информации
Производство материального продукта	Обработка данных и получение результирующей информации
Сбыт производственных продуктов потребления	Передача результирующей информации пользователю для принятия на ее основе решений

### **Определение информационной технологии по ГОСТ 34.003-90**

Приемы, способы и методы применения средств *вычислительной техники* при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования *данных* [из п. 4 прил. 1 ГОСТ 34.003-90]

ГОСТ 34.003-90 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.

### ***2.1.2. Инструментарий информационной технологии***

Реализация технологического процесса материального производства осуществляется с помощью различных технических средств, к которым относятся: оборудование, станки, инструменты, конвейерные линии и т. п.

По аналогии и для информационной технологии должно быть нечто подобное. Такими техническими средствами производства информации будет являться аппаратное, программное и математическое обеспечение этого процесса. С их помощью производится переработка первичной информации в информацию нового качества. Выделим отдельно из этих средств программные продукты и назовем их инструментарием, а для большей четкости можно его конкретизировать, назвав программным инструментарием информационной технологии. Определим это понятие.

**Инструментарий информационной технологии** – один или несколько взаимосвязанных программных продуктов для определенного типа компьютера, технология работы в котором позволяет достичь поставленную пользователем цель.

В качестве инструментария можно использовать следующие распространенные виды программных продуктов для персонального компьютера: текстовый процессор (редактор), настольные издательские системы, электронные таблицы, системы управления базами данных, электронные записные книжки, электронные календари, информационные системы функционального назначения (финансовые, бухгалтерские, для маркетинга и пр.), экспертные системы и т. д.

### ***2.1.3. Соотношение понятий информационная технология и информационная система***

Информационная технология тесно связана с информационными системами, которые являются для нее основной средой. На первый взгляд может показаться, что приведённые ранее определения информационной технологии и системы очень похожи между собой. Однако это не так.

Информационная технология является процессом, состоящим из четко регламентированных правил выполнения операций, действий, этапов разной степени сложности над данными, хранящимися в компьютерах. Основная цель информационной технологии – в результате целенаправленных действий по переработке первичной информации получить необходимую для пользователя информацию.



Информационная система является средой, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства связи и т. д. Основная цель информационной системы – организация хранения и передачи информации. Информационная система представляет собой человеко-компьютерную систему обработки информации.

Реализация функций информационной системы невозможна без знания ориентированной на нее информационной технологии. Информационная технология может существовать и вне сферы информационной системы.

Обобщая все вышесказанное, предлагаем несколько более узкие, нежели введенные ранее, определения информационной системы и технологии, реализованных средствами компьютерной техники.

**Информационная технология** – это совокупность четко определенных целенаправленных действий персонала по переработке информации на компьютере.

**Информационная система** – человеко-компьютерная система для поддержки принятия решений и производства информационных продуктов, использующая компьютерную информационную технологию.

## **2.2. Этапы развития информационных технологий**

Существует несколько точек зрения на развитие информационных технологий с использованием компьютеров, которые определяются различными признаками деления.

Общим для всех изложенных ниже подходов является то, что с появлением персонального компьютера начался новый этап развития информационной технологии. Основной целью становится удовлетворение персональных информационных потребностей человека как для профессиональной сферы, так и для бытовой.

Предлагается несколько вариантов классификаций этапов развития информационных технологий.

### ***Классификация по видам задач и процессов обработки информации***

1-й этап (до конца 60-х гг.) характеризуется проблемой обработки больших объемов данных в условиях ограниченных возможностей аппаратных средств.

2-й этап (до конца 70-х гг.) связывается с распространением ЭВМ серии ИВМ/360, Проблема этого этапа – отставание программного обеспечения от уровня развития аппаратных средств.

3-й этап (с начала 80-х гг.) – компьютер становится инструментом непрофессионального пользователя, а информационные системы – средством поддержки принятия его решений. Проблемы – максимальное удовлетворение потребностей пользователя и создание соответствующего интерфейса работы в компьютерной среде.

4-й этап (с начала 90-х гг.) – использование корпоративных вычислительных сетей. Основными проблемами этого периода являются:

- выработка соглашений и установление стандартов организации хранения и обработки информации, протоколов для компьютерной связи;
- организация параллельного доступа к информации, корпоративной вычислительной сети;
- перевод ранее созданных информационных систем на использование телекоммуникационных средств.

5-й этап (с начала 2000-х гг.) – использование разнообразных телекоммуникационных технологий и интернет, накопление информации предшествующих периодов. Проблемы этого этапа весьма многочисленны. Наиболее существенными проблемами этого периода являются:

- интеграция информации, полученной в предшествующие периоды и различными инструментальными средствами;
- организация обработки и доступа к информации, распределенной на вычислительной сети;
- обработка сверх больших баз данных;
- организация защиты и безопасности информации.

### ***Классификация по преимуществам, которые приносит компьютерная технология.***

- 1-й этап (с начала 60-х гг.) характеризуется довольно эффективной обработкой информации при выполнении рутинных операций с ориентацией на централизованное коллективное использование ресурсов вычислительных центров. Основным критерием оценки эффективности создаваемых информационных систем была разница между затраченными на разработку и сэкономленными в результате внедрения средствами. Основной проблемой на этом этапе была психологическая – плохое взаимодействие пользователей, для которых создавались информационные системы, и разработчиков из-за различия их взглядов и понимания решаемых проблем. Как следствие этой проблемы, создавались системы, которые пользователи плохо воспринимали и, несмотря на их достаточно большие возможности, не использовали в полной мере.

- 2-й этап (с середины 70-х гг.) связан с появлением персональных компьютеров. Изменился подход к созданию информационных систем – ориентация смещается в сторону индивидуального пользователя для

поддержки принимаемых им решений. Пользователь заинтересован в проводимой разработке, налаживается контакт с разработчиком, возникает взаимопонимание обеих групп специалистов. На этом этапе используется как централизованная обработка данных, характерная для первого этапа, так и децентрализованная, базирующаяся на решении локальных задач и работе с локальными базами данных на рабочем месте пользователя. Основная проблема этого периода – ограниченные возможности персональных компьютеров и не достаточное развитие компьютерных сетей не позволяющие в достаточной степени использовать достижения в области баз данных.

- 3-й этап (с начала 90-х гг.) связан с понятием анализа стратегических преимуществ в бизнесе и основан на достижениях телекоммуникационной технологии распределенной обработки информации. Информационные системы имеют своей целью не просто увеличение эффективности обработки данных и помощь управленцу. Соответствующие информационные технологии должны помочь организации выстоять в конкурентной борьбе и получить преимущество.

- 4-й этап (с начала 2010-х) связан с повсеместным использованием интернет и мобильных технических средств в телекоммуникационной среде.

### **2.3. Классификация информационных технологий**

Существует множество видов информационных технологий, различающихся уровнем, масштабом, сферами применения, инструментарием, целями, входными данными и получаемыми в результате информационными продуктами. Появляются новые технологии. Соответственно, существует множество классификаций ИТ.

Технологии обработки и преобразования информации:

- ИТ обработки данных,
- ИТ управления,
- ИТ автоматизированного офиса,
- ИТ поддержки управленческих решений: СППР, экспертные системы,

Технологии управления информационными ресурсами (данными, знаниями):

- OLTP и OLAP,
- хранилища данных (Data Warehouse),
- глубинный анализ данных (Data Mining).
- управление знаниями.

Телекоммуникационные технологии:

- параллельный доступ к данным,
  - распределенная обработка данных,
  - интернет.
- Комплексные технологии поддержки управления производством:
- MRP, MRPII, ERP, CSRP, ERP II,
  - CALS,
  - ИТ электронного бизнеса (B2B, B2C).

### **2.3.1. Технологии обработки и преобразования информации**

#### **2.3.1.1. Информационная технология обработки данных**

##### ***Характеристика и назначение***

**Информационная технология обработки данных** предназначена для решения хорошо структурированных задач, по которым имеются необходимые входные данные и известны алгоритмы и другие стандартные процедуры их обработки. Эта технология применяется на уровне операционной (исполнительской) деятельности персонала невысокой квалификации в целях автоматизации некоторых рутинных постоянно повторяющихся операций управленческого труда. Поэтому внедрение информационных технологий и систем на этом уровне существенно повысит производительность труда персонала, освободит его от рутинных операций, возможно, даже приведет к необходимости сокращения численности работников.

На уровне операционной деятельности решаются следующие задачи:

- обработка данных об операциях, производимых фирмой;
- создание периодических контрольных отчетов о состоянии дел в фирме;
- получение ответов на всевозможные текущие запросы и оформление их в виде бумажных документов или отчетов.

Примеры рутинных операций:

- операция проверки на соответствие нормативу уровня запасов указанных товаров на складе. При уменьшении уровня запаса выдается заказ поставщику с указанием требуемого количества товара и сроков поставки;
- операция продажи товаров фирмой, в результате которой формируется выходной документ для покупателя в виде чека или квитанции.

Пример контрольного отчета: ежедневный отчет о поступлениях и выдачах наличных средств банком, формируемый в целях контроля баланса наличных средств.

Пример запроса: запрос к базе данных по кадрам, который позволит получить данные о требованиях, предъявляемых к кандидатам на занятие определенной должности.

### ***Основные компоненты информационной технологии об обработке данных***

*Сбор данных.* По мере того как фирма производит продукцию или услуги, каждое ее действие сопровождается соответствующими записями данных. Обычно действия фирмы, затрагивающие внешнее окружение, выделяются особо как операции, производимые фирмой.

*Обработка данных.* Для создания из поступающих данных информации, отражающей деятельность фирмы, используются типовые операции. Типовые операции по обработке информации в фирме, производящей некоторые конечные продукты в интересах потребителей приведены в разд. 1.5.4.

*Хранение данных.* Многие данные на уровне операционной деятельности необходимо сохранять для последующего использования либо здесь же, либо на другом уровне. Для их хранения создаются базы данных.

*Создание отчетов (документов).* В информационной технологии обработки данных необходимо создавать документы для руководства и работников фирмы, а также для внешних партнеров. При этом документы создаются как в связи с проведенной фирмой операцией так и периодически в конце каждого месяца, квартала или года.

### ***2.3.1.2. Информационная технология управления***

#### ***Характеристика и назначение***

**Целью информационной технологии управления** является удовлетворение информационных потребностей всех без исключения сотрудников фирмы, имеющих дело с принятием решений. Она может быть полезна на любом уровне управления.

Эта технология ориентирована на работу в среде *информационной системы управления* и используется при слабой структурированности решаемых задач, если их сравнивать с задачами, решаемыми с помощью информационной технологии обработки данных.

ИС управления идеально подходят для удовлетворения сходных информационных потребностей работников различных функциональных подсистем (подразделений) или уровней управления фирмой. Поставляемая ими информация содержит сведения о прошлом, настоящем и вероятном будущем фирмы. Эта информация имеет вид регулярных или специальных управленческих отчетов.

Для принятия решений на уровне управленческого контроля информация должна быть представлена в агрегированном виде так, чтобы просматривались тенденции изменения данных, причины возникших отклонений и возможные решения.

На этом этапе решаются следующие **задачи обработки данных**:

- оценка планируемого состояния объекта управления;
- оценка отклонений от планируемого состояния;
- выявление причин отклонений;
- анализ возможных решений и действий.

Пример описания задач обработки информации сферы управления в фирме, производящей некоторые конечные продукты в интересах потребителей приведены в разд. 1.5.4.

Информационная технология управления направлена на создание различных **видов отчетов**.

*Регулярные* отчеты создаются в соответствии с установленным графиком, определяющим время их создания, например месячный анализ продаж компании.

*Специальные* отчеты создаются по запросам управленцев или когда в компании произошло что-то незапланированное.

Использование отчетов для поддержки управления оказывается особенно эффективным при реализации так называемого *управления по отклонениям*.

*Управление по отклонениям* предполагает, что главным содержанием получаемых менеджером данных должны являться отклонения состояния хозяйственной деятельности фирмы от некоторых установленных стандартов (например, от ее запланированного состояния). При использовании на фирме принципов управления по отклонениям к создаваемым отчетам предъявляются следующие требования:

- отчет должен создаваться только тогда, когда отклонение произошло;
- сведения в отчете должны быть отсортированы по значению критического для данного отклонения показателя;
- все отклонения желательно показать вместе, чтобы менеджер мог уловить существующую между ними связь;
- в отчете необходимо показать количественное отклонение от нормы.

### **2.3.1.3. Автоматизация офиса**

#### ***Характеристика и назначение***

Исторически автоматизация началась на производстве и затем распространилась на офис, имея вначале целью лишь автоматизацию рутинной секретарской работы. По мере развития средств коммуникаций автоматизация офисных технологий заинтересовала специалистов и

управленцев, которые увидели в ней возможность повысить производительность своего труда.

Автоматизация офиса призвана не заменить существующую традиционную систему коммуникации персонала (с ее совещаниями, телефонными звонками и приказами), а лишь дополнить ее. Используясь совместно, обе эти системы обеспечат рациональную автоматизацию управленческого труда и наилучшее обеспечение управленцев информацией.

Автоматизированный, или как стали называть в последнее время «электронный», офис привлекателен для менеджеров всех уровней управления в фирме не только потому, что поддерживает внутрифирменную связь персонала, но также потому, что предоставляет им новые средства коммуникации с внешним окружением.

**Информационная технология автоматизированного офиса** – это организация и поддержка коммуникационных процессов как внутри организации, так и с внешней средой на базе компьютерных сетей и других современных средств передачи и работы с информацией.

Офисные автоматизированные технологии позволяют повысить производительность труда секретарей и конторских работников и дают им возможность справляться с возрастающим объемом работ. Однако это преимущество является второстепенным по сравнению с возможностью использования автоматизации офиса в качестве инструмента для решения проблем. Улучшение принимаемых менеджерами решений в результате их более совершенной коммуникации способно обеспечить экономический рост фирмы.

В настоящее время известно несколько десятков программных продуктов для компьютеров и некомпьютерных технических средств, обеспечивающих технологию автоматизации офиса. Наиболее востребованные СУД (например, по данным <http://ais.risoft.ru/5.html>, [http://www.iteam.ru/publications/it/section\\_64/article\\_2886/](http://www.iteam.ru/publications/it/section_64/article_2886/)) ЕВФРАТ, DocsVision, Directum, Дело, Босс-референт, LanDocs и др. обеспечивают следующие основные типы процедур (функций):

- работа с корреспонденцией;
- поддержка жизненного цикла документа (от создания до архива);
- управление потоками работ, включая контроль исполнения;
- поиск и анализ документов;
- информационная безопасность;
- поддержка бумажного документооборота (шаблоны, формы, отчеты).

Наиболее мощные системы претендуют на основу автоматизированных систем управления организацией. И это вполне реально для организаций, основная деятельность которых заключается в создании и сопровождении договоров, контрактов и т. п.

### ***Основные компоненты этих систем***

**База данных.** Обязательным компонентом любой технологии является база данных. В автоматизированном офисе база данных концентрирует в себе данные о производственной системе фирмы так же, как в технологии обработки данных на операционном уровне. Информация в базу данных может также поступать из внешнего окружения фирмы. Специалисты должны владеть основными технологическими операциями по работе в среде баз данных.

**Текстовый процессор.** Это вид прикладного программного обеспечения, предназначенный для создания и обработки текстовых документов.

**Электронная почта.** Электронная почта (E-mail), основываясь на сетевом использовании компьютеров, дает возможность пользователю получать, хранить и отправлять сообщения своим партнерам по сети. Здесь имеет место только однонаправленная связь. Это ограничение, по мнению многих исследователей, не является слишком важным, поскольку в пятидесяти случаях из ста служебные переговоры по телефону имеют целью лишь получение информации. Для обеспечения двухсторонней связи придется многократно посылать и принимать сообщения по электронной почте или воспользоваться другим способом коммуникации.

**Аудиопочта.** Это почта для передачи сообщений голосом. Аудиопочта также реализуется в сети, получила название IP телефонии с целым набором функций, обеспечивающих офисную, в том числе групповую деятельность.

Главным преимуществом аудиопочты по сравнению с электронной является то, что она проще, т. к. при ее использовании не нужно вводить данные с клавиатуры.

**Табличный процессор.** Он так же, как и текстовый процессор, является базовой составляющей информационной культуры любого сотрудника и автоматизированной офисной технологии. Без знания основ технологии работы в нем невозможно полноценно использовать персональный компьютер в своей деятельности. Функции современных программных сред табличных процессоров позволяют выполнять многочисленные операции над данными, представленными в табличной форме.

Любая современная среда табличного процессора имеет средства пересылки данных по сети.

**Электронный календарь.** Он предоставляет еще одну возможность использовать сетевой вариант компьютера для хранения и манипулирования рабочим расписанием управленцев и других работников организации. Менеджер (или его секретарь) устанавливает дату и время встречи или другого мероприятия, просматривает получившееся расписание, вносит изменения при помощи клавиатуры. Техническое и про-



граммное обеспечение электронного календаря полностью соответствует аналогичным компонентам электронной почты. Более того, программное обеспечение календаря часто является составной частью программного обеспечения электронной почты.

Система дополнительно дает возможность получить доступ также и к календарям других менеджеров. Она может автоматически согласовать время встречи с их собственными расписаниями.

Использование электронного календаря оказывается особенно эффективным для менеджеров высших уровней управления, рабочие дни которых расписаны надолго вперед.

**Компьютерные конференции** используют компьютерные сети для обмена информацией между участниками группы, решающей определенную проблему. Естественно, круг лиц, имеющих доступ к этой технологии, ограничен.

**Факсимильная связь.** Эта связь основана на использовании факс-аппарата, способного читать документ на одном конце коммуникационного канала и воспроизводить его изображение на другом.

Факсимильная связь вносит свой вклад в принятие решений за счет быстрой и легкой рассылки документов участникам группы, решающей определенную проблему, независимо от их географического положения.

Примером средств поддержки автоматизированного офиса является MS Office, Босс-референт фирмы АйТи.

#### ***2.3.1.4. Информационные технологии поддержки принятия решений***

**Принятие решения** – это процесс рационального или иррационального выбора альтернатив, имеющий целью достижение осознаваемого результата.

**Процесс выбора альтернатив** состоит из следующих этапов:

1. Ситуационный анализ.
2. Идентификация проблемы и постановка цели.
3. Поиск необходимой информации.
4. Формирование альтернатив.
5. Формирование критериев для оценки альтернатив.
6. Проведение оценки.
7. Выбор наилучшей альтернативы.
8. Внедрение (исполнение).
9. Разработка критериев (индикаторов) для мониторинга.
10. Мониторинг исполнения.
11. Оценка результата.

В настоящее время нет общепринятого определения СППР, поскольку конструкция СППР существенно зависит от вида задач, для ре-

шения которых она разрабатывается, от доступных данных, информации и знаний, а также от пользователей системы. Можно привести, тем не менее, некоторые элементы и характеристики, общепризнанные, как части СППР.

СППР – в большинстве случаев – это интерактивная автоматизированная система, которая помогает пользователю (ЛПР) использовать данные и модели для идентификации и решения задач и принятия решений. Система должна обладать возможностью работать с интерактивными запросами с достаточно простым для изучения языком запросов.

Согласно Turban<sup>1</sup>, СППР обладает следующими четырьмя основными характеристиками:

- 1) СППР использует и данные и модели;
- 2) СППР предназначены для помощи менеджерам в принятии решений для слабоструктурированных и неструктурированных задач;
- 3) они поддерживают, а не заменяют выработку решений менеджерами;
- 4) Цель СППР – повышение эффективности решений.

Turban<sup>2</sup> предложил список характеристик идеальной СППР (которая имеет мало общих элементов с определением, приведенным выше).

Дэниель Пауэр (Daniel Power) в 2002 году идентифицировал пять типов СППР как систем, оперирующих связями, данными, документами, знаниями и моделями<sup>3</sup>.

Вот его определение:

**СППР** – это интерактивная компьютерная система, предназначенная для помощи лицу, принимающему решения, в использовании связей, данных, документов, знаний и моделей для идентификации и решения проблем и формирования решений.

Это уже, по крайней мере, конструктивно, хотя под данное определение попадают опять очень многие классы систем: ERP, GIS, DocFlow, Business Modeller, SCADA/ DCE, Project Management и др.

А вот еще одно определение (Bonczek, Holsapple & Whinston, 1981):

**СППР** должна помогать лицу, принимающему решение, в решении непрограммируемых, неструктурированных (или полуструктурированных) проблем; СППР должна предлагать возможности формирования интерактивных запросов в естественном языке, близком к предметному и легко изучаемому.

Это определение, безусловно, сужает область идентификации.

---

<sup>1</sup> Turban, E. Decision support and expert systems: management support systems. -Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1995

<sup>2</sup> Turban, E. Decision support and expert systems: management support systems. -Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1995

<sup>3</sup> С. В. Корнеев. Системы поддержки принятия решений в бизнесе // «Сети & Бизнес» (№6, 2005)

И, наконец, еще одно:

**СППР** помогает менеджеру или лицу, принимающему решение, использовать и манипулировать данными, использовать проверки и эвристики, а также строить и использовать математические модели.

В данном определении ссылка на «математические модели» – наиболее сильное место, но это противоречит высказанному ранее требованию легкости формирования запросов.

Существует связанное понятие – **Business Intelligence Tools** (инструментальные средства бизнес-интеллекта) – программное обеспечение, которое дает возможность пользователям наблюдать и использовать большие объемы сложных данных.

Термин **BI** является распространенным «зонтичным» термином, предположительно предложенным Говардом Дрезнером (Howard Dresner) из компании Gartner Group в 1989 году. **BI** описывает совокупность понятий и методов по совершенствованию принятия бизнес-решений с использованием СППР, основанных на фактах. **BI** иногда используется как синоним средств построения запросов и отчетов и информационных систем руководителя.

Системы **BI** – это, по сути, СППР, управляемые данными.

Выделяют три типа инструментальных средств **BI**:

- Средства многомерного анализа – также известные как **OLAP** (On-Line Analytical Processing) – программное обеспечение, которое дает пользователю возможность наблюдать данные в различных измерениях, направлениях или сечениях.
- Инструментальные средства запросов (**Query Tools**) – программное обеспечение, позволяющее формировать запросы к данным по содержанию или образцу.
- Инструментальные средства поиска данных (**Data Mining Tools**) – программное обеспечение, которое осуществляет автоматический поиск важных образцов (моделей), или зависимостей в данных.

Английские эквиваленты понятия СППР – «Decision Support System» (**DSS**) и «Decision-Making Support System» (**DMSS**).

Системы поддержки принятия решений и соответствующая им информационная технология появились усилиями в основном американских ученых в конце 60-х гг.

Главной особенностью *информационной технологии поддержки принятия решений* является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса (рис. 2.2), в котором участвуют:

- система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления;
- человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.



*Рис. 2.2. Информационная технология поддержки принятия решений как итерационный процесс*

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека. В этом случае можно говорить о способности информационной системы совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия решений.

Дополнительно к этой особенности информационной технологии поддержки принятия решений можно указать еще ряд ее отличительных характеристик:

- ориентация на решение слабо структурированных (слабо формализованных) задач;
- сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- направленность на непрофессионального пользователя компьютера;
- высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспосабливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.

Информационная технология поддержки принятия решений может использоваться на любом уровне управления. Кроме того, решения, принимаемые на различных уровнях управления, часто должны координироваться. Поэтому важной функцией и систем, и технологий является координация лиц, принимающих решения, как на разных уровнях управления, так и на одном уровне.

В состав системы поддержки принятия решений входят три главных компонента: база данных, база моделей и программная подсистема, которая состоит из системы управления базой данных (СУБД), системы

управления базой моделей (СУБМ) и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

### **2.3.2. Технологии управления информационными ресурсами (данными, знаниями)**

#### **2.3.2.1. Технологии OLTP и OLAP**

Ситуацию с корпоративной информацией, складывающуюся в настоящее время на большинстве предприятий, можно сравнить с сокровищем, которое лежит под ногами, но которое никто не может извлечь. По данным Gartner Group, большая часть корпоративной информации – 90 % – лежит невостребованной и никак не анализируется. Между тем многие из проблем, которые возникают в текущей деятельности предприятия и которые требуют оперативного решения, не являются для него абсолютно новыми. Как правило, предприятие уже когда-то сталкивалось с похожей ситуацией, и в этой связи были приняты определенные управленческие решения, которые привели к соответствующим результатам. Этот опыт (позитивный или негативный) может оказаться очень ценным при решении проблем, стоящих перед предприятием в настоящий момент.

Подобное положение с очевидностью говорит о том, что необходимы технологии, которые бы позволили обеспечить оперативный сбор и накопление информации, анализировать накопленную информацию и предоставили бы возможность оперативно принимать максимально взвешенные решения.

В практике общения с представителями информационных служб предприятий нередко приходится сталкиваться с серьезным недопониманием различий в возможностях, назначении и роли технологий, предназначенных для сбора информации, – OLTP-систем (On-Line Transaction Processing) и технологий анализа информации, – OLAP-систем (On-Line Analytical Processing). Между тем они существенно различны по функциональности, и каждая из них отвечает за свою область в информационной системе.

**OLTP-технология** – *оперативная обработка транзакций* – класс приложений систем баз данных, служащих для поддержки текущей деятельности различного рода организаций.

Данные в OLTP-системах организованы главным образом для поддержки таких транзакций, как:

- регистрация заказа, введенного с кассового терминала или через Web-узел;
- размещение заказа на комплектующие изделия, когда их количество на складе становится меньше определенного уровня;

- отслеживание компонентов во время сборки конечного продукта на производстве;
- регистрация сведений о работниках;
- регистрация идентификационных данных держателей лицензий, например владельцев ресторанов или водителей.

Базы данных OLTP характеризуются большим количеством изменений, одновременным обращением множества пользователей к одним и тем же данным для выполнения разнообразных операций – чтения, записи, удаления или модификации данных. Для нормальной работы множества пользователей применяются блокировки и транзакции. Такие базы данных называют операционными или транзакционными, поскольку они характеризуются огромным количеством небольших транзакций, или операций записи-чтения.

OLTP-приложения интенсивно выполняют над базой данных короткие транзакции, обычно состоящие из очень простых операций, изменяющих состояние базы данных. В соответствующей базе данных обычно оказывается достаточным сохранять только текущие данные, характеризующие состояние управляемого объекта.

Системы OLTP создаются и оптимизируются для одновременной обработки сотен и тысяч транзакций.

OLTP-системы превосходно выполняют регистрацию данных, необходимых для поддержки ежедневных операций. Однако данные в них организованы иначе, чем это необходимо в том случае, когда информация предназначена менеджерам для планирования работы их организаций. Структура баз данных OLTP такова, что они регистрируют подробности каждой транзакции. Менеджерам же часто нужна обобщенная информация – для анализа трендов, влияющих на вверенную им организацию или группу. Попытка выполнить сложный анализ для определения трендов продаж за несколько месяцев или лет потребует просмотра огромного числа записей, а большая загруженность обработкой информации при этом снижает производительность баз данных OLTP.

Задачи OLTP-системы – это быстрый сбор и наиболее оптимальное размещение информации в базе данных, а также обеспечение ее полноты, актуальности и согласованности. Однако такие системы не предназначены для максимально эффективного, быстрого и многоаспектного анализа.

Разумеется, по собранным данным можно строить отчеты, но это требует от бизнес-аналитика или постоянного взаимодействия с IT-специалистом, или специальной подготовки в области программирования и вычислительной техники.

Как выглядит традиционный процесс принятия решений в российской компании, использующей информационную систему, построенную на OLTP-технологии?

Менеджер дает задание специалисту информационного отдела в соответствии со своим пониманием вопроса. Специалист информационного отдела, по-своему осознав задачу, строит запрос оперативной системе, получает электронный отчет и доводит его до сведения руководителя. Такая схема принятия критически важных решений обладает следующими существенными недостатками:

- используется ничтожное количество данных;
- процесс занимает длительное время, поскольку составление запросов и интерпретация электронного отчета – операции довольно капитальные, тогда как руководителю, может быть, необходимо принять решение незамедлительно;
- требуется повторение цикла в случае необходимости уточнения данных или рассмотрения данных в другом разрезе, а также при возникновении дополнительных вопросов. Причем этот медленный цикл приходится повторять и, как правило, неоднократно, при этой времени на анализ данных тратится ещё больше;
- негативным образом сказывается различие в профессиональной подготовке и областях деятельности специалиста по информационным технологиям и руководителя. Зачастую они мыслят разными категориями и, как следствие, не понимают друг друга;
- неблагоприятное действие оказывает такой фактор, как сложность электронных отчетов для восприятия. У руководителя нет времени выбирать интересующие цифры из отчёта, тем более что их может оказаться слишком много. Понятно, что работа по подготовке данных чаще всего ложится на специалистов информационных отделов. В результате грамотный специалист отвлекается на рутинную и малоэффективную работу по составлению таблиц, диаграмм и т. д., что, естественно, не способствует повышению его квалификации.

Набор аналитических функций в учетных системах обычно весьма ограничен. Схемы, используемые в OLTP-приложениях, осложняют создание даже простых отчетов, т. к. данные чаще всего распределены по множеству таблиц, и для их агрегирования необходимо выполнять сложные операции объединения и соединения. Как правило, попытки создания комплексных отчетов требуют больших вычислительных мощностей и приводят к потере производительности.

Кроме того, в учетных системах хранятся постоянно изменяющиеся данные. По мере сбора транзакций суммарные значения меняются очень быстро, поэтому два анализа, проведенные с интервалом в не-

сколько минут, могут дать разные результаты. Чаще всего, анализ выполняется по окончании отчетного периода, иначе картина может оказаться искаженной. Кроме того, необходимые для анализа данные могут храниться в нескольких системах.

Некоторые виды анализа требуют таких структурных изменений, которые недопустимы в текущей оперативной среде. Например, нужно выяснить, что произойдет, если у компании появятся новые продукты. На «живой» базе такое исследование провести нельзя. Следовательно, эффективный анализ редко удается выполнить непосредственно в учетной системе.

Этим объясняется интерес к объединению и анализу данных учетной системы с помощью технологии OLAP (оперативная аналитическая обработка). Этот метод позволяет аналитикам, менеджерам и руководителям «проникнуть в суть» накопленных данных за счет быстрого и согласованного доступа к широкому спектру представлений информации. Исходные данные преобразуются таким образом, чтобы наглядно отразить структуру деятельности предприятия.

**OLAP-технологии** предназначены именно для того, чтобы бизнес-аналитики имели возможность оперировать с накопленными данными, непосредственно участвовать в их анализе. Подобные аналитические системы противоположны OLTP-системам в том плане, что они устраняют информационную избыточность («сворачивают» информацию). Вместе с тем очевидно, что именно избыточность первичной информации определяет эффективность анализа. СППР, объединяя эти технологии, дают возможность решать целый ряд задач:

- Аналитические задачи: вычисление заданных показателей и статистических характеристик бизнес-процессов на основе ретроспективной информации, находящейся в хранилищах данных.
- Визуализация данных: представление всей имеющейся информации в удобном для пользователя графическом и табличном виде.
- Получение новых знаний: определение взаимосвязи и взаимозависимости бизнес-процессов на основе существующей информации (проверка статистических гипотез, кластеризация, нахождение ассоциаций и временных шаблонов).
- Имитационные задачи: математическое моделирование поведения сложных систем в течение произвольного периода времени. Иными словами, это задачи, связанные с необходимостью ответить на вопрос: «Что будет, если ...?»
- Синтез управления: определение допустимых управляющих воздействий, обеспечивающих достижение заданной цели.
- Оптимизационные задачи: интеграция имитационных, управленческих, оптимизационных и статистических методов моделирования и прогнозирования.



Менеджеры предприятия, использующие инструментальные средства OLAP-технологии, даже без специальной подготовки могут самостоятельно и оперативно получать всю необходимую для исследования закономерностей бизнеса информацию, причем в самых различных комбинациях и срезах бизнес-анализа. Бизнес-аналитик имеет возможность видеть перед собой список измерений и показателей бизнес-системы. При этом конечному пользователю предоставляется ряд аналитических и навигационных функций:

- расчеты и вычисления по нескольким измерениям, иерархиям и/или членам;
- анализ трендов;
- выборка подмножеств данных для просмотра на экране;
- углубление в данные, для просмотра информации на более детализированном уровне;
- переход к детальным данным, лежащим в основе анализа;
- поворот таблицы отображаемых данных.

При простом интерфейсе аналитик может строить любые отчеты, перестраивать измерения (например, делать кросс-таблицы). Кроме этого, он получает возможность создавать свои функции на базе существующих показателей, проводить анализ «что, если» – получать результат, задавая зависимости каких-либо показателей бизнес-функций или бизнес-функцию от показателей.

### ***Основы OLAP***

Термин OLAP был введен Э. Коддом в 1993 г. Он сформулировал требования к программным продуктам, воплощающим необходимую для поддержки технологии OLAP функциональность. Среди них одно из центральных требований – поддержка *многомерного анализа данных*.

Трудно найти в компьютерном мире человека, который хотя бы на интуитивном уровне не понимал, что такое базы данных и зачем они нужны. В отличие от традиционных реляционных СУБД, концепция OLAP не так широко известна, хотя загадочный термин «кубы OLAP» слышали, наверное, почти все. Что же такое OnLine Analytical Processing, где он обитает, и с чем его едят, мы и попытаемся разобраться.

OLAP – это не отдельно взятый программный продукт, не язык программирования и даже не конкретная технология. Если постараться охватить OLAP во всех его проявлениях, то это совокупность концепций, принципов и требований, лежащих в основе программных продуктов, облегчающих аналитикам доступ к данным. Аналитики – это особые потребители корпоративной информации. Задача аналитика – находить закономерности в больших массивах данных. Поэтому аналитик не

будет обращать внимания на отдельно взятый факт, что в четверг четвертого числа контрагенту Чернову была продана партия черных чернил – ему нужна информация о сотнях и тысячах подобных событий. Одиночные факты в базе данных могут заинтересовать, к примеру, бухгалтера или начальника отдела продаж, в компетенции которого находится сделка. Аналитику одной записи мало – ему, к примеру, могут понадобиться все сделки данного филиала или представительства за месяц, год. Заодно аналитик отбрасывает ненужные ему подробности вроде ИНН покупателя, его точного адреса и номера телефона, индекса контракта и тому подобного. В то же время данные, которые требуются аналитику для работы, обязательно содержат числовые значения – это обусловлено самой сущностью его деятельности.

Итак, аналитику нужно много данных, эти данные являются выборочными, а также носят характер «набор классификационных атрибутов – число». Последнее означает, что аналитик работает с таблицами следующего типа:

Таблица 2.2

Институт	Направление деятельности	Год	Рейтинг
ИК	Учебная работа	2011	0,75
ИК	Учебная работа	2012	0,8
ИК	Научно-исследовательская работа	2011	0,66
ИК	Научно-исследовательская работа	2012	0,7
ИНК	Учебная работа	2011	0,8
ИНК	Учебная работа	2012	0,7
ИНК	Научно-исследовательская работа	2011	0,75
ИНК	Научно-исследовательская работа	2012	0,85
ИПР	Учебная работа	2011	0,56
ИПР	Учебная работа	2012	0,6
ИПР	Научно-исследовательская работа	2011	0,8
ИПР	Научно-исследовательская работа	2012	0,8
...			

Здесь *Институт*, *Направления деятельности* и *Год* являются классификационными атрибутами, а *Рейтинг* – тем самым числовым значением. Задачей аналитика, повторимся, является выявление стойких взаимосвязей между атрибутами и числовыми параметрами. Посмотрев на таблицу, можно заметить, что ее легко можно перевести в три измерения: по одной из осей отложим *Институты*, по другой – *Направления деятельности*, по третьей – годы. А значениями в этом трехмерном массиве у нас будут соответствующие рейтинги институтов. На рис. 2.3 приведено схематическое представление табл. 2.2 в виде куба.

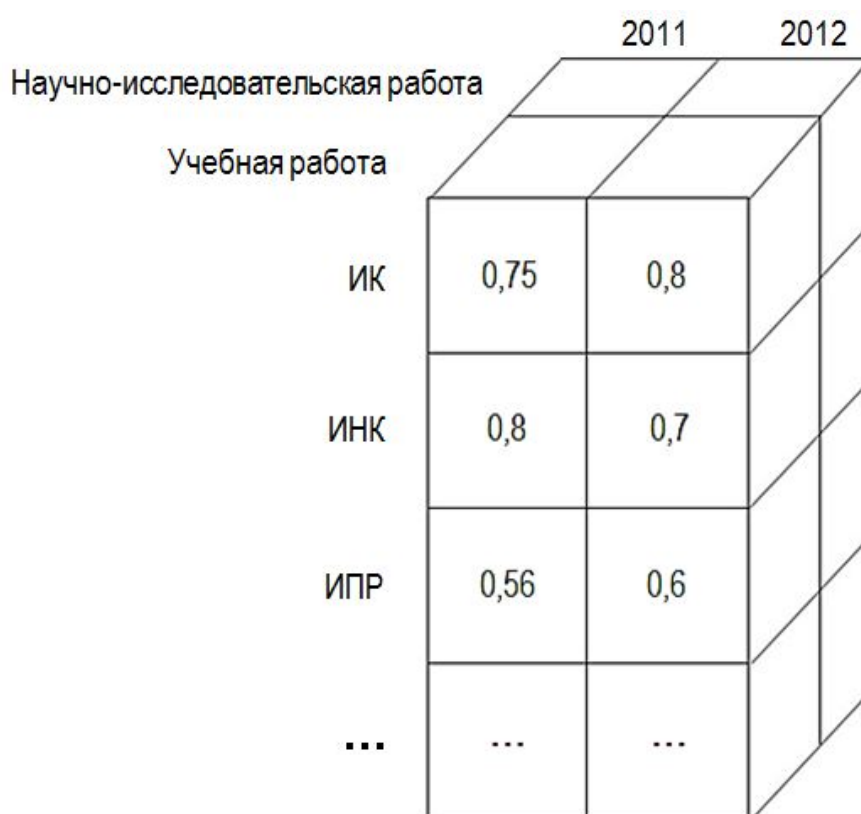


Рис. 2.3. Трехмерное представление табл. 2.2

База данных OLAP состоит из одного или нескольких таких кубов. Куб данных обладает двумя или более независимыми измерениями, определяющими своего рода систему координат представляемого им пространства данных. Координаты по одному измерению представляются значениями соответствующего атрибута данных, и на множестве этих значений могут быть установлены отношения иерархии.

На самом деле, с точки зрения строгой математики кубом такой массив будет далеко не всегда: у настоящего куба количество элементов во всех измерениях должно быть одинаковым, а у кубов OLAP такого ограничения нет. Тем не менее, несмотря на эти детали, термин «кубы

OLAP» ввиду своей краткости и образности стал общепринятым. Куб OLAP совсем не обязательно должен быть трехмерным. Он может быть и двух-, и многомерным – в зависимости от решаемой задачи.

Измерения OLAP-кубов состоят из так называемых меток или членов (members). Например, измерение *Институт* состоит из меток *ИК, ИНК, ИПР* и т. д.

Заполненными могут быть далеко не все элементы куба. Совершенно необязательно также, чтобы приложение OLAP хранило данные непременно в многомерной структуре – главное, чтобы для пользователя эти данные выглядели именно так. Кстати, именно благодаря специальным способам компактного хранения многомерных данных, «вакуум» (незаполненные элементы) в кубах не приводит к бесполезной трате памяти. Если принять во внимание способы организации источников данных систем OLAP, то различаются технологии ROLAP (Relational OLAP), MOLAP (Multi-Dimensional OLAP) и HOLAP (Hybrid OLAP). В первом случае многомерное представление данных для технологии OLAP поддерживается над реляционной базой данных. Во втором случае источник данных представляет собой базу данных, основанную на многомерной модели данных, специально ориентированную на OLAP. Наконец, в третьем случае используется комбинация источников данных указанных видов.

Однако куб сам по себе для анализа не пригоден. Если еще можно адекватно представить или изобразить трехмерный куб, то с шести- или девятнадцатимерным дело обстоит значительно хуже. Поэтому перед употреблением из многомерного куба извлекают обычные двумерные таблицы. Эта операция называется «разрезанием» куба. Термин этот, опять же, образный. Аналитик как бы берет и «разрезает» измерения куба по интересующим его меткам. Этим способом аналитик получает двумерный срез куба и с ним работает. Срезы куба, необходимые для различных аспектов анализа, задаются путем фиксации координат для некоторого подмножества измерений.

Специфическими для многомерной модели данных операциями манипулирования данными, кроме упомянутой выше операции *формирования срезов* (slice) являются следующие операции.

Операция *агрегирования* (Aggregation) позволяет построить из куба данных (или среза) новый куб или срез путем агрегирования значений координат по каким-либо измерениям, где определены иерархические отношения на множестве значений их координат.

Иногда возможна и обратная операция – *детализация* (Drill-down), позволяющая получать более детализированные данные.

Операция *поворота* (Rotation) позволяет изменить порядок измерений в кубе данных нужным для пользователя образом.

Наряду с перечисленными базовыми манипулятивными операциями системы OLAP должны обладать функциональными возможностями для пошаговой загрузки данных из операциональных источников данных, для анализа временных рядов, определения тенденций и формирования прогнозов, обеспечения *визуализации данных* и решения других задач.

Как правило, в системах OLAP возникает необходимость поддержки исторических данных, т.е. состоявшихся фактов, ассоциированных со временем. В таких случаях в кубах данных появляются *временные измерения*. Сечения куба при фиксированных всех других координатах образуют *временные ряды*, отражающие динамику каких-либо процессов, явлений и т. д. Координаты по временным измерениям чаще всего задаются как последовательности равноудаленных значений. Тогда получаемые временные ряды являются периодическими.

OLAP-технологии – технологии интерактивной аналитической обработки данных в системах баз данных, предназначенные для поддержки принятия решений и ориентированные главным образом на нерегламентированные интерактивные запросы. OLAP имеет дело, как правило, с историческими данными, которые могут быть не представленными в операциональных информационных системах. В силу особенностей интерактивной аналитической обработки для ее реализации требуются несколько иные средства управления данным по сравнению с предоставляемыми традиционными системами управления базами данных, ориентированными на обработку транзакций. По указанным причинам в качестве источников данных для OLAP часто используют не операциональные базы данных, а *хранилища данных* (подробнее о хранилищах данных в 2.3.2.2).

Если еще внимательнее всмотреться в таблицу, которую мы изобразили первой, можно заметить, что находящиеся в ней данные, скорее всего, не являются первичными, а получены в результате суммирования по более мелким элементам. Например, год делится на кварталы, кварталы на месяцы, месяцы на недели, недели на дни. Институт состоит из кафедр. Наконец в самих кафедрах можно выделить преподавателей. Направления деятельности можно разделить на разделы и конкретные показатели и т.д. В терминах OLAP такие многоуровневые объединения совершенно логично называется иерархиями. Средства OLAP дают возможность в любой момент перейти на нужный уровень иерархии. Причем, как правило, для одних и тех же элементов поддерживается несколько видов иерархий: например день-неделя-месяц или день-декада-квартал. Исходные данные берутся из нижних уровней иерархий, а затем суммируются для получения значений более высоких уровней. Для

того, чтобы ускорить процесс перехода, просуммированные значения для разных уровней хранятся в кубе. Таким образом, то, что со стороны пользователя выглядит одним кубом, грубо говоря, состоит из множества более примитивных кубов.

Вот, кстати, мы и подошли к одному из существенных моментов, которые привели к появлению OLAP – производительности и эффективности. Представим себе, что происходит, когда аналитику необходимо получить информацию, а средства OLAP на предприятии отсутствуют. Аналитик самостоятельно (что маловероятно) или с помощью программиста делает соответствующий SQL-запрос и получает интересующие данные в виде отчета или экспортирует их в электронную таблицу. Проблем при этом возникает великое множество. Во-первых, аналитик вынужден заниматься не своей работой (SQL-программированием) либо ждать, когда за него задачу выполнят программисты – все это отрицательно сказывается на производительности труда, повышаются штрафовщина, инфарктно-инсультный уровень и так далее. Во-вторых, единственный отчет или таблица, как правило, не спасает гигантов мысли и отцов русского анализа – и всю процедуру придется повторять снова и снова. В-третьих, как мы уже выяснили, аналитики по мелочам не спрашивают – им нужно все и сразу. Это означает (хотя техника и идет вперед семимильными шагами), что сервер корпоративной реляционной СУБД, к которому обращается аналитик, может задуматься глубоко и надолго, заблокировав остальные транзакции.

Концепция OLAP появилась именно для разрешения подобных проблем. Кубы OLAP представляют собой, по сути, многомерные отчеты. Разрезая многомерные отчеты (кубы, то есть) по измерениям, аналитик получает, фактически, интересующие его «обычные» двумерные отчеты (это не обязательно отчеты в обычном понимании этого термина – речь идет о структурах данных с такими же функциями). Преимущества кубов очевидны – данные необходимо запросить из реляционной СУБД всего один раз – при построении куба. Поскольку аналитики, как правило, не работают с информацией, которая дополняется и меняется «на лету», сформированный куб является актуальным в течение достаточно продолжительного времени. Благодаря этому, не только исключаются перебои в работе сервера реляционной СУБД (нет запросов с тысячами и миллионами строк ответов), но и резко повышается скорость доступа к данным для самого аналитика. Кроме того, как уже отмечалось, производительность повышается и за счет подсчета промежуточных сумм иерархий и других агрегированных значений в момент построения куба. Конечно, за повышение таким способом производительности надо платить. Иногда говорят, что структура данных просто «взрывается» – куб

OLAP может занимать в десятки и даже сотни раз больше места, чем исходные данные.

К настоящему времени сформировалась индустрия технологий OLAP. Выпускается большое количество программных продуктов, поддерживающих эти технологии. Среди их поставщиков ведущие участники рынка технологий баз данных – компании Oracle, IBM, Informix, а также целый ряд новых компаний, специализирующихся на этом секторе рынка информационных технологий.

### ***Сравнение технологий OLTP и OLAP***

Как правило, системы работают с реляционными базами данных. Для OLAP-приложений используется специальная многомерная модель, которая позволяет более эффективно использовать данные, накопленные в оперативных системах. Технология оперативной аналитической обработки ориентирована на представление данных в виде массивов. Под массивом понимается последовательность элементов, например продажи продукта по рынкам/временным периодам, или доход по времени/региону.

В концепции и терминологии OLAP есть много аналогий с реляционной моделью. В табл. 2.3 приведено сравнение реляционных терминов и понятий и соответствующих эквивалентов в OLAP.

Таблица 2.3

Реляционная технология	OLAP Технология
База данных	База данных
Таблица	Куб
Представление (Выборка)	Формула
Первичный ключ	Измерения
Внешний ключ, не являющийся частью первичного ключа	Отношение
Столбец, не являющийся частью первичного или внешнего ключа	Переменная
Строка	Экземпляр нескольких переменных
Декларативная целостность ссылочных данных	Косвенно задается при определении измерений
Процедурная целостность ссылочных данных (триггеры)	Отсутствует
Индексы	Отсутствует

Окончание табл. 2.3

Реляционная технология	OLAP Технология
Системный каталог	Метаданные
Оператор JOIN	Отсутствует (косвенно задается общими измерениями)
Оператор WHERE	Команда LIMIT
Оператор GROUP BY	Команда GROUP
Оператор ORDER BY	Команда SORT
Директива GRANT	PERMIT
Хранимые процедуры, сценарии, хранимый SQL	Программы и пользовательские функции
Null-столбцы	Null-значения
Null-строки – не могут быть в таблице или в результирующем множестве	Null-значения всегда в явном виде
Управление потоковым языком (PL/SQL, Transact-SQL и др.)	Язык хранимых процедур
Агрегирование (SUM, AVG, COUNT, MIN, MAX)	Функции и формулы
Операторы вычисления (+, -, /, *) и два-три десятка математических, строковых и временных функций	Формулы (+, -, /, *, **) более 100 математических, финансовых, статистических, прогнозирующих, моделирующих, строковых и временных функций
Оператор SELECT	REPORT
Оператор INSERT	MAINTAIN ADD
Оператор DELETE	MAINTAIN DELETE
Оператор UPDATE	SET
Оператор COMMIT	UPDATE



В табл. 2 приведено сравнение системных характеристик OLTP и OLAP технологий.

Таблица 2.4

Системная характеристика	Учетная система (OLTP)	OLAP
Взаимодействие с пользователем	На уровне транзакции	На уровне всей базы данных
Данные, используемые при обращении пользователя к системе	Отдельные записи	Группы записей
Время отклика	Секунды	От нескольких секунд до нескольких минут
Использование аппаратных ресурсов	Стабильное	Динамическое
Характер данных	Главным образом первичные (самый низкий уровень детализации)	В основном производные (сводные значения)
Характер доступа к базе данных	Предопределенные или статические пути доступа и отношения данных	Неопределенные или динамические пути доступа и отношения данных
Изменчивость данных	Высокая (данные обновляются с каждой транзакцией)	Низкая (во время запроса данные обновляются редко)
Приоритеты	Высокая производительность Высокая доступность	Гибкость Автономность пользователя

Совместное использование OLAP и учетной системы, в частности прямая настройка аналитических функций на OLTP-базу, осложняется несколькими факторами:

- OLAP запросы к базам данных чаще всего бывают сложными и требуют много времени. Прямой доступ к OLTP-базе существенно снижает общую производительность оперативной системы.
- Разнообразные учетные системы неоднородны по типу используемых синтаксических соглашений и концептуальных допущений (единицы измерений, онтологии, наименование, кодирование и т. п.), поэтому их интеграция затруднена.
- Данные в учетных системах часто «зашумленные», неполные и несогласованные.

- Как правило, нет единой модели данных масштаба предприятия. Кроме того, при проектировании баз учетной системы могут использоваться разные модели данных (иерархическая, реляционная, объектно-ориентированная, плоские файлы, «фирменные» модели).

- В оперативных системах отсутствует метод предоставления данных для конкретных групп пользователей в нужной для них форме.

- Информация за прошлые периоды теряется при обновлении OLTP- базы (при записи в нее новых, актуальных данных). Это препятствует выполнению анализа временных тенденций, который так важен для многих сфер бизнеса.

- В OLTP-базе не хранятся данные в агрегированном, денормализованном, виде, что необходимо для оперативной аналитической обработки. А преобразование данных в процессе выполнения запросов оказывается слишком трудоемким.

Кроме всех перечисленных выше концептуальных различий, существуют еще и технологические проблемы, которые необходимо преодолеть для внедрения аналитических возможностей в учетные системы. Среди них можно назвать следующие сложности: различие в аппаратных платформах (компьютерах, сетях и периферийных устройствах), использование разного программного обеспечения (разнообразных операционных систем, СУБД, языков программирования, протоколов, связующего ПО и т. п.), а также географическое распределение баз данных по всей организации и вне ее.

### ***2.3.2.2. Хранилища данных***

Хранилище данных и OLAP-технология, как правило, упоминаются вместе, хотя на самом деле это две разные технологии. Хранилище данных (ХД) обеспечивает сбор, хранение и быстрый доступ к ключевой информации, создаваемой в учетных системах (OLTP), а OLAP – построение высокоинтерактивных отчетов, анализ данных. Вместе с тем, как правило, в комплексных решениях обе технологии применяются как неразрывное целое, поэтому их совместное рассмотрение вполне оправдано. Пользователями этих продуктов являются менеджеры и ведущие специалисты, люди, от которых зависят принятие ключевых решений, оперативное и стратегическое планирование и управление.

Задачей ХД является интеграция, актуализация и согласование оперативных данных из разнородных источников для формирования единого непротиворечивого взгляда на объект управления в целом. На основе ХД возможно составление всевозможной отчетности, а также проведение оперативной аналитической обработки и Data Mining.

Рассмотрим несколько определений ХД.

**Хранилище данных (Data Warehouse)** – это система, предназначенная для информационного обеспечения управления организацией, интегрирующая в себе данные, необходимые для управления, из учетных автоматизированных систем, консолидирующая данные филиалов. ХД собирает, очищает, загружает, агрегирует, хранит данные и предоставляет к ним быстрый доступ.

Еще одно определение:

**Хранилище данных** – система, содержащая непротиворечивую интегрированную предметно-ориентированную совокупность *исторических данных* крупной корпорации или иной организации с целью поддержки принятия *стратегических решений*.

ХД предоставляет разнообразные инструментальные средства для *анализа данных*. Информационные ресурсы ХД формируются на основе извлечения на протяжении продолжительного периода времени моментальных снимков баз данных операциональной информационной системы данной корпорации и, возможно, также из различных внешних источников. Потребности аналитической обработки данных для поддержки принятия решений не согласуются с условиями функционирования и особенностями операциональных информационных систем. Именно в связи с этим обстоятельством и возникает потребность в самостоятельном источнике данных для таких целей. На практике используются как централизованные, так и распределенные ХД. Объем представленных в них данных обычно является весьма большим и может достигать многих гигабайт, что предъявляет особые требования к механизмам их функционирования.

ХД используют технологии баз данных, OLAP, глубинного анализа данных, визуализации данных. Термин *Data Warehouse* был введен Б. Инмоном (Bill Inmon) в 1990 г.

*Билл Инмон* определяет **хранилища данных** как «предметно ориентированные, интегрированные, неизменчивые, поддерживающие хронологию наборы данных, организованные с целью поддержки управления» и призванные выступать в роли «единого и единственного источника истины», который обеспечивает менеджеров и аналитиков достоверной информацией, необходимой для оперативного анализа и принятия решений.

**Предметная ориентация** ХД означает, что данные объединены в категории и сохраняются соответственно областям, которые они описывают, а не применениям, их использующим.

**Интегрированность** означает, что данные удовлетворяют требованиям всего предприятия, а не одной функции бизнеса. Этим ХД гарантирует, что одинаковые отчеты, сгенерированные для разных аналитиков, будут содержать одинаковые результаты.

**Привязка ко времени** означает, что ХД можно рассматривать как совокупность «исторических» данных: возможно восстановление данных на любой момент времени. Атрибут времени явно присутствует в структурах ХД.

**Неизменность** означает, что, попав один раз в ХД, данные там сохраняются и не изменяются. Данные в ХД могут лишь добавляться.

*Ричард Хакаторн*, другой основоположник этой концепции, писал, что цель ХД – обеспечить для организации «единый образ существующей реальности».

Другими словами, ХД представляет собой своеобразный накопитель информации о деятельности предприятия.

**Хранилище данных специализированное (Data Mart)** – ХД, связанное с какими-либо конкретными аспектами деятельности организации. Используется для поддержки принятия решений в интересах какого-либо подразделения организации или обеспечения какой-либо сферы ее деятельности. Источником данных для специализированного ХД может быть общее ХД организации, или оно создается и функционирует независимо. Объем данных в специализированном ХД и его потребности в вычислительных ресурсах обычно существенно ограничены по сравнению с общим ХД. В отечественной компьютерной периодике термин *Data Mart* часто переводят как «витрина данных».

**Преимущества использования хранилищ данных** в сравнении с использованием оперативных систем или баз данных:

- В отличие от оперативных систем, ХД содержит информацию за весь требуемый временной интервал – вплоть до нескольких десятилетий – в едином информационном пространстве, что делает такие ХД идеальной основой для выявления трендов, сезонных зависимостей и других важных аналитических показателей.

- Как правило, информационные системы предприятия хранят и представляют аналогичные данные по-разному. Например, одни и те же показатели могут храниться в различных единицах измерения. Одна и та же продукция или одни и те же клиенты могут именоваться по-разному. В системах ХД несоответствия в данных устраняются на этапе сбора информации и погружения ее в единую базу данных. При этом организуются единые справочники, все показатели в которых приводятся к одинаковым единицам измерения.

- Очень часто оперативные системы вследствие ошибок операторов содержат некоторое количество неверных данных. На этапе помещения в ХД информация предварительно обрабатывается. Данные по специальной технологии проверяются на соответствие заданным ограничениям и при необходимости корректируются (очищаются). Технологи-

гия обеспечивает построение аналитических отчетов на основе надежных данных и своевременное оповещение администратора ХД об ошибках во входящей информации.

- Универсализация доступа к данным. ХД предоставляет уникальную возможность получать любые отчеты о деятельности предприятия на основе одного источника информации. Это позволяет интегрировать данные, вводимые и накапливаемые в различных оперативных системах, легко и просто сравнивать их. При этом в процессе создания отчетов пользователь не связан различиями в доступе к данным оперативных систем.

- Ускорение получения аналитических отчетов. Получение отчетов при помощи средств, предоставляемых оперативными системами, – способ неоптимальный. Эти системы затрачивают значительное время на агрегирование информации (расчет суммарных, средних, минимальных, максимальных значений). Кроме того, в текущей базе оперативной системы находятся только самые необходимые и свежие данные, в то время как информация за прошлые периоды помещается в архив. Если данные приходится получать из архива, продолжительность построения отчета возрастает еще в два-три раза. Следует также учитывать, что сервер оперативной системы зачастую не обеспечивает необходимую производительность при одновременном построении сложных отчетов и вводе информации. Это может катастрофически сказываться на работе предприятия, так как операторы не смогут оформлять накладные, фиксировать отгрузку или получение продукции в то время, когда выполняется построение очередного отчета. ХД позволяет решить эти проблемы. Во-первых, работа сервера ХД не мешает работе операторов. Во-вторых, в ХД помимо детальной информации содержатся и заранее рассчитанные агрегированные значения. В-третьих, в ХД архивная информация всегда доступна для включения в отчеты. Все это позволяет значительно сократить время создания отчетов и избежать проблем в оперативной работе.

- Построение произвольных запросов. Информацию в ХД недостаточно только централизовать и структурировать. Аналитику нужны средства визуализации этой информации, инструмент, с помощью которого легко получать данные, необходимые для принятия своевременных решений. Одно из главных требований любого аналитика – простота формирования отчетов и их наглядность. В случае оперативных систем построение отчетов часто лишено гибкости; чтобы создать новый отчет, приходится задействовать специалистов ИТ-отдела, которые объединяют данные нескольких систем. В случае же использования ХД решение проблемы предоставляет технология OLAP (On-Line Analytical

Processing). Эта технология обеспечивает доступ к данным в терминах, привычных для аналитика. Технология OLAP базируется на концепции многомерного представления данных. Действительно, каждое числовое значение, содержащееся в ХД, имеет до нескольких десятков атрибутов (например, количество продаж определенным менеджером в определенном регионе на определенную дату и т. п.). Таким образом, можно считать, что работа идет с многомерными структурами данных (многомерными кубами), в которых числовые значения расположены на пересечении нескольких измерений. Именно этот подход используется в OLAP-системах. Они предоставляют гибкие средства навигации по многомерным структурам – так называемые OLAP-манипуляции. С их помощью аналитик может получать различные срезы данных, «крутить» данные.

Общий принцип работы ХД состоит в следующем: в оперативных OLTP-системах выполняются учетные операции, ежедневно, в конце операционного дня (или чаще), данные из учетных систем поступают в ХД, откуда выпускаются управленческие отчеты.

В отличие от учетных информационных систем, ХД данных изначально технологически оптимизированы не для ввода, а для быстрого поиска и анализа информации. Поэтому такие системы имеют принципиально другую архитектуру базы данных, обеспечивающую высокую скорость выполнения запросов к огромным массивам информации. Как правило, структура ХД денормализована (это позволяет повысить скорость выполнения запросов), поэтому может допускать избыточность данных. ХД отличается иное построение пользовательского интерфейса, предоставляющего специальные средства поиска информации, ее обобщения, углубления в детали.

Современное ХД данных не только собирает данные, но и позволяет изменять их – расставлять аналитические признаки, выполнять управленческие корректировки, доводить недостающие (например, неизвестные филиалам) данные.

ХД состоит из нескольких функциональных блоков.

- **База данных.** Принципиальное отличие базы данных ХД состоит в том, что ее структура оптимизирована для быстрой загрузки и быстрого извлечения данных, а не для быстрого выполнения транзакций. В случае реализации на основе реляционной БД (ROLAP) основными составляющими структуры ХД являются *таблица фактов* (fact table) и *таблицы измерений* (dimension tables), а основными схемами организации – схема «звезда» и схема «снежинка».

- **Инструменты настройки базы данных и управления метаданными.** Эти инструменты предназначены для настройки информаци-

онной модели ХД при внедрении и изменении этой модели в процессе эксплуатации, для постепенного расширения функциональности ХД.

- **Инструменты сбора, очистки и загрузки данных.** Специальная технология сбора данных обеспечивает регулярное и бесперебойное получение данных из удаленных филиалов, дополнительных офисов, из различных информационных систем. Она включает в себя форматы данных, технологию их генерации, бизнес-правила, регламентирующие извлечение данных из внешних источников, дистрибуцию метаданных (нормативно-справочной информации) и многое другое. Кроме того, ХД обеспечивает входной контроль данных, автоматическое исправление ошибок, приведение данных к единым стандартам, загрузку больших массивов данных, многоуровневую журнализацию.

- **Аппарат выполнения расчетов.** Специальный аппарат выполнения расчетов обеспечивает:

- агрегацию данных – расчет обобщенных показателей (например, вычисление месячного, квартального и годового баланса);
- консолидацию данных – суммирование данных по организационной иерархии (например, вычисление сводного баланса банка);
- расчет производных показателей (таких, как фактическое исполнение бюджета, ликвидность, маржа и др.).

- **Механизмы выполнения произвольных запросов.** Чем шире номенклатура данных, собираемых в ХД, тем сложнее их связи и многообразнее запросы, которые пользователи хотят выполнять к базе данных. Это делает практически невозможными разработку и оптимизацию запросов, включающую создание необходимых индексов, на этапе создания системы. Поэтому неотъемлемой частью ХД являются средства генерации запросов. В продвинутых системах одновременно с запросом могут генерироваться и недостающие индексы для повышения скорости его выполнения.

- **Пользовательские интерфейсы и отчеты.** ХД, накапливая ценную информацию, должно обеспечивать ее максимальное использование сотрудниками. Для этого оно имеет специальные пользовательские интерфейсы, разработанные для быстрого получения данных, и развитую технологию создания и выпуска отчетов. Интерфейсы для внешних систем. ХД предоставляет информацию внешним аналитическим системам и генераторам отчетов, для чего применяются промышленные стандарты доступа к данным.

Таким образом, конечным продуктом ХД является отчет. Большое корпоративное ХД должно обеспечивать выпуск всех видов отчетов, требующихся организации. Для этого ХД должно иметь встроенные ин-

струменты настройки и выпуска отчетов или быть интегрировано с внешними специализированными системами:

- генераторами отчетов;
- OLAP-инструментами;
- электронными таблицами.

### 2.3.2.3. *Data Mining*<sup>4</sup>

Корпоративная база данных любого современного предприятия обычно содержит набор таблиц, хранящих записи о тех или иных фактах либо объектах (например, о товарах, их продажах, клиентах, счетах). Как правило, каждая запись в подобной таблице описывает какой-то конкретный объект или факт. Например, запись в таблице продаж отражает тот факт, что такой-то товар продан такому-то клиенту тогда-то таким-то менеджером, и по большому счету ничего, кроме этих сведений, не содержит. Однако совокупность большого количества таких записей, накопленных за несколько лет, может стать источником дополнительной, гораздо более ценной информации, которую нельзя получить на основе одной конкретной записи, а именно – **сведений о закономерностях, тенденциях или взаимозависимостях между какими-либо данными**. Примерами подобной информации являются сведения о том, как зависят продажи определенного товара от дня недели, времени суток или времени года, какие категории покупателей чаще всего приобретают тот или иной товар, какая часть покупателей одного конкретного товара приобретает другой конкретный товар, какая категория клиентов чаще всего вовремя не отдает предоставленный кредит.

Подобного рода информация обычно используется при прогнозировании, стратегическом планировании, анализе рисков, и ценность ее для предприятия очень высока. Видимо, поэтому процесс ее поиска и получил название **Data Mining** (mining по-английски означает «добыча полезных ископаемых», а поиск закономерностей в огромном наборе фактических данных действительно сродни этому). Термин **Data Mining** обозначает не столько конкретную технологию, сколько сам *процесс поиска корреляций, тенденций, взаимосвязей и закономерностей посредством различных математических и статистических алгоритмов: кластеризации, создания субвыборок, регрессионного и корреляционного анализа*.

Цель этого поиска – представить данные в виде, четко отражающем бизнес-процессы, а также построить модель, при помощи которой можно прогнозировать процессы, критичные для планирования бизнеса

---

<sup>4</sup> На основе статьи: Наталия Елманова. Введение в Data Mining // КомпьютерПресс 8'2003



(например, динамику спроса на те или иные товары или услуги либо зависимость их приобретения от каких-то характеристик потребителя).

Отметим, что традиционная математическая статистика, долгое время остававшаяся основным инструментом анализа данных, равно как и средства оперативной аналитической обработки данных (online analytical processing, OLAP), не всегда могут успешно применяться для решения таких задач. Обычно статистические методы и OLAP используются для проверки заранее сформулированных гипотез. Однако нередко именно формулировка гипотезы оказывается самой сложной задачей при реализации бизнес-анализа для последующего принятия решений, поскольку далеко не все закономерности в данных очевидны с первого взгляда.

В основу современной технологии Data Mining положена концепция **шаблонов**, отражающих закономерности, свойственные подвыборкам данных. Поиск шаблонов производится методами, не использующими никаких априорных предположений об этих подвыборках. Если при статистическом анализе или при применении OLAP обычно формулируются вопросы типа «Каково среднее число неоплаченных счетов заказчиками данной услуги?», то применение Data Mining, как правило, подразумевает ответы на вопросы типа «Существует ли типичная категория клиентов, не оплачивающих счета?». При этом именно ответ на второй вопрос нередко обеспечивает более нетривиальный подход к маркетинговой политике и к организации работы с клиентами.

Ниже представлены другие сравнительные примеры вопросов, характерных для OLAP и Data Mining.

Таблица 2.5

OLAP	Data Mining
Каковы средние показатели травматизма для курящих и некурящих?	Встречаются ли точные шаблоны в описаниях людей, подверженных повышенному травматизму?
Каковы средние размеры телефонных счетов существующих клиентов в сравнении со счетами бывших клиентов (отказавшихся от услуг телефонной компании)?	Имеются ли характерные портреты клиентов, которые, по всей вероятности, собираются отказаться от услуг телефонной компании?
Какова средняя величина ежедневных покупок по украденной и не украденной кредитной карточке?	Существуют ли стереотипные схемы покупок для случаев мошенничества с кредитными карточками?

Важной особенностью Data Mining является нестандартность и неочевидность разыскиваемых шаблонов. Иными словами, средства Data

Mining отличаются от инструментов статистической обработки данных и средств OLAP тем, что вместо проверки заранее предполагаемых пользователями взаимосвязей они на основании имеющихся данных способны находить такие и строить гипотезы об их характере.

Следует отметить, что применение средств Data Mining не исключает использования статистических инструментов и OLAP-средств, поскольку результаты обработки данных с помощью последних, как правило, способствуют лучшему пониманию характера закономерностей, которые следует искать.

### ***Понятие Data Mining<sup>5</sup>***

Технологию Data Mining достаточно точно определяет Григорий Пиатецкий-Шапиро (Gregory Piatetsky-Shapiro) – один из основателей этого направления:

**Data Mining** – это процесс обнаружения в сырых данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

Суть и цель технологии Data Mining можно охарактеризовать так: *это технология, которая предназначена для поиска в больших объемах данных неочевидных, объективных и полезных на практике закономерностей.*

*Неочевидных* – это значит, что найденные закономерности не обнаруживаются стандартными методами обработки информации или экспертным путем.

*Объективных* – это значит, что обнаруженные закономерности будут полностью соответствовать действительности, в отличие от экспертного мнения, которое всегда является субъективным.

*Практически полезных* – это значит, что выводы имеют конкретное значение, которому можно найти практическое применение.

*Знания* – совокупность сведений, которая образует целостное описание, соответствующее некоторому уровню осведомленности об описываемом вопросе, предмете, проблеме и т. д.

Использование знаний (knowledge deployment) означает действительное применение найденных знаний для достижения конкретных преимуществ (например, в конкурентной борьбе за рынок).

Приведем еще несколько определений понятия Data Mining.

---

<sup>5</sup> <http://www.INTUIT.ru>

**Data Mining** – это процесс выделения из данных неявной и неструктурированной информации и представления ее в виде, пригодном для использования.

**Data Mining** – это процесс выделения, исследования и моделирования больших объемов данных для обнаружения неизвестных до этого структур (patterns) с целью достижения преимуществ в бизнесе (определение SAS Institute).

**Data Mining** – это процесс, цель которого – обнаружить новые значимые корреляции, образцы и тенденции в результате просеивания большого объема хранимых данных с использованием методик распознавания образцов плюс применение статистических и математических методов (определение Gartner Group).

Как было сказано выше, в основу технологии Data Mining положена концепция шаблонов (patterns), которые представляют собой закономерности, свойственные подвыборкам данных, которые могут быть выражены в форме, понятной человеку.

«Mining» по-английски означает «добыча полезных ископаемых», а поиск закономерностей в огромном количестве данных действительно сродни этому процессу.

Цель поиска закономерностей – представление данных в виде, отражающем искомые процессы. Построение моделей прогнозирования также является целью поиска закономерностей.

### ***Исходные данные для Data Mining***

Применение Data Mining оправданно при наличии достаточно большого количества данных, в идеале – содержащихся в корректно спроектированном хранилище данных (собственно, сами хранилища данных обычно создаются для решения задач анализа и прогнозирования, связанных с поддержкой принятия решений). Напомним, что данные в хранилище представляют собой пополняемый набор, единый для всего предприятия и позволяющий восстановить картину его деятельности на любой момент времени. Отметим также, что структура данных хранилища проектируется таким образом, чтобы выполнение запросов к нему осуществлялось максимально эффективно. Впрочем, существуют средства Data Mining, способные выполнять поиск закономерностей, корреляций и тенденций не только в хранилищах данных, но и в OLAP-кубах, то есть в наборах предварительно обработанных статистических данных.

### ***Типы закономерностей, выявляемых методами Data Mining***

Согласно В.А.Дюку<sup>6</sup>, выделяют пять стандартных типов закономерностей, выявляемых методами Data Mining:

- *ассоциация* – высокая вероятность связи событий друг с другом (например, один товар часто приобретается вместе с другим);
- *последовательность* – высокая вероятность цепочки связанных во времени событий (например, в течение определенного срока после приобретения одного товара будет с высокой степенью вероятности приобретен другой);
- *классификация* – имеются признаки, характеризующие группу, к которой принадлежит то или иное событие или объект (обычно при этом на основании анализа уже классифицированных событий формулируются некие правила);
- *кластеризация* – закономерность, сходная с классификацией и отличающаяся от нее тем, что сами группы при этом не заданы – они выявляются автоматически в процессе обработки данных;
- *временные закономерности* – наличие шаблонов в динамике поведения тех или иных данных (типичный пример – сезонные колебания спроса на те или иные товары либо услуги), используемых для прогнозирования.

### ***Методы исследования данных в Data Mining***

Сегодня существует довольно большое количество разнообразных методов исследования данных. Основываясь на вышеуказанной классификации, предложенной В.А. Дюком, среди них можно выделить:

- регрессионный, дисперсионный и корреляционный анализ (реализован в большинстве современных статистических пакетов, в частности в продуктах компаний SAS Institute, StatSoft и др.);
- методы анализа в конкретной предметной области, базирующиеся на эмпирических моделях (часто применяются, например, в недорогих средствах финансового анализа);
- нейросетевые алгоритмы, идея которых основана на аналогии с функционированием нервной ткани и заключается в том, что исходные параметры рассматриваются как сигналы, преобразующиеся в соответствии с имеющимися связями между «нейронами», а в качестве ответа, являющегося результатом анализа, рассматривается отклик всей сети на исходные данные. Связи в этом случае создаются с помощью так называемого обучения сети посредством выборки большого объема, содержащей как исходные данные, так и правильные ответы;

---

<sup>6</sup> Дюк В.А. Data Mining – интеллектуальный анализ данных.

- алгоритмы – выбор близкого аналога исходных данных из уже имеющихся исторических данных. Называются также методом «ближайшего соседа»;
- деревья решений – иерархическая структура, базирующаяся на наборе вопросов, подразумевающих ответ «Да» или «Нет»; несмотря на то, что данный способ обработки данных далеко не всегда идеально находит существующие закономерности, он довольно часто используется в системах прогнозирования в силу наглядности получаемого ответа;
- кластерные модели (иногда также называемые моделями сегментации) применяются для объединения сходных событий в группы на основании сходных значений нескольких полей в наборе данных; также весьма популярны при создании систем прогнозирования;
- алгоритмы ограниченного перебора, вычисляющие частоты комбинаций простых логических событий в подгруппах данных;
- эволюционное программирование – поиск и генерация алгоритма, выражающего взаимосвязь данных, на основании изначально заданного алгоритма, модифицируемого в процессе поиска; иногда поиск взаимосвязей осуществляется среди каких-либо определенных видов функций (например, полиномов).

#### ***2.3.2.4. Технологии управления знаниями***

##### ***Системы управления знаниями***

Новая концепция «управление знаниями» действительно помогает поменять взгляд на автоматизацию корпорации, так как акцент в ней ставится на ценность информации. Новизна концепции УЗ заключается в принципиально новой задаче – копить не только разрозненную информацию, бумаги, графики, файлы, но и знания, т. е. закономерности и принципы, позволяющие решать реальные производственные и бизнес-задачи. При этом в расчет берутся и те знания, которые «невидимы» – они хранятся в памяти специалистов, а не на материальных носителях.

Ресурсы знаний различаются в зависимости от отраслей индустрии и приложений, но, как правило, включают руководства, письма, новости, информацию о заказчиках, сведения о конкурентах и технологии, накопившиеся в процессе разработки.

Сами эти ресурсы могут находиться в различных местах: в базах данных, базах знаний, в картотечных блоках, у специалистов и могут быть рассредоточены по всему предприятию. Разнообразие информационных составляющих представлено на рис. 2.13.

Традиционно проектировщики систем УЗ (СУЗ) ориентировались лишь на отдельные группы потребителей – главным образом, менедже-

ров. Более современные СУЗ спроектированы уже в расчете на целую организацию

Из-за этого разнообразия СУЗ вынуждены интегрировать разнообразные технологии:

- электронная почта и Интернет-ресурсы;
- системы управления базами данных (СУБД) и сами базы данных (БД);
- средства создания хранилищ данных (Data Warehousing);
- системы поддержки групповой работы;
- локальные корпоративные системы автоматизации;
- системы документооборота и workflow;
- порталы знаний, экспертные системы и др.



Рис. 2.4. «Цветок» информационных составляющих

При этом ни одна из этих технологий (кроме последней) не включает «знания» в контексте интеллектуальных (экспертных) систем, т. е. баз знаний.

Нечеткость различий в понятиях «информация», «данные» и «знания» льет воду на мельницу спекуляций на эту тему. Если трактовать информацию, как общий термин для всех информационных ресурсов предприятия, то в реальности многие современные СУЗ занимаются проблемой организации только части информации, в основном документооборота в компании.

Фактически системы, позиционирующие себя как СУЗ – системы управления знаниями (Fulcrum, Documentum i4, Knowledge Station, etc.) реализуют лишь отдельные элементы вышеприведенного списка. Все они работают либо с неструктурированной информацией в форме документов, либо с данными.

Понятие «знания» трактуется в УЗ очень широко. Под знаниями можно скорее понимать *информационно-знаниевые ресурсы*.

В СУЗ знаниями называют все виды информации (они включают руководства, письма, новости, информацию о заказчиках, сведения о конкурентах и технологии, накопившиеся в процессе разработки), в то время как традиционно под знаниями понимаются закономерности предметной области, позволяющие специалистам решать свои задачи. Они получены в результате практического опыта или почерпнуты из литературы.

Знания могут быть явными и неявными.

**Явные знания** – объективно хранимые знания в форме явных лингвистических выражений и артефактов (документов, файлов, БД, сообщений эл. почты и т. д.).

**Неявные знания** – ментально хранимые знания индивидуумов и групп (хранятся в головах специалистов и экспертов).

Реально управление знаниями представляет собой систематический процесс создания и преобразования индивидуального и группового, научного и практического опыта таким образом, чтобы знания могли быть перенесены в процессы, услуги и продукты, предлагаемые организацией с тем, чтобы увеличивалась их общая стоимость, а соответственно и совокупная продуктивность организации<sup>7</sup>.

Ключом к управлению знаниями является, таким образом, доставка нужных знаний нужным людям в пределах группы людей и организации в нужное для эффективной реализации бизнес-процессов время. По сути своей, смысл управления знаниями заключается в том, чтобы помочь людям лучше работать вместе, используя растущие ресурсы знаний и эффективно управляя ими. Результатом успешно работающей системы управления знаниями, как это уже отмечалось ранее, должна стать знающая, самообучающаяся и развивающаяся организация.

Достижение столь очевидной и кажущейся простой цели на практике сталкивается с рядом серьезных препятствий объективного характера. На пути эффективного накопления, распространения, совместного и повторного использования знаний возникает ряд естественных барьеров, схематически представленных на рис. 2.5.

---

<sup>7</sup> А.Ф. Тузовский, С.В. Чириков, В.З. Ямпольский. Системы управления знаниями (методы и технологии).

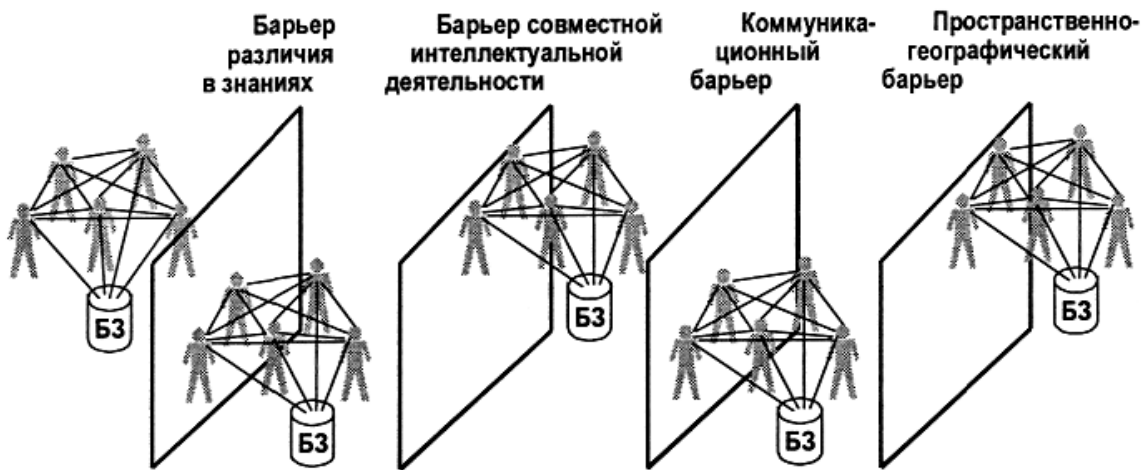


Рис. 2.5. Барьеры на пути совместной интеллектуальной деятельности

Прежде всего, это барьер существенных различий в объемах и уровнях знаний людей, который, по понятным причинам, носит латентный характер. За ним следует барьер готовности личностей и групп к совместной интеллектуальной деятельности. Серьезным препятствием является и коммуникационный барьер, без преодоления которого невозможен оперативный обмен и распространение разных форм и видов знаний даже в пределах группы, не говоря уже об организации в целом. Наконец, пространственно-географический барьер, вызванный взаимной удаленностью мест приложения труда в современных крупных вертикально или как-то иначе интегрированных компаниях, не говоря уже о транснациональных корпорациях.

Для преодоления перечисленных барьеров и достижения желаемых целей корпоративные СУЗ должны, очевидно, удовлетворять ряду требований, а именно:

- обеспечивать систематизированное описание, классификацию и агрегацию знаний;
- обеспечивать фиксацию и хранение явных и неявных знаний;
- обеспечивать накопление и обновление знаний, доступ к ним работников компании со своих рабочих мест;
- обеспечивать распространение знаний в соответствии с установленным регламентом (кому, что, когда) и по запросам;
- обеспечивать разведку знаний, семантический поиск и навигацию по знаниям;
- поддерживать в компании язык профессионального общения (состоящий из терминов, понятий, связей и отношений между ними, соединяющий с помощью метаописаний информационные ресурсы с понятиями онтологии (см. *Модели представления знаний*));



- поддерживать широкий спектр средств (среду) для профессионального общения и обмена знаниями между специалистами, экспертами, командами, проектными группами и сообществами по интересам;
- обеспечивать хранение и обновление профилей компетентности специалистов компании, поддерживать процессы экспертизы и консультирования;
- содействовать интенсификации процесса генерации новых идей, их апробации и использованию в бизнес-процессах;
- обеспечивать поддержку процесса принятия решений;
- система должна быть прозрачной для пользователей, то есть не должна создавать дополнительных трудностей во взаимодействии с СУЗ, отличных от взаимодействия с информационной системой компании.

СУЗ существенно отличается от ИС организации:

**Предназначение ИС** – эффективное хранение, обработка и предоставление пользователям по регламенту или запросу искомой информации.

**Предназначение СУЗ** – увеличение объема и повышение уровня использования знаний организации за счет их эффективного поиска и фильтрации, включения в коллективную память компании профессиональных знаний и опыта, в том числе хранящегося в головах специалистов.

Информационная система рассматривает специалиста как функционера, то есть как человека, выполняющего определенную функцию, которую она (система) обязана информационно обеспечить. СУЗ рассматривает специалиста как основной источник знаний, которому она (СУЗ) обязана оказывать помощь в предоставлении недостающих знаний, в использовании имеющихся знаний в процессе генерации идей и решении задач, а также в создании новых знаний.

То есть СУЗ должна быть тесно связана со специалистами организации и обеспечивать их всеми видами знаний, как имеющимися в организации, так и за ее пределами с помощью интеллектуального интерфейса к глобальным базам и банкам знаний. По сути, СУЗ должна предоставить сотрудникам организации возможность более быстрого и качественного выполнения их работы со знаниями в бизнес-процессах, в которых они участвуют в соответствии со своими обязанностями.

Новые, отличные от информационной системы, возможности в оперировании знаниями у СУЗ появляются главным образом потому, что она предоставляет специалистам компании широкий набор средств, эффективную среду для профессионального общения на более высоком уровне – на уровне моделирования бизнес-процессов с помощью теорий, концепций, достоверных знаниевых утверждений и представлений. Это достигается наличием в СУЗ языка профессионального общения, опирающегося на метаописания и онтологии предметных областей.

Ввиду относительной новизны проблематики, представления о структуре и составе элементов СУЗ не являются устоявшимся.

По одной из точек зрения СУЗ можно рассматривать как некоторую надстройку над современной ИС компании, развивающую ее функциональность не только в количественном, но и в качественном отношении.

Вариант архитектуры такой надстройки приведен на следующем рис. 2.6.

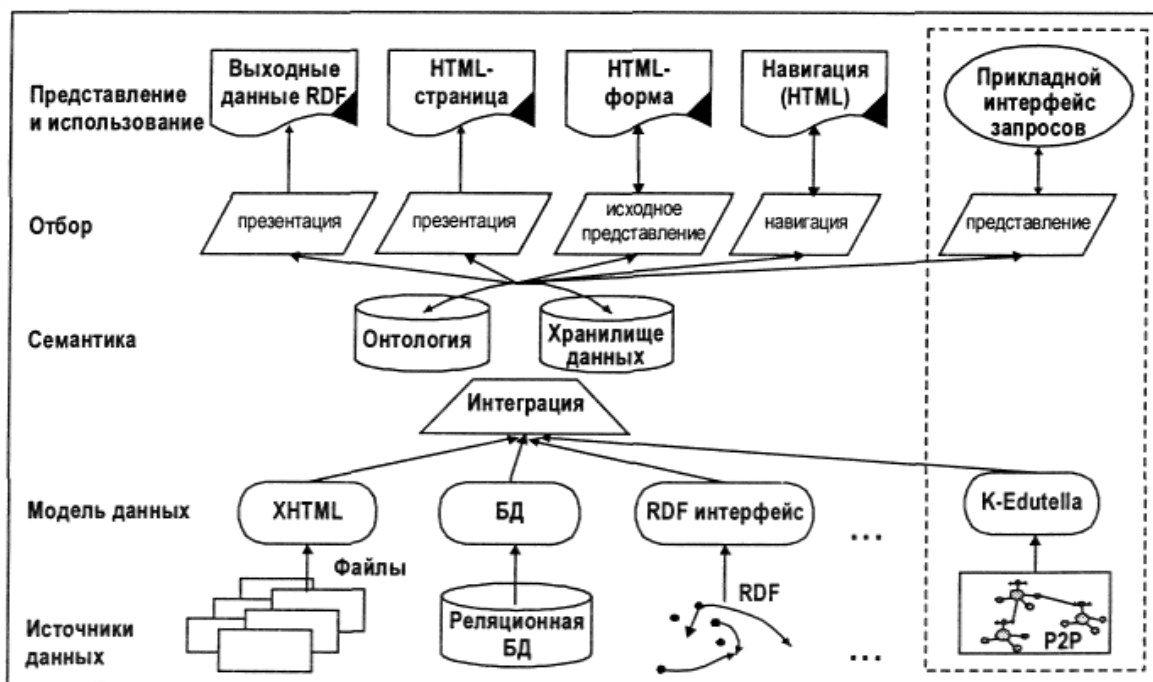


Рис. 2.6. Концептуальная архитектура системы SEAL

### **Модели представления знаний<sup>8</sup>**

Существует множество обстоятельств, которые затрудняют распространение и обмен знаниями между людьми, столь необходимыми для их систематического пополнения и накопления.

Но дело не только в том, что народы мира думают, говорят и пишут на разных языках. Многие проблемы в обмене и создании знаний связаны с неоднозначным или неадекватным восприятием смысла данных, информации, знаний различными участниками знаниевого процесса. Дело в том, что в цепи передачи знаний (рис. 2.6) отправитель и получатель знания зачастую пользуются различными представлениями, различной терминологией и понятийным аппаратом.

<sup>8</sup> А.Ф. Тузовский, С.В. Чириков, В.З. Ямпольский. Системы управления знаниями (методы и технологии).

Из-за различий в образовании и в предшествующем опыте они могут руководствоваться различными моделями деятельности и культурой мышления. Много неструктурированных и полуструктурированных информационных источников доступно в сети Web и на различных корпоративных порталах, основное содержание которых представлено на естественном языке в формате HTML. Эта информация не понимается Машиной, что приводит к множеству проблем при поиске необходимой информации.

Вследствие этих объективных обстоятельств весьма желательно, чтобы информация и знания были структурированы и описаны таким образом, чтобы получатель (пользователь) был способен понять и текст, и контекст (смысл) сообщения. В идеале, сообщение (знаниевая сущность) должна структурироваться таким образом, чтобы компьютер, а не только образованный человек был способен «понять» его. Под словом «понять» здесь имеется в виду, что компьютер будет способен обработать документ (знаниевую сущность) посредством использования известных ему правил с помощью некоторого логического языка, а также будет способен вывести новые факты и знания из данного документа.

Описанием знаний уже достаточно давно занимается такая дисциплина, как «Искусственный интеллект» (ИИ), а также такие ее разделы, как «Представление знаний» и «Инженерия знаний». Учитывая, что ИИ занимается работой со знаниями с 50-х годов, в данной дисциплине накоплен достаточно большой опыт в области представления (моделирования) знаний. В вопросе описания знаний дисциплина «Управления знаниями» имеет общие интересы с ИИ. У них общий объект исследования – знания, но цели его исследования в этих дисциплинах разные.

Цель ИИ заключается в создании моделей и методов работы со знаниями, которые позволят их использовать без участия (или почти без участия) человека. Например, в [17] дается следующее определение: «ИИ можно определить как область компьютерной науки, занимающейся автоматизацией разумного поведения».

Целью УЗ является организация эффективной работы со знаниями (повышение эффективности процессов преобразования знаний на предприятии, создание, сбор, накопление, распространение, использование), при этом использование знаний выполняет человек, сотрудник организации. УЗ направлено на повышение эффективности создания, хранения и использования знаний, но не на замену человека компьютером. Наоборот, в УЗ считается, что единственным источником новых знаний и основным их потребителем является человек (специалист).

В настоящее время существуют и развиваются разные методы представления и описания знаний, например, такие, как: продукционные модели, семантические сети, фреймы, онтологии.

**Продукционная модель** или модель, основанная на правилах, позволяет представлять знания в виде предположения типа «if – then»: если (условие), то (действие). Под «условием» понимается некоторое предложение – образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под «действием» – выполняемые в результате успешного поиска действия.

Продукционные модели чаще всего применяются в промышленных экспертных системах при фиксации совокупности правил поведения персонала в некотором множестве ситуаций.

**Семантическая сеть** означает «смысловая» сеть, а, собственно, семантика – это наука, устанавливающая отношения между символами и объектами, которые они обозначают. Иначе говоря, семантика – это наука, определяющая смысл знаков [17].

По своей структуре семантическая сеть – это ориентированный граф, вершины которого – понятия, а дуги – отношения между ними. Характерной особенностью семантических сетей является наличие трех типов отношений:

- отношение класс – элемент класса;
- отношение свойство – значение свойства;
- отношение фрагмент – элемент класса.

Чаще всего в семантических сетях используются следующие отношения:

- связи типа часть – целое (например, элемент – класс);
- функциональные связи (определяются глаголами типа «производит», «влияет»...);
- количественные отношения (больше, меньше, равно);
- пространственные отношения (далеко от, близко от...);
- временные отношения (раньше, позже, в течение ...);
- атрибутивные связи (иметь свойство, иметь значение);
- логические связи (И, ИЛИ, НЕ);
- лингвистические связи и др.

На рис. 2.7 показана семантическая сеть, графически представляющая базу знаний о птицах и самолетах. Линии указывают на отношения между узлами, содержащими информацию. Например, глядя на рисунок, можно сказать, что узел «двигатель» связан с узлом «бензин» отношением «использует», т. е. двигатель использует бензин.

### **Фреймовая модель**

Термин **фрейм** (от английского frame, что означает «каркас» или «рамка») был предложен Марвином Минским, одним из пионеров ИИ, в 70-е годы для обозначения структуры знаний для восприятия пространственных сцен. Эта модель, как и семантическая сеть, имеет глубокое психологическое обоснование.



фрейма является достаточно универсальной, поскольку позволяет отобразить все многообразие знаний о мире через:

- *фреймы-структуры*, использующиеся для обозначения объектов и понятий (заем, залог, вексель);
- *фреймы-роли* (менеджер, кассир, клиент);
- *фреймы-сценарии* (банкротство, собрание акционеров, празднование именин);
- *фреймы-ситуации* (тревога, авария, рабочий режим устройства) и др.

Важнейшим свойством теории фреймов является заимствование из теории семантических сетей – так называемое *наследование свойств*. И во фреймах, и в семантических сетях наследование происходит по *АКО-связям* (*A-Kind-Of* = это). Слот АКО указывает на фрейм более высокого уровня иерархии, откуда неявно наследуются, то есть переносятся, значения аналогичных слотов.

Например, в сети фреймов на следующем рисунке понятие «ученик» наследует свойства фреймов «ребенок» и «человек», которые находятся на более высоком уровне иерархии. Так, на вопрос «любят ли ученики сладкое» следует ответ «да», так как этим свойством обладают все дети, что указано во фрейме «ребенок». Наследование свойств может быть частичным, так как возраст для учеников не наследуется из фрейма «ребенок», поскольку указан явно в своем собственном фрейме.

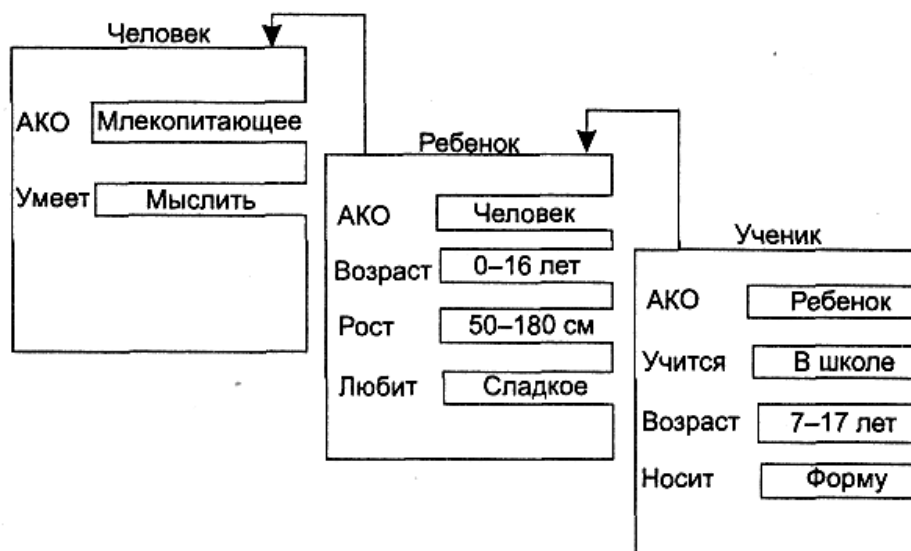


Рис. 2.8. Сеть фреймов

Основным преимуществом фреймов как модели представления знаний является то, что она отражает концептуальную основу организации памяти человека, а также ее гибкость и наглядность.

В последние десятилетия в качестве наиболее перспективной модели представления знаний рассматриваются **онтологии**.

**Онтология** (от древнегреч. онтос – сущее, логос – учение, понятие) – термин, определяющий учение о сущем, бытии, в отличие от гносеологии – учение о познании. В философском смысле, а этот термин заимствован из философии, онтология есть определенная система категорий, являющихся следствием определенных взглядов на мир.

Термин «онтология» был использован рядом исследовательских сообществ по ИИ вначале в области инженерии знаний, в обработке естественных языков, а затем в представлении знаний. В конце 1990-х годов понятие онтологии также стало широко использоваться в таких областях, как интеллектуальная интеграция информации, поиск информации в Интернет и управление знаниями. Позже онтологии стали рассматриваться в качестве ключевого элемента в проекте *Семантической Сети* – нового этапа развития сети WWW (Word Wide Web). Если существующая Web-сеть – это огромное множество документов, которые связаны перекрестными ссылками, то создаваемая Семантическая Сеть должна добавить к существующей сети множество онтологии и метаописаний знаний, содержащихся в документах Web-сети (включая стандарты и программные инструменты) [18].

Онтологии были разработаны для облегчения *обмена и повторного использования знаний*. Они являются по существу формальными словарями, совместно используемыми группами специалистов, работающих в конкретных (возможно, и весьма широких) прикладных областях.

Определение онтологии, которым руководствуются многие исследователи в данной области, было дано в [19].

«Онтология – это формальное, явное, точное определение (спецификация) совместно используемой концептуализации». *Концептуализацией* именуется абстрактное упрощенное представление мира, которое формируется для некоторых целей. Онтология является *точным определением (спецификацией)* потому, что она представляет концептуализацию в конкретной форме. Она является *явной*, потому что все используемые в ней ограничения явно определены. Слово *формальная* означает, что онтология должна пониматься машиной. Слово *совместно используемая* указывает на то, что онтология содержит согласованные знания.

Рабочим и более приближенным к управлению знаниями можно признать определение, приведенное в [23]: «Онтология – это базы знаний специального типа, которые могут «читаться» и пониматься, отчуждаться от их разработчика и/или физически разделяться их пользователями».

Онтология состоит из терминов, организованных в таксономию, их определений, атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода.

Онтология, таким образом, соединяет человеческое и компьютерное понимание символов. Эти символы, также называемые терминами (точными определениями понятий), могут интерпретироваться как людьми, так и машинами. Термин понятен для человека, так как это слово, написанное на естественном языке. Понятны человеку и связи между терминами типа «суперпонятие – подпонятие» (род – вид), обычно обозначаемые как *is-a* (являться). Эта связь обозначает тот факт, что одно понятие (субпонятие) является более общим, чем другое (подпонятие).

В качестве примера возьмем такое понятие, как компьютер, которое является менее общим, чем понятие машина (автомобиль, трактор, танк и т. д.). На следующем рисунке показан пример иерархии (таксономии), где более общие понятия расположены выше менее общих (специализированных) понятий.

Используя даже столь простые связи, можно сделать ряд выводов. В частности, можно утверждать, что корпус (подпонятие) может принадлежать суперпонятиям компьютер и автомобиль. Этот вывод может быть сделан как людьми, так и компьютером. Причем человек делает этот вывод из практики, а компьютер – из формального описания приведенной схемы связей.

Понятия описывают набор объектов реального мира. Связи фиксируют отношения между ними. Компьютер, не имея человеческого «понимания», обрабатывает кодированные представления понятия и связей между объектами и, таким образом, способен сделать аналогичные выводы, что и человек на основе логических рассуждений.

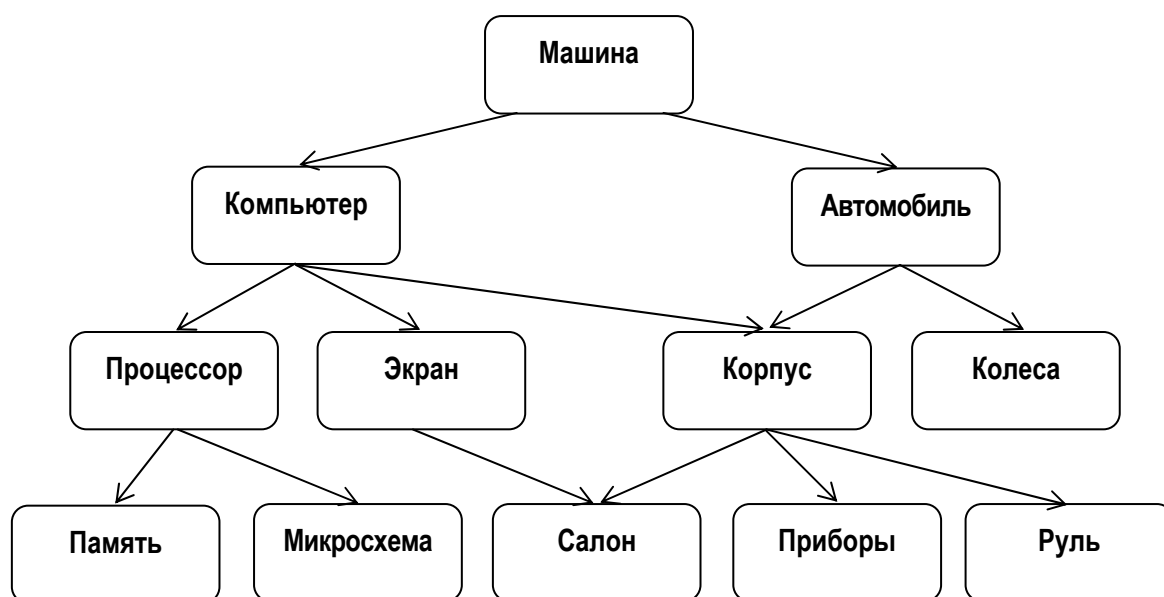


Рис. 2.9. Пример иерархии (таксономии)



Дополнительную информацию об управлении знаниями и экспертных системах можно получить в учебном пособии В.Г. Спицин, Ю.Р. Цой, Представление знаний в информационных системах, учебное пособие, изд.-во ТПУ, 2006 г., 153 стр.

### 2.3.3. Телекоммуникационные технологии

#### 2.3.3.1. Параллельный доступ к данным (клиент-серверная и файл-серверная технологии, транзакции)

Телекоммуникационные технологии связаны с повсеместным использованием корпоративных и глобальных вычислительных сетей, что порождает проблемы параллельной (одновременной) работы многих пользователей и стремление повышения надежности и эффективности работы информационных систем за счет распределения данных и процессов их обработки между узлами сети.

#### Сетевые технологии в концепции БД

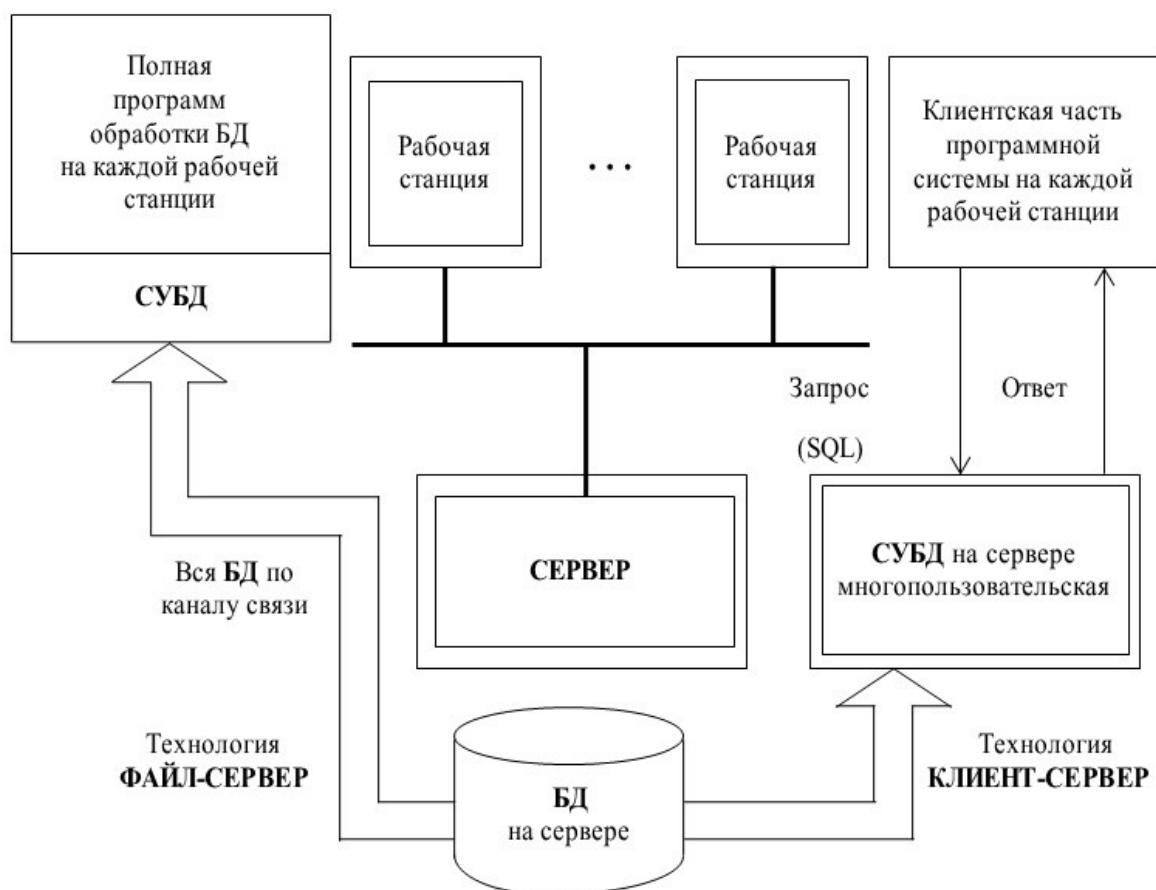


Рис. 2.10. Серверные технологии работы с БД

Проблема одновременной (параллельной) работы пользователей с одной БД, прежде всего (изначально) связывается с реализацией файл-серверной и клиент-серверной технологиями удаленной работы с БД.

В обоих случаях сетевая технология с выделением в сети сервера – специального компьютера с большой памятью, где размещается БД, но со следующими особенностями.

### 1. Технология файл-сервер

1.1. Для рабочей станции сервер это **как бы** спец. диск, дополнительный к линейке *A* (дискета), *C* (винчестер на ПК), *D* (2-й винчестер на ПК или 2-я часть), *E* – CD диск, ***S* – сервер с БД**

1.2. На рабочей станции программное обеспечение СУБД и работающая в её среде программа, обращающаяся к данным БД, т. е. к диску *S*.

В технологии **файл-сервер** на рабочей станции и на сервере имеем следующую организацию.

ОС *ус* и ОС *уд* – составляющие операционной системы – управление сетью и управление данными.

При обращении программы к данным БД сервера **вся** БД передается **по сети** на рабочую станцию, где и осуществляется обработка (как правило, отбор необходимой информации из большой БД). В итоге, кроме того, что рабочая станция д. б. достаточно мощным ПК (СУБД там работает) происходит **перегрузка сети** (передача большого числа записей БД на каждую рабочую станцию).

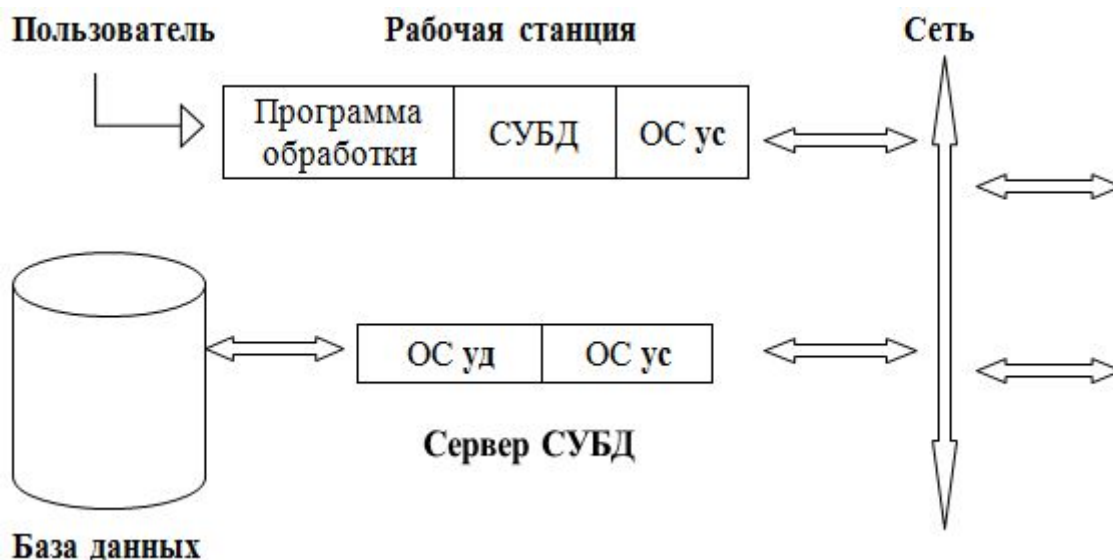


Рис. 2.11. Файл-серверная технология

### 2. Технология клиент-сервер

2.1. Программа на рабочей станции (клиентская часть) обращается к БД (к SQL-серверу) с запросом, как правило на языке SQL – это м. б. несколько десятков строк.

2.2. Выборка данных осуществляется **на мощной машине сервера** с помощью серверной части – программы СУБД (MS SQL, MySQL и др.) и возвращается ответ – м. б. один или несколько экранов.

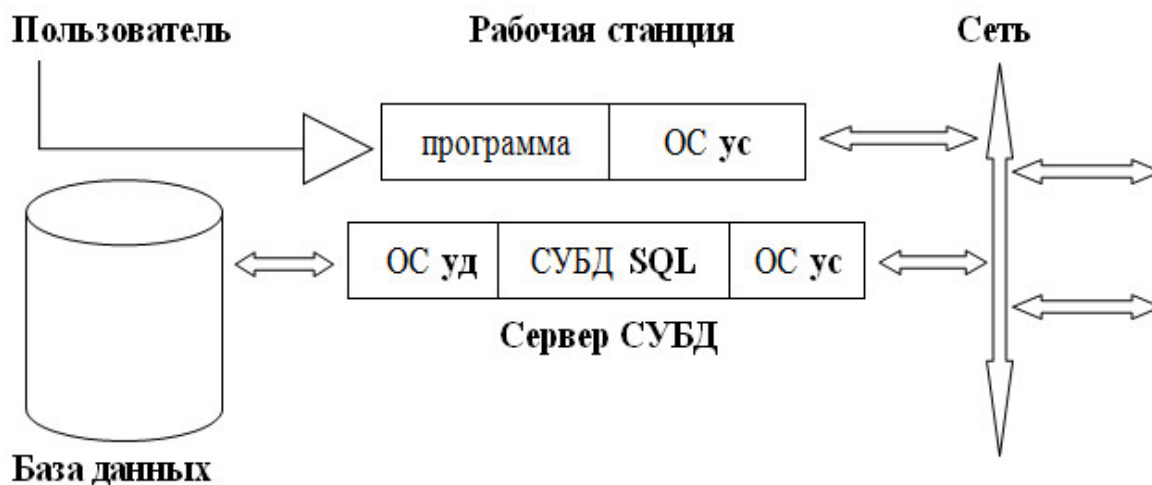


Рис. 2.12. Клиент-серверная технология («толстый клиент»)

СУБД SQL – СУБД, реализующая SQL процедуры над реляционными таблицами БД

При стандартной технологии клиент-сервер **основная обработка осуществляется на сервере** (как правило – SQL-сервер) – все, что можно «выжать» из SQL – делается на мощной машине сервера, на рабочей станции лишь дополнительная обработка результатов работы SQL процедуры на сервере. Такой вариант технологии клиент-сервер получил название «толстый клиент» из за значительной обработки на рабочей станции.

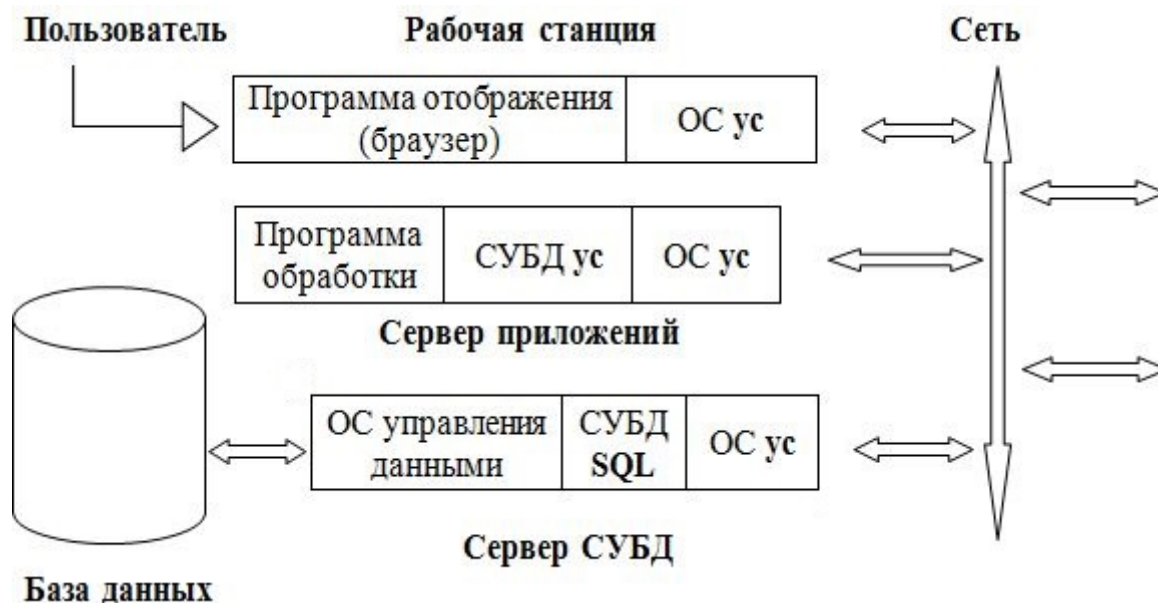


Рис. 2.13. Трех уровневая клиент-серверная технология («тонкий клиент»)

Если приложение сложное, не может быть реализовано только с помощью SQL, но является много пользовательским (одно приложение-алгоритм для многих, возможно одновременно работающих пользователей), то создается еще один, общий для всех рабочих станций 3-й уровень – сервер приложений (Application Server).

В этом случае еще в большей степени снижается нагрузка на сеть и рабочие станции, вплоть до использования на рабочей станции только браузера. Поэтому такой вариант технологии клиент-сервер получил название «тонкий клиент».

### 2.3.3.2. Параллельный доступ к данным

Работа с БД в части актуализации (корректировки) хранимых данных связана с той особенностью, что конкретное обновление выполняется в виде нескольких, последовательно выполняемых операций.

Простейший пример.

**Замена значения некоторого атрибута для определенного объекта** заключается в следующем.

1. Поиск и выборка из БД требуемой записи.
2. Изменение значения атрибута в выбранной записи.
3. Замена записи в БД. В большинстве случаев замена записи осуществляется в виде 2-х операций.
  - 3.1. Удаление старой.
  - 3.2. Включение новой.

Если между этими операциями возникла аварийная ситуация (переполнение памяти, выключение питания, выход из строя технического устройства и т. п.), то в БД могут оказаться не корректные значения данных.

Более сложный пример. Учет покупок в магазине.

В этом случае необходимо:

- в **файле товаров** *найти* требуемые покупателем товары,
- *удалить* (или изменить) записи о наличии товара,
- в **файле расходов** *учесть стоимость* товаров (вычесть соответствующе суммы),
- в **файл закупок** *добавить* выбранные покупателем товары и *просуммировать стоимость* закупки.

Здесь выполнение всех операций осуществляется целой программой.

В том и другом случае БД остается в корректном (согласованном) состоянии только **при успешном завершении всех операций**.

Если какая либо операция не завершена успешно, то необходимо отменить результаты всех предшествующих, иначе состояние БД будет не корректным (не согласованным).

Последовательность операций, производимых на БД и переводящих её (базу данных) из одного непротиворечивого (согласованного) состояния в другое не противоречивого (согласованного) состояния назвали *транзакцией*.

Для обеспечения возможности управления выполнением транзакции необходимо отметить её начало и окончание.

В стандарте ANSI/ISO SQL началом транзакции считается первый оператор SQL, изменяющий текущее состояние БД (Insert, Update, Delete).

В большинстве СУБД явным оператором начала выполнения транзакции является BEGIN TRANSACTION.

Завершение транзакции практически для всех СУБД идентифицируется операторами COMMIT (COMMIT TRANSACTION) – удачное завершение и ROLLBACK (ROLLBACK TRANSACTION) – не удачное завершение (оператор отката в исходное состояние).

Для восстановления состояния на начало выполнения транзакции используется журнал изменений базы данных (журнал транзакций). Обычно в процессе выполнения транзакции все изменения заносятся в журнал (не в БД) и в случае её удачного завершения (по оператору COMMIT) производится собственно актуализация БД.

Для сложных транзакций могут использоваться точки сохранения и операторы SAVE TRANSACTION *A*, где *A* – идентификатор точки сохранения, а откат может осуществиться в эту точку по оператору ROLLBACK *A*.

При одновременном (параллельном) доступе нескольких приложений (запросов пользователей) могут возникнуть проблемные ситуации и при успешном завершении их транзакций.

При обработке даже правильно составленных транзакций могут возникнуть ситуации, которые приведут к получению неправильного результата из-за взаимных помех среди некоторых транзакций. При этом вносящая помеху транзакция сама по себе может быть правильной. Неправильный конечный результат возникает по причине бесконтрольного *чередования* операций из двух правильных транзакций.

Основные проблемы, возникающие при параллельной обработке транзакций следующие:

- Проблема *потери результатов обновления*.
  - Проблема *незафиксированной зависимости*.
  - Проблема *несовместимого анализа*.
1. Проблема *потери результатов обновления*.

Рассмотрим ситуацию, показанную на рис. 2.14 в такой интерпретации: транзакция *A* извлекает некоторый кортеж *p* в момент времени *t1*, транзакция *B* извлекает кортеж *p* в момент времени *t2*, транзакция *A* об-

новляет кортеж  $p$  (на основе значений, полученных в момент времени  $t1$ ) в момент времени  $t3$ .

Например, в некоторой таблице в каждой записи есть сведения о суммарном рейтинге студента по всем дисциплинам. Преподаватели обновляют суммарный рейтинг, добавляя свою составляющую в кортеж  $p$ .

Транзакция A	Время	Транзакция B
-		-
Извлечение кортежа $p$	$t1$	-
-		-
-	$t2$	Извлечение кортежа $p$
-		-
Обновление кортежа $p$	$t3$	-
-		-
-	$t4$	Обновление кортежа $p$
-	↓	-

Рис. 2.14. Проблема потери результатов обновлений

Транзакция B обновляет тот же кортеж  $p$  (на основе значений, полученных в момент времени  $t2$ , которые имеют те же значения, что и в момент времени  $t1$ ) в момент времени  $t4$ . Однако результат операции обновления, выполненной транзакцией A, будет утерян, поскольку в момент времени  $t4$  она не будет учтена и потому будет «отменена» операцией обновления, выполненной транзакцией B.

## 2. Проблема незафиксированной зависимости.

Проблема незафиксированной зависимости появляется, если с помощью некоторой транзакции осуществляется извлечение (или, что еще хуже, обновление) некоторого кортежа, который в данный момент обновляется другой транзакцией, но это обновление еще не закончено.

Транзакция A становится зависимой от невыполненного изменения в момент времени  $t2$ .

Транзакция A	Время	Транзакция B
-		-
-	$t1$	Обновление кортежа $p$
-		-
Извлечение кортежа $p$	$t2$	-
-		-
-	$t3$	Отмена выполнения транзакции (ROLLBACK)
-	↓	-

Рис. 2.15. Проблема незафиксированной зависимости (пример 1)

В этом примере транзакция  $A$  в момент времени  $t_2$  встречается с обновленным кортежем  $p$ . Затем это обновление отменяется в момент времени  $t_3$ . Таким образом, транзакция  $A$  выполняется на основе фальшивого предположения, что кортеж  $p$  имеет некоторое значение в момент времени  $t_2$ , тогда как на самом деле он имеет некоторое значение, существовавшее еще в момент времени  $t_1$ . В итоге после выполнения транзакции  $A$  будет получен неверный результат. Кроме того, следует обратить внимание на то, что отмена выполнения транзакции  $B$  может произойти не по вине транзакции  $B$ , а, например, в результате сбоя системы.

Пример, приведенный на рис. 2.16, иллюстрирует более сложный случай. Не только транзакция  $A$  становится зависимой от изменения, не выполненного в момент времени  $t_2$ , но также в момент времени  $t_3$  фактически утрачивается результат обновления, поскольку отмена выполнения транзакции  $B$  в момент времени  $t_3$  приводит к восстановлению кортежа  $p$  к исходному значению в момент времени  $t_1$ . Это еще один вариант проблемы потери результатов обновления.

Транзакция $A$	время	Транзакция $B$
–		–
–	$t_1$	Обновление кортежа $p$
–		–
Обновление кортежа $p$	$t_2$	–
		–
–	$t_3$	<b>ROLLBACK</b> – отмена выполнения транзакции
–	↓	–

Рис. 2.16. Проблема незафиксированной зависимости (пример 2)

Транзакция  $A$  обновляет невыполненное изменение в момент времени  $t_2$ , и результаты этого обновления утрачиваются в момент времени  $t_3$ .

### 3. Проблема несовместимого анализа.

На рис. 2.17 показаны транзакции  $A$  и  $B$ , которые выполняются для кортежей со счетами. При этом транзакция  $A$  суммирует значения 3-х счетов, а транзакция  $B$  производит перевод суммы 10 со счета 3 на 1-й счет.

Транзакция А	Время	Транзакция В
–		–
Извлечение кортежа Счет 1 Sum = 0 + Счет 1	$t_1$ –	–
–	$t_2$	Извлечение кортежа Счет 3
–	–	Счет 3 = Счет 3 – 10
Извлечение кортежа Счет 2 Sum = Sum + Счет 2	$t_3$ –	–
–	$t_4$	Извлечение кортежа Счет 1
–	–	Счет 1 = Счет 1 + 10
Извлечение кортежа Счет 3 Sum = Sum + Счет 3	$t_5$ –	–
–	$t_6$	COMMIT – успешное завершение транзакции
COMMIT – успешное завершение транзакции	$t_7$	

Рис. 2.17а. Проблема несовместимого анализа (общий вид)

Пусть исходные средства на счетах: Счет 1 = 40 Счет 2 = 50 Счет 3 = 30  
Sum = 0. После суммирования должно быть  $S = 40 + 50 + 30 = 120$

Транзакция А	Время	Транзакция В
–		–
Извлечение кортежа Счет 1 Sum = 0 + 40	$t_1$ –	–
–	$t_2$	Извлечение кортежа Счет 3
–	–	Счет 3 = 30 – 10 = 20
Извлечение кортежа Счет 2 Sum = 40 + 50 = 90	$t_3$ –	–
–	$t_4$	Извлечение кортежа Счет 1
–	–	Счет 1 = 40 + 10 = 50
Извлечение кортежа Счет 3 Sum = 90 + 20 = 110	$t_5$ –	–
–	$t_6$	COMMIT – успешное завершение транзакции
COMMIT – успешное завершение транзакции но вместо 120 Sum = 110	$t_7$	

Рис. 2.17б. Проблема несовместимого анализа (конкретный результат)

Транзакция А выполнила несовместимый анализ

В таком случае говорят, что транзакция А встретила с несовместимым состоянием и на его основе был выполнен несовместимый анализ. Обратите внимание на следующее различие между этим примером



и предыдущим: здесь не идет речь о зависимости транзакции *A* от транзакции *B*, так как транзакция *B* выполнила все обновления до того, как транзакция *A* извлекла СЧЕТ.

Для обеспечения преодоления проблем параллельного выполнения транзакций необходимо, чтобы транзакция (*T*) обладала 4 основными свойствами (ACID)

**Неразрывность (атомарность – Atomicity)** – «всё или ничего» – любая *T* представляет собой неделимую единицу работы, которая может быть выполнена либо вся целиком, либо не выполнена вообще

**Согласованность (Consistency)** – каждая *T* переводит БД из одного согласованного (корректного) состояния в другое согласованное состояние. Необходимо отличать не согласованность, возникшую из-за некорректного параллельного выполнения *T*, от некорректного обновления, связанного с ошибкой в алгоритме программы.

**Изолированность (Isolation)** – все *T* выполняются не зависимо друг от друга, т. е. промежуточные результаты не завершенной *T* не должны быть доступны для других *T*.

**Устойчивость (Durability)** – результаты успешно завершенной *T* должны храниться в БД и не должны быть утеряны в результате последующих сбоев (возможность восстановления)

Для поддержания согласованного состояния данных СУБД (и программисты) должны обеспечить синхронизацию доступа. Синхронизация достигается путем применения алгоритмов управления одновременным доступом, которые должны обеспечивать:

- свойство **сериализуемости**, требующее, чтобы эффект множества одновременно выполняемых транзакций был эквивалентен эффекту от их последовательного выполнения.
- свойство **изолированности** выполнения транзакций, заключающееся в том, что результат транзакции не может зависеть (т. е. изолирован) от других параллельно выполняемых транзакций.

Простейший алгоритм – при выполнении одной транзакции осуществляется полная блокировка работы с БД. Т. е. в каждый момент времени может выполняться только одна *T*, предыдущая *T* обязательно д. б. зафиксирована (завершена успешно или осуществлен откат) – **последовательный график** выполнения *T*.

Однако некоторые транзакции могут либо полностью не зависеть друг от друга (например, осуществляют только чтение) или работают с различными частями базы данных (факультеты работают каждый со «своей» информацией).

Наиболее популярные алгоритмы управления одновременным доступом основаны на механизме блокировок. В такой схеме всякий раз,

когда транзакция пытается получить доступ к какой-либо единице памяти (как правило, странице – 2048 или 4096 байт), на эту единицу накладывается **блокировка в одном из режимов – разделяемом или исключительном**. Алгоритмы управления одновременным доступом основываются на применении **блокировок**.

**Блокировка** это процедура, которая запускается при предоставлении доступа  $T$  к некоторым элементам данных и устанавливает запрет на доступ к этим элементам данных всем другим  $T$ . Элементом м. б. база данных в целом, под база, файл, запись, группа (список) атрибутов или даже отдельный атрибут в зависимости от способности СУБД.

Основные виды блокировок – разделяемая и исключительная.

**Разделяемая блокировка** – когда в  $T$  разрешается выполнять только чтение элемента данных.

**Исключительная** (не разделяемая) **блокировка** – когда в  $T$  разрешается выполнять как чтение, так и запись элемента данных.

Блокировки накладываются в соответствии с правилами совместности блокировок, исключающими конфликты чтение-запись, запись-чтение и запись-запись.

- Существует теорема, что **сериализуемость** транзакций заведомо гарантируется (напомним, свойство **сериализуемости** – эффект множества одновременно выполняемых транзакций эквивалентен эффекту от их последовательного выполнения), если блокировки, относящиеся к одновременно выполняемым транзакциям, удовлетворяют правилу: «Ни одна блокировка от имени какой-либо транзакции не должна устанавливаться, пока не будет снята ранее установленная блокировка». Это правило известно под названием **двухфазового блокирования** (транзакция сначала устанавливает блокировки, а потом блокировки снимает). Другими словами, если  $T$  установила несколько блокировок и сняла хотя бы одну из них, то установка новых блокировок в этой  $T$  невозможна, пока не будут сняты **все** ранее установленные в ней блокировки.

Еще говорят, что в  $T$  есть **фаза расширения**, когда устанавливаются все необходимые блокировки (не обязательно одновременно) и **фаза сужения**, когда снимаются все установленные блокировки.

Еще один способ управления параллельной обработкой заключается в установлении такого графика (последовательности операций чтения и записи в  $T$ ) выполнения  $T$ , при котором снимаются проблемы взаимовлияния  $T$ .

Так, если в ранее приведенном примере в  $A$  поменять местами извлечение кортежей (и суммирование) Счета 2 и Счета 3, а в  $B$  – извлечение кортежей (и изменение значений) Счета 3 и 1, то результат будет корректным. Это уже задача программистов.

Транзакция А	Время	Транзакция В
-		-
Извлечение кортежа Счет 1	$t_1$	-
Sum = 0 + 40	-	-
-	$t_2$	Извлечение кортежа Счет 3
-	-	Счет 3 = 30 – 10 = 20
Извлечение кортежа Счет 2	$t_3$	-
Sum = 40 + 50 = 90	-	-
-	$t_4$	Извлечение кортежа Счет 1
-	-	Счет 1 = 40 + 10 = 50
Извлечение кортежа Счет 3	$t_5$	-
Sum = 90 + 20 = 110	-	-
-	$t_6$	COMMIT – успешное завершение транзакции
COMMIT – успешное завершение транзакции но вместо 120 Sum=110	$t_7$	

Рис. 2.18. Проблема несовместимого анализа (измененный вариант)

Для распределенных СУБД те же задачи переносятся на распределенную среду: транзакции могут выполняться на нескольких узлах, где располагаются необходимые данные. Выполнение множества распределенных транзакций сериализуемо (свойство глобальной сериализуемостью) тогда и только тогда, когда:

- выполнение этого множества транзакций сериализуемо на каждом узле;
- упорядочение транзакций на всех узлах одинаково.

#### 2.4.3.2. Распределенная база данных (Distributed DataBase -DDB) и распределенная обработка

Под распределенной обработкой обычно подразумевают базу данных, включающую фрагменты из нескольких баз данных, которые располагаются на различных узлах сети компьютеров, и, возможно управляются различными СУБД.

Распределенная база данных выглядит с точки зрения пользователей и прикладных программ как обычная локальная база данных. В этом смысле слово «распределенная» отражает способ организации базы данных, но не внешнюю ее характеристику («распределенность» базы данных невидима извне).

**Распределенная БД** – набор логически связанных между собой, но физически распределенных на компьютерной сети подбаз данных.

**Распределенная СУБД** – программный комплекс, обеспечивающий управление распределенными данными так, как будто бы это единая БД (прозрачный доступ пользователей)

Способы разделения логической БД:

- **Горизонтальная фрагментация** – разделение логической БД на фрагменты с одинаковой схемой, но с различным составом записей. Другими словами – разделение логической БД в соответствии с операцией **селекция**. Тогда объединение фрагментов в единую БД м. б. осуществлено с помощью операции **объединение**.

Пример горизонтальной фрагментации. Информация об успеваемости студентов физически организуется на серверах факультетов но в соответствии с единой схемой (одно и то же описание структуры – схема).

**Вертикальная фрагментация** – разделение логической БД на фрагменты по подмножеству атрибутов. Другими словами – разделение логической БД в соответствии с операцией **проекция**. Тогда объединение фрагментов в единую БД может осуществиться в соответствии с операцией **соединение**.

**Примеры вертикальной фрагментации.**

1. Кадровая информация о сотрудниках, актуализируемая работниками отдела кадров на центральном сервере, информация о военно-обязанных актуализируется работниками 2-го отдела на автономном сервере.
2. Таблицы, содержащие информацию о до вузовской информации о студентах (от приемной компании) и таблицы, отражающие результаты учебы в деканатах.

В обоих случаях возможно разделение:

- без дублирования записей и атрибутов соответственно – **не реплицированная** горизонтальная и вертикальная фрагментации;
- с дублируемыми записями или атрибутами – **реплицированная** горизонтальная и вертикальная фрагментации.

Пример. Часть кадровой информации на центральном узле и на факультетском (2 источника изменений – прав на изменение). Строго говоря, при вертикальной фрагментации всегда должно быть частичное дублирование для обеспечения связи таблиц с помощью операции **соединение**. Ранее мы говорили и о возможности полного дублирования в интересах защиты от разрушения и повышения эффективности обработки. На практике имеет место комбинированный подход.

Еще два подхода к распределенному хранению и обработке данных:

- Единая СУБД для всех узлов хранения.
- В каждом узле хранения своя СУБД + специальные средства управления доступом над различными СУБД

Средства интеграции различных СУБД:

- стандартизованный SQL;
  - система драйверов к БД различных форматов (типа ODBC).
- Плюсы распределенной обработки:
1. Возможность обработки удаленных БД – основное.
  2. Возможность локальной автономии – автономная обработка БД, хранимой на сервере локальной сети узла.
  3. Надежность:
    - при проблемах в частях сети;
    - защита от катастрофического разрушения (при наличии **репликаций** – копий фрагментов БД).
  4. Прозрачность – не зависимость от варианта сегментации.
  5. Возможность интеграции БД разнотипных СУБД.
  6. Возможность распределения сложных запросов
- Проблемы распределенной обработки:
1. Сложность организации.
  2. Проблемы параллелизма (одновременное выполнение запросов – транзакции).
  3. Согласование обновления репликаций.
  4. Необходимость оптимизации процесса выполнения запросов.

Дэйт определил 12 свойств или качеств идеальной DDB (**Distributed DataBase**):

1. **Локальная автономия** (local autonomy).
2. **Независимость узлов** (no reliance on central site).
3. **Непрерывность операции** (continuous operation).
4. **Прозрачность расположения** (location independence).
5. **Прозрачность фрагментации** (fragmentation independence).
6. **Прозрачность тиражирования** (replication independence).
7. **Обработка распределенных запросов** (distributed query processing).
8. **Обработка распределенных транзакций** (distributed transaction processing).
9. **Независимость от оборудования** (hardware independence).
10. **Независимость от операционных систем** (operating system independence).
11. **Прозрачность сети** (network independence).
12. **Независимость от баз данных** (database independence).

Дадим минимальные пояснения к этим определениям.

- **Локальная автономия**

Это качество означает, что управление данными на каждом из узлов распределенной системы выполняется локально. База данных, расположенная на одном из узлов, является неотъемлемым компонентом распределенной системы. Будучи фрагментом общего пространства данных, она, в то же время функционирует как полноценная локальная база данных; управление ею выполняется локально и независимо от других узлов системы.

- **Независимость от центрального узла**

В идеальной системе все узлы равноправны и независимы, а расположенные на них базы являются равноправными поставщиками данных в общее пространство данных. База данных на каждом из узлов самодостаточна – она включает полный собственный словарь данных и полностью защищена от несанкционированного доступа.

- **Непрерывные операции**

Это качество можно трактовать как возможность непрерывного доступа к данным (известное «24 часа в сутки, семь дней в неделю») в рамках DDB вне зависимости от их расположения и вне зависимости от операций, выполняемых на локальных узлах. Это качество можно выразить лозунгом «данные доступны всегда, а операции над ними выполняются непрерывно».

- **Прозрачность расположения**

Это свойство означает полную прозрачность расположения данных. Пользователь, обращающийся к DDB, ничего не должен знать о реальном, физическом размещении данных в узлах информационной системы. Все операции над данными выполняются без учета их местонахождения. Транспортировка запросов к базам данных осуществляется встроенными системными средствами.

- **Прозрачная фрагментация**

Это свойство трактуется как возможность распределенного (то есть на различных узлах) размещения данных, логически представляющих собой единое целое (рассмотрели ранее).

- **Прозрачность тиражирования**

Тиражирование данных (Data Replication – DR) – это асинхронный (в общем случае) процесс переноса изменений объектов исходной базы данных в базы, расположенные на других узлах распределенной системы. Прозрачность тиражирования означает возможность переноса изменений между базами данных средствами, невидимыми пользователю

распределенной системы. Данное свойство означает, что тиражирование (дублирование) возможно и достигается внутрисистемными средствами.

При рассмотрении вопроса защиты данных мы говорили о дублировании хранимых данных. Это также элементы простейшей распределенной обработки. Не просто создание копии, а параллельные доступ к копиям БД.

- **Обработка распределенных запросов**

Это свойство DDB трактуется как возможность выполнения операций выборки над распределенной базой данных, сформулированных в рамках обычного запроса на языке SQL. То есть операцию выборки из DDB можно сформулировать с помощью тех же языковых средств, что и операцию над локальной базой данных.

Многовариантность распределенной обработки позволяет пытаться найти наиболее эффективный вариант распределения запросов к БД (оптимизация распределенной обработки).

### ***Распределение процедур обработки***

Существуют два основных подхода:

- Обработка на компьютере-сервере локальной сети узла, откуда осуществлен запрос на обработку. Информация из других узлов пересылается на узел – источника запроса. Наиболее прост в реализации.
- Запрос декомпозируется на подзапросы, которые реализуются на удаленных узлах, результат пересылается на узел – источник запроса, где объединяется в единый файл и возможно обрабатывается дополнительно.

Очевидна аналогия с технологиями файл-сервер и клиент-сервер.

Можно утверждать, что технология клиент-сервер это простейший случай распределенной обработки.

Возможен и комбинированный вариант – запрос с одних узлов – обработка не на центральном, а на одном из локальных узлов, м. б. промежуточная обработка.

Пример распределенной обработки.

Пусть на центральном узле (**ЦУ**) хранится следующая информация

Личный номер	ФИО	Дата рождения	№ паспорта	Пол
--------------	-----	---------------	------------	-----

На серверах (узлах) факультетов (**УФ**) следующая информация

Личный номер	№ группы	Факультет	№ зач. книжки	Учебный год	Семестр	Дисциплина	Рейтинг по КТ	Оценка в сессию
--------------	----------	-----------	---------------	-------------	---------	------------	---------------	-----------------

Пусть в БД ЦУ хранится информация о 15 000 студентов, а в БД каждого из 15 УФ вуза хранится информация в среднем о 1000 студентах по 5 дисциплинам в семестре. Тогда в БД одного УФ  $1000 \times 5 = 5\ 000$  записей, а на всех узлах 50 000 записей. Задача – сформировать экзаменационные ведомости по всем дисциплинам семестра.

**Вариант 1. Основная обработка на узлах факультетов (УФ)**

На центральном узле (ЦУ):

- **проекция** по атрибутам *Личный номер (ЛН), ФИО*, необходимым для формирования ведомостей – 15 000 записей;
- **пересылка** результата проекции на УФ –  $15\ 000 \times 15 = 225\ 000$  записей.

На каждом УФ:

- **соединение** полученного с ЦУ файла с записями БД факультета –  $15\ 000 \times 5\ 000 = 75\ 000\ 000$  попыток соединения, 5 000 записей в результате;
- **проекция** по атрибутам, необходимым для ведомостей – 5 000 записей;
- **печать** ведомостей.

ИТОГО по варианту 1 с учетом 15 УФ

Пересылка по сети записей	<b>225 000</b>
Число попыток соединения	1 125 000 000 в результате 75 000
Проекция на числе записей (ЦУ+УФ)	<b>90 000</b>

**Вариант 2. Основная обработка на центральном узле (ЦУ)**

На каждом узле факультета (УФ):

- **проекция** по атрибутам, необходимым для ведомостей – 5 000 записей;
- **пересылка** результата на ЦУ – 5 000 записей;
- **печать** ведомостей.

На центральном узле (ЦУ):

- **соединение**, полученных с 15 УФ файлов с записями БД ЦУ –  $15\ 000 \times 5\ 000 \times 15 = 1\ 125\ 000\ 000$  попыток соединения в результате 75 000 записей в результате;
- **проекция** по атрибутам, необходимым для ведомостей – 75 000 записей;
- **пересылка** информации для печати ведомостей на УФ – 75 000 записей.



ИТОГО по варианту 2

Пересылка по сети (УФ+ЦУ)	<b>150 000</b>
Число попыток соединения	1 125 000 000 в результате 75 000
Проекция на числе записей (УФ+ЦУ)	<b>150 000</b>

Первый вариант предпочтительнее по операциям проекции, второй по пересылке. Для окончательного выбора варианта необходимые исследования загрузки сети и характеристик серверов ЦУ и УФ. Дополнительные отличия могут быть получены и при изменении порядка следования операций *проекция* и *соединение*. Важно то, что возможны различные по эффективности варианты распределенной обработки.

### ***Распределение (преобразование) SQL запросов***

- эквивалентное разбиение запросов
- преобразование логических выражений

### ***Простой пример эквивалентного разбиения запроса***

Пусть имеются следующие таблицы ЗАКАЗЧИК, ЗАКАЗ в целом (с приоритетом отгрузки), ПОЗИЦИИ ЗАКАЗА (со способом отгрузки). В скобках указаны размеры полей:

```
customer (custkey (4) , name (25) , mktsgmt (10) )
order (orderkey (4) , custkey (4) , orderdate (8) ,
       shippriority (4) , comment (79) )
lineitem (linenumber (4) , orderkey (4) ,
          quantity (4) , shipmode (10) )
```

Формируется запрос на выборку данных из этих таблиц.

```
SELECT      c.name, o.orderdate,
            o.shippriority, o.comment,
            l.orderkey, l.quantity, l.shipmode
FROM        customer c, orders o, lineitem l
WHERE       c.mktsgmnt = 'BUILDING'
            AND c.custkey = o.custkey
            AND o.orderkey = l.orderkey
            AND o.orderdate < '1995-03-20'
            AND l.shipdate > '1995-03-20';
```

(есть противоречие, в чем оно?)

Предположим, что в ответе на запрос будет 4000 записей. Число байт, которые будут отправлены клиенту:  $4000 \cdot (25 + 8 + 4 + 4 + 79 + 4 + 10) = 516\,000$ . Очевидно, что в ответе на исходный запрос будут избыточные данные.

Декомпозируем исходный запрос на 2 вида:

```

View V1:
SELECT    c.name, o.orderdate, o.shippriority,
          o.comment, o.orderkey
FROM      customer c, orders o, lineitem l
WHERE     c.mktsgmnt = 'BUILDING'
          AND c.custkey = o.custkey
          AND o.orderkey = l.orderkey
          AND o.orderdate < '1995-03-20'
          AND l.shipdate > '1995-03-20';

View V2:
SELECT    l.orderkey, l.quantity, l.shipmode
FROM      customer c, orders o, lineitem l
WHERE     c.mktsgmnt = 'BUILDING'
          AND c.custkey = o.custkey
          AND o.orderkey = l.orderkey
          AND o.orderdate < '1995-03-20'
          AND l.shipdate > '1995-03-20';

```

В ответе на запрос  $V_1$  будет 1200 записей и на запрос  $V_2$  будет 4000 записей. Используя размеры полей таблиц можно посчитать, что размер ответа на эти виды будет составлять 216 000 байт, в то время как размер ответа на исходный запрос составляет 516 000 байт. Используя ответы на виды  $V_1$  и  $V_2$  можно сформировать ответ на исходный запрос. Из этого примера видно, что с помощью декомпозиции запросов можно значительно снизить размер ответа на запрос.

### ***Преобразование логических выражений запроса***

Теоретической основой преобразование логических выражений распределенной обработки в реляционной модели данных являются корректные преобразования реляционных алгебры (операций).

Обработка распределенных запросов (Distributed Query – DQ) – задача, более сложная, нежели обработка локальных и она требует интеллектуального решения с помощью особого компонента – оптимизатора DQ.

Оптимизатор DQ запросов (распределенных запросов (Distributed Query)) должен учитывать такие параметры, как размер таблиц, статистику распределения данных по узлам, объем данных, передаваемых между узлами, скорость коммуникационных линий, структуры хранения данных, соотношение производительности процессоров на разных узлах и т. д. От интеллекта оптимизатора DQ напрямую зависит скорость выполнения распределенных запросов.

Продолжим пояснения к остальным, установленным Дэйтом 12 свойств или качеств идеальной DDB (**Distributed DataBase**):

- **Обработка распределенных транзакций**

Это качество DDB можно трактовать как возможность выполнения операций обновления распределенной базы данных (INSERT, UPDATE, DELETE), не разрушающее целостность и согласованность данных. Эта цель достигается применением двухфазового или двухфазного протокола фиксации транзакций (two-phase commit protocol), ставшего фактическим стандартом обработки распределенных транзакций. Его применение гарантирует согласованное изменение данных на нескольких узлах в рамках распределенной (или, как ее еще называют, глобальной) транзакции.

- **Независимость от оборудования**

Это свойство означает, что в качестве узлов распределенной системы могут выступать компьютеры любых моделей и производителей – от мэйнфреймов до «персоналок».

- **Независимость от операционных систем**

Это качество вытекает из предыдущего и означает многообразие операционных систем, управляющих узлами распределенной системы.

- **Прозрачность сети**

Доступ к любым базам данных может осуществляться по сети. Спектр поддерживаемых конкретной СУБД сетевых протоколов не должен быть ограничением системы с распределенными базами данных. Данное качество формулируется максимально широко – в распределенной системе возможны любые сетевые протоколы.

- **Независимость от баз данных**

Это качество означает, что в распределенной системе могут мирно сосуществовать СУБД различных производителей, и возможны операции поиска и обновления в базах данных различных моделей и форматов.

Исходя из определения Дэйта, можно рассматривать DDB как слабосвязанную сетевую структуру, узлы которой представляют собой локальные базы данных. Локальные базы данных автономны, независимы и самоопределены; доступ к ним обеспечиваются СУБД, в общем случае от различных поставщиков. Связи между узлами – это потоки тиражируемых данных. Топология DDB варьируется в широком диапазоне – возможны варианты иерархии, структур типа «звезда» и т. д.

В целом топология DDB определяется географией информационной системы и направленностью потоков тиражирования данных.

Возможны однородные и неоднородные распределенные базы данных [3]. В однородном случае каждая локальная база данных управляется одной и той же СУБД. В неоднородной системе локальные базы данных могут относиться даже к разным моделям данных. Сетевая интеграция неоднородных баз данных – это актуальная, но очень сложная проблема. Многие решения известны на теоретическом уровне, но пока не удается справиться с главной проблемой – недостаточной эффективностью интегрированных систем.

### ***2.3.3.3. Инструментальные средства проектирования web-приложений***

Для проектирования приложений в интернет среде используются специализированные для SQL серверов инструментальные средства (для MS SQL, APEX для ORACLE).

#### ***Oracle Application Express***

Для представленного ниже материала использовалась информация с ресурса <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/apex/overview/index.html>

Oracle Application Express (APEX) – это средство быстрой разработки Веб-приложений на основе БД Oracle. Oracle APEX позволяет создавать приложения с использованием веб-браузера (среда разработки представляет собой веб-приложение) и не требует от разработчика большого опыта программирования. Со стороны конечного пользователя приложения требуется только браузер и доступ к БД Oracle, на которой запущен APEX.

Oracle APEX устанавливается в БД Oracle и представляет собой набор таблиц с данными и PL/SQL код. Запуск приложения, построенного с помощью Oracle APEX, аналогичен запуску самой среды разработки и представляет собой следующий процесс: браузер посылает URL запрос, который транслируется в соответствующий PL/SQL-вызов. После того, как БД выполнит PL/SQL код, результаты возвращаются обратно в браузер в виде HTML.

Начиная с версии Oracle Database 10g Express Edition, архитектуру Oracle APEX содержит встроенный PL/SQL-шлюз (embedded PL/SQL gateway), который выполняет функции веб-сервера (рис. 1). Такой шлюз обеспечивает необходимую инфраструктуру для создания динамических веб-приложений и упрощает архитектуру, устраняя промежуточный слой – использование отдельного веб-сервера, например, Apache.

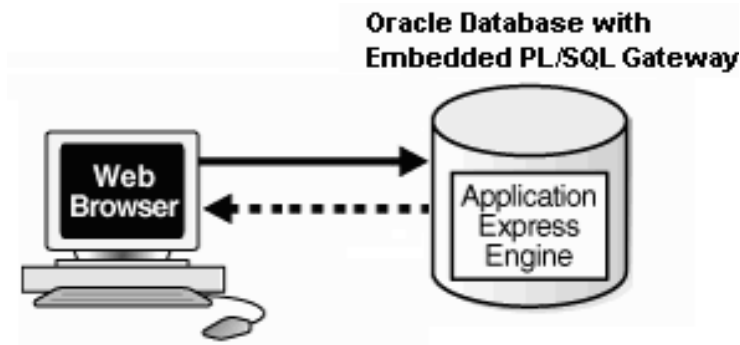


Рис. 2.19. Архитектура Oracle APEX

Приложения разрабатываются в рамках так называемых рабочих областей (workspaces). Рабочая область – это виртуальная частная база данных, которая позволяет множеству пользователей работать с одной инсталляцией Oracle APEX, обеспечивая при этом приватность пользовательских объектов и приложений.

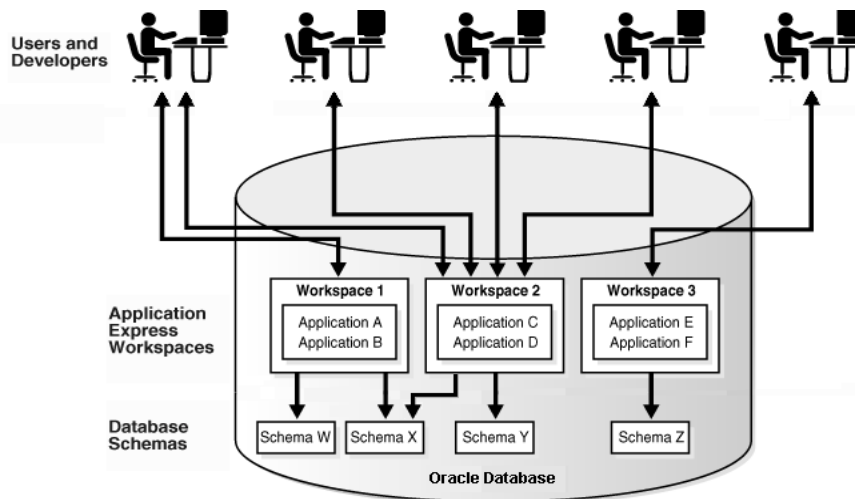


Рис. 2.20. Роли пользователей

В Oracle APEX выделяются следующие роли пользователей (рис. 2.20):

- **Администраторы рабочих областей (Workspace administrators)** – пользователи, которые выполняют задачи, специфичные для управления рабочими областями – управление учетными записями пользователей, мониторинг активности, просмотр лог-файлов.
- **Разработчики** – пользователи, которые создают и редактируют приложения. Разработчики могут иметь отдельные рабочие области или разделять общие.
- **Конечные пользователи** – не имеют привилегий разработчиков.
- **Администраторы Oracle APEX** – это суперпользователи, которые управляют всеми ресурсами экземпляра Oracle APEX с помощью сервисов Application Express Administration Services.

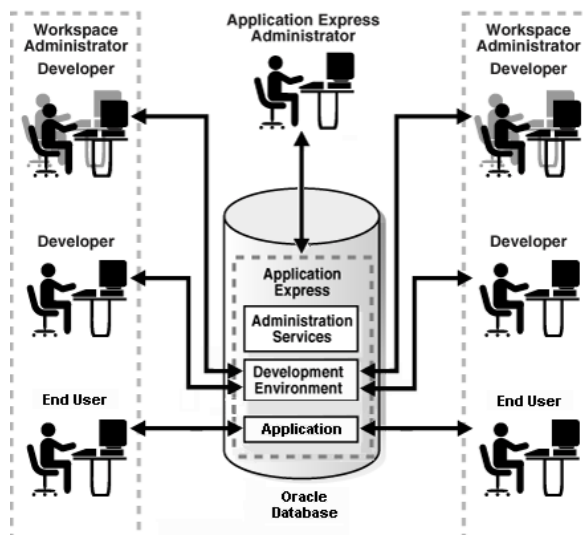


Рис. 2.21. Взаимодействие пользователей в Oracle APEX

В любой рабочей области существуют различные инструменты по работе с Oracle APEX (рис. 2.22).

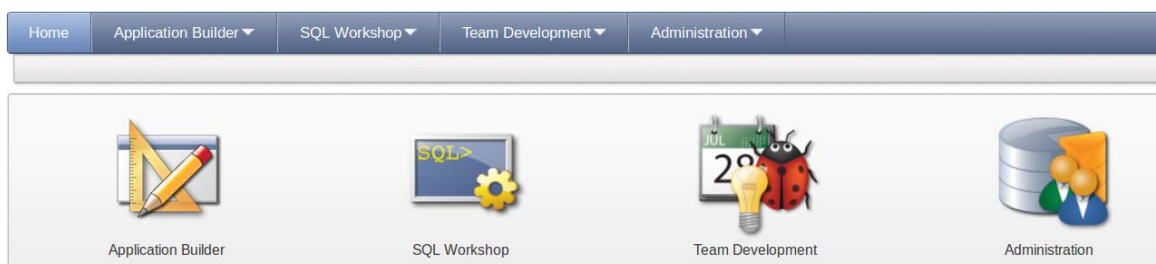


Рис. 2.22. Инструменты в рабочей области

- **Application Builder** позволяет создавать HTML-интерфейс (или приложение) в дополнение к объектам БД, таким как таблицы и процедуры.
- **SQL Workshop** предоставляет инструменты для просмотра и управления объектами БД:
- **Object Browser** – позволяет просматривать, создавать, изменять, читать содержимое и удалять объекты БД.
- **SQL Commands** – позволяет запускать команды SQL и PL/SQL, скрипты и сохраненные запросы.
- **SQL Scripts** – позволяет создавать, редактировать, просматривать, запускать и удалять файлы скриптов, а также загружать файлы скриптов из и в локальную файловую систему.
- **Query Builder** – позволяет искать и отфильтровывать объекты БД, выбирать объекты и столбцы, создавать связи между объектами, просматривать отформатированные результаты запросов, сохранять запросы. Графический интерфейс построителя позволяет делать это, обладая минимальными знаниями SQL.

- **Utilities** позволяет импортировать и экспортировать данные из БД, генерировать DDL-код, просматривать отчеты, восстанавливать удаленные объекты БД и выполнять другие задачи.

Каждое приложение в APEX представляет собой коллекцию страниц (page), связанных друг с другом при помощи вкладок (tabs), кнопок (buttons) или гипертекстовых ссылок (hypertext links). Страница – это основной строительный блок приложения. Страницы также содержат элементы пользовательского интерфейса – вкладки, списки (lists), кнопки, элементы (items) и области (regions).

Таким образом, с помощью среды разработки APEX можно быстро создавать мощные веб-приложения для предметных областей различной сложности.

### ***2.3.4. Комплексные технологии поддержки управления производством***

#### ***2.3.4.1. История развития***

Современные Корпоративные Информационные Системы прошли сложный путь развития от систем 60-х гг. – MRP – до систем, определяющих конкурентный облик предприятия XXI века – ERP II.

Если взглянуть в прошлое, то можно увидеть, как развивались системы. Первым предком современных ERP-систем был стандарт MRP (Material Requirements Planning). Он появился в конце 60-х годов. Он включал в себя только планирование потребностей в материалах по замкнутому циклу (Closed Loop Material Requirement Planning). MRP-системы давали возможность создавать производственные программы (планы производства) и контролировать их исполнение на уровне производства. Подобный системный продукт получил широкое распространение на предприятиях с производством дискретного типа.

Для расширения функционала системы разработчики создали новый стандарт – MRP II.

Система MRP II, расширив существенно возможности MRP, стала привлекательной для многих предприятий. Теперь появилась возможность обрабатывать намного больший объем данных на основе одного программного обеспечения и координировать деятельность большего количества отделений предприятия – склады, снабжение, продажи, производство, учет, финансы. При этом стало возможным некоторое моделирование бизнес-процесса с постановкой вопроса типа «Что будет, если...».

Системы MRP II до сих пор востребованы некоторыми предприятиями. Однако многим компаниям функциональности MRP II было недостаточно, и с 90-х гг. начинается бурное развитие корпоративных ин-

формационных систем нового поколения – ERP. Переняв логику и основную функциональную базу MRPII, ERP-системы внесли много нового в автоматизацию бизнес-процессов предприятия. ERP-системы были призваны решить сложную методологическую задачу – построить единую информационную систему, одинаково применимую как в бухгалтерии, так и на производстве, и в службе сбыта, и на складах, и в отделе маркетинга. В наше время обычно каждое из подразделений предприятия имеет свою собственную систему. ERP–система объединяет их работу в единую интегрированную систему с общей базой данных. После такой интеграции взаимодействие и работа всех подразделений компании становится быстрой, слаженной и оперативной.

В октябре 2000 г. консультационная компания Gartner Group опубликовала отчет «ERP умерла. Да здравствует ERP II». Было задано основное направление, по которому должны были пойти в своем развитии ERP-системы в XXI веке, – смещение традиционного акцента с оптимизации управления ресурсами предприятий на корпоративную систему предприятия, открытую для всех участников, действующих в общих интересах бизнеса.

С развитием вычислительной техники (ВТ) произошло разделение на систему управления производством (которая опиралась на автоматизированную поддержку) и на систему управления качеством которая, больше опиралась на бумажные процедуры и производственные философии. CALS-идеология, появившаяся в середине 80-х годов, протянула мостик между автоматизированными системами управления (АСУ) и проектирования (САПР) и системой качества (СК), вводя стандарты управления как структурированными документами (характерными для АСУ), так и неструктурированными документами (характерными для СК).

С конца 80-х годов развитие АСУ было направлено в сторону интегрированной информационной системы (ИИС), впитывающей в себя как CALS-технологии, так и методологии системы качества. Фундаментом такой интеграции стали:

- с одной стороны, унификация понятия «жизненного цикла продукции», как в ERP-стандартах, так и в стандартах качества,
- и, с другой стороны, «принцип непрерывного улучшения деятельности предприятия», что заставило отказываться от жестких и застывших систем документирования производственных процессов (СК) и переходить к динамичным моделям, что невозможно без информационной поддержки таких моделей.



### **2.3.4.2. MRP-системы**

#### ***Основные принципы и философия MRP<sup>9</sup>***

В начале 60-х годов, в связи с ростом популярности вычислительных систем, возникла идея использовать их возможности для планирования деятельности предприятия, в том числе для планирования производственных процессов. Необходимость планирования обусловлена тем, что основная масса задержек в процессе производства связана с запаздыванием поступления отдельных комплектующих (точнее, с их поступлением позже или раньше требуемого срока, в результате чего параллельно с уменьшением эффективности производства на складах возникает недостаток или избыток материалов). Кроме того, вследствие нарушения баланса поставок комплектующих, возникают дополнительные осложнения с учетом и отслеживанием их состояния в процессе производства, т. е. фактически невозможно было определить, например, к какой партии принадлежит данный составляющий элемент в уже собранном готовом продукте. С целью предотвращения подобных проблем, была разработана методология планирования потребности в материалах MRP (Material Requirements Planning).

По сути, MRP-методология представляет собой алгоритм оптимального управления заказами на готовую продукцию, производством и запасами сырья и материалов, реализуемый с помощью компьютерной системы. Другими словами, MRP система позволяла оптимально загружать производственные мощности, и при этом закупать именно столько материалов и сырья, сколько необходимо для выполнения текущего плана заказов и именно столько, сколько возможно обработать за соответствующий цикл производства. Тем самым планирование текущей потребности в материалах позволяло разгрузить склады как сырья и комплектующих (сырье и комплектующие закупались ровно в том объеме, который можно обработать за один производственный цикл и поступали прямо в производственные цеха), так и склады готовой продукции (производство шло в строгом соответствии с принятым планом заказов, и продукция, относящаяся к текущему заказу, должна быть произведена ровно к сроку его исполнения (отгрузки)). Разумеется, идеальная реализация концепции MRP невыполнима в реальной жизни. Например, из-за возможности срыва сроков поставок по различным причинам и последующей остановки производства в результате этого. Поэтому в жизненных реализациях MRP-систем на каждый случай предусмотрен заранее

---

<sup>9</sup> Использованы материалы сайта <http://www.vernikov.ru>

определенный страховой запас сырья и комплектующих (safety stock), объем которого определяется компетентным руководством компании.

Реализация системы, работающей по этой методологии представляет собой компьютерную программу, позволяющую оптимально регулировать поставки комплектующих в производственный процесс, контролируя запасы на складе и саму технологию производства. Главной задачей MRP является обеспечение наличия необходимого количества требуемых материалов-комплектующих в любой момент времени в рамках срока планирования, наряду с возможным уменьшением постоянных запасов, а, следовательно, разгрузкой склада.

Основными преимуществами использования подобной системы в производстве являются:

- Гарантия наличия требуемых комплектующих и уменьшение временных задержек в их доставке, и, следовательно, увеличение выпуска готовых изделий без увеличения числа рабочих мест и нагрузок на производственное оборудование.

- Уменьшение производственного брака в процессе сборки готовой продукции возникающего из-за использования неправильных комплектующих.

- Упорядочивание производства ввиду контроля статуса каждого материала, позволяющего однозначно отслеживать весь его конвейерный путь, начиная от создания заказа на данный материал, до его положения в уже собранном готовом изделии. Также благодаря этому достигается полная достоверность и эффективность производственного учета.

Все эти преимущества фактически вытекают из самой философии MRP, базирующейся на том принципе, что все материалы-комплектующие, составные части и блоки готового изделия должны поступать в производство одновременно, в запланированное время, чтобы обеспечить создание конечного продукта без дополнительных задержек. MRP-система ускоряет доставку тех материалов, которые в данный момент нужны в первую очередь и задерживает преждевременные поступления, таким образом, что все комплектующие, представляющие собой полный список составляющих конечного продукта поступают в производство одновременно. Это необходимо во избежание той ситуации, когда задерживается поставка одного из материалов, и производство вынуждено приостановиться даже при наличии всех остальных комплектующих конечного продукта. Основная цель MRP-системы – формировать, контролировать и при необходимости изменять даты необходимого поступления заказов таким образом, чтобы все материалы, необходимые для производства поступали одновременно. Далее будут детально рассмотрены входные элементы MRP-программы и результаты ее работы.

### **2.3.4.3. ERP-системы**

Вследствие усовершенствования систем MRP и их дальнейшего функционального расширения появился класс систем ERP. Термин ERP был введен независимой исследовательской компанией Gartner Group в начале 90х годов. ERP системы, предназначены не только для производственных предприятий, они также эффективно позволяют автоматизировать деятельность компаний предоставляющих услуги.

Термин ERP встречается очень часто в специализированной печати, и имеются многочисленные попытки его определения, но пока строгого, общепризнанного, аксиоматического определения не выработано.

В соответствии со Словарем APICS (American Production and Inventory Control Society), термин «ERP-система» (*Enterprise Resource Planning* – Управление ресурсами предприятия) может употребляться в двух значениях.

#### ***Характеристические черты ERP-систем***

Главная цель концепции ERP – распространить принципы MRP на управление современными корпорациями. *Концепция ERP представляет собой надстройку над методологией MRP. Не внося никаких изменений в механизм планирования производственных ресурсов, она позволяет решить ряд дополнительных задач, связанных с усложнением структуры компании.*

Концепция ERP до сих пор не стандартизована. Когда возникает вопрос об отнесении конкретной информационной системы управления к классу развитых MRP II-систем или к классу ERP, специалисты расходятся во мнениях, поскольку выделяют различные критерии принадлежности системы классу ERP. Однако, суммируя различные точки зрения, можно указать основные черты, которыми должны обладать ERP-системы.

Системы класса ERP отличает набор следующих свойств:

- универсальность с точки зрения типов производств;
- поддержка многозвенного производственного планирования;
- более широкая (по сравнению с MRP) сфера интегрированного планирования ресурсов;
- включение в систему мощного блока планирования и учета корпоративных финансов;
- внедрение в систему средств поддержки принятия решений.

### ***ERP-системы как комплексные системы управления предприятием***

*Истинное предназначение ERP – в интеграции всех отделов и функций компании в единую компьютерную систему, которая сможет обслужить все специфичные нужды отдельных подразделений.*

Самое трудное – построить единую систему, которая обслужит все запросы сотрудников финансового отдела, и, в то же время, угодит и отделу кадров, и складу, и другим подразделениям. Каждый из этих отделов обычно имеет собственную компьютерную систему, оптимизированную под свои особенности работы. ERP комбинирует их все в рамках одной интегрированной программы, которая работает с единой базой данных, так, что все подразделения могут легче обмениваться информацией и общаться друг с другом. Такой интегрированный подход обещает обернуться очень большой отдачей, если компании смогут корректно установить систему.

ERP заменяет старые разрозненные компьютерные системы по финансам, управлению персоналом, контролю над производством, логистике, складу одной унифицированной системой, состоящей из программных модулей, которые повторяют функциональность старых систем. Программы, обслуживающие финансы, производство или склад теперь связаны вместе, и из одного отдела можно заглянуть в информацию другого. ERP-системы большинства поставщиков достаточно гибки и легко настраиваемы, их можно устанавливать модулями, не приобретая сразу весь пакет. Например, многие компании приобретают сначала только финансовые или HR модули, оставляя на будущее автоматизацию других функций.

ERP-система автоматизирует процедуры, образующие бизнес-процессы. Например, выполнение заказа клиента: принятие заказа, его размещение, отгрузка со склада, доставка, выставление счёта, получение оплаты. ERP-система «подхватывает» заказ клиента и служит своего рода дорожной картой, по которой автоматизируются различные шаги на пути исполнения заказа. Когда представитель фронт-офиса вводит заказ клиента в ERP-систему, у него есть доступ ко всей информации, необходимой для того, чтобы запустить заказ на выполнение. Например, он тут же получает доступ к кредитному рейтингу клиента и истории его заказов из финансового модуля, узнает о наличии товара из складского модуля и о графике отгрузки товаров из модуля логистики.

Сотрудники, работающие в разных подразделениях, видят одну информацию и могут обновлять её в своей части. Когда один департамент заканчивает работу над заказом, заказ автоматически переадресо-

вываается в другой департамент внутри самой системы. Чтобы узнать, где находился заказ в любой момент времени, необходимо только войти в систему и отследить прохождение заказа. Поскольку весь процесс теперь прозрачен, то заказы клиентов выполняются быстрее и с меньшим числом ошибок, чем раньше. То же самое происходит с другими важными процессами, например, созданием финансовых отчетов, начислением зарплаты и т. д.

### ***Выгоды от использования ERP***

Есть три основных причины связываться с ERP:

1. Интеграция финансовых данных. Пытаясь оценить работу компании в целом, руководитель сталкивается с разными представлениями сотрудников о реальном положении дел. Отдел финансов располагает одними данными о прибыли, отдел сбыта – другими. Имеется несколько версий о том, каков вклад каждого подразделения и работника в эту прибыль. ERP создает единую картину реальности, которая неоспорима, потому что все используют одну систему.

2. Стандартизация процессов производства. В компаниях-производителях (особенно в тех, кто увлекается слияниями и поглощениями) нередко несколько подразделений выполняют одни и те же функции, используя разные методы и компьютерные системы. Стандартизация этих процессов и применение единой системы сэкономит время, повысит производительность и снизит «численность населения».

3. Стандартизация кадровой информации. В фирмах с большим количеством подразделений отдел кадров часто не имеет простого способа находить данные об отработанном времени, пособиях и услугах для работников. ERP даст такой способ.

Желая решить все проблемы, компании часто упускают из виду, что приложения ERP только отражают принципы ведения дел на предприятии. В основном программы универсальны, но каждая отрасль имеет свою специфику. Большинство систем ERP созданы для работы в компаниях-производителях, которые делают вещи, поддающиеся счету. Это оставляет за бортом всех производителей услуг и процессов (нефть, химия, коммунальные услуги) – каждая из таких отраслей требует от поставщиков ERP адаптации программ с учетом конкретных потребностей.

### ***Основные ограничения ERP-систем***

- Высокая сложность и стоимость внедрения ERP систем при неизвестном заранее эффекте от их использования.
- Успех внедрения зависит от квалификации персонала (большие затраты на обучение).

- Возможности подстройки под нужды конкретного бизнеса ограничены.
- Перепроектирование бизнес-процессов для соответствия модели, реализованной в ERP-системе может привести к утрате конкурентных преимуществ.
- Внедрение требует изменения стиля работы (простая установка нового ПО может ничего не дать или привести к резкому снижению эффективности).
- Значительно повышается ответственность работников (люди этого не любят).
- Повышаются требования к точности данных – появление «грязных данных» в одной подсистеме отразится на других.
- => Проблема «слабого звена» – неэффективность работы одного отдела может влиять на работу других.
- Проблемы совместимости с унаследованными системами.

## Список литературы

1. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах: пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1980. – 662 с.
2. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных: пер. с англ. – 6-е изд. – Киев; М.; СПб.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 848 с.
3. Олле Т.В. Предложения КОДАСИЛ по управлению базами данных / пер. с англ. В.И. Филиппова, С.М. Круговой. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 286 с.
4. Godd E.F. A Relation Model of Data for Large Shared Data Banks // Communications of the ACM. – 1970. – № 13:6. – С. 377–387.
5. IBM Corporation. History of IBM. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-03.ibm.com/ibm/history>.
6. Andy Oppel. Databases Demystified. – San Francisco, CA: McGraw-Hill Osborne Media, 2006. – PP. 90–91.
7. ISO/IEC 9075-11:2008: Information and Definition Schemas (SQL/Schemata) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.org/iso/home.html>.
8. Tony Williams. An Interview with Chris Date [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oreillynet.com/lpt/a/6060>.
9. Oracle Corporation. Oracle Database SQL Reference 10g [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oracle.com/technetwork/indexes/downloads/index.html>.
10. Jonathan Gennick. ANSI Standard SQL Joins // Oracle Magazine. – 2001. – № 6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oracle.com/oramag/oracle/01-nov/o61ansi.html>.
11. Barker R. Case\*Method – Entity Relationship Modelling. – Addison Wesley Publishing Co., Great Britain, 1990.
12. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: учеб. пособие. – 2-е изд., доп. – Томск: Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с.: ил.
13. Перегудов Ф.И., Сагатовский В.Н., Ямпольский В.З., Кочнев Л.В. Принципы декомпозиции целей и методика построения целей в системах организационного управления // Кибернетика и вуз. – Томск, 1975. – Вып. 8. – С. 3–20.
14. Чудинов И.Л. Интеграционный подход к концептуальному проектированию информационной базы единой информационной среды / И.Л. Чудинов, И.В. Исаев // Материалы шестой Всероссийской научно-технической конференции «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий». – Улан-Удэ, 2005. – С. 112–114.

15. Kim Y.-G. Comparing Data Modeling Formalisms // Communications of the ACM. – 1995. – № 6. – P. 103–115.
16. Аносов А. Критерии выбора СУБД при создании информационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.interface.ru](http://www.interface.ru).
17. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 863 с.
18. Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. Semantic Web // Scientific American, V. 284, № 5, 2001. – P. 34–43.
19. Gruber T.R. Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing // International Journal of Human-Computer Studies. – 1995. – V. 43. – No. 5/6. – P. 907–928.
20. Поисковая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Поисковая\\_система](http://ru.wikipedia.org/wiki/Поисковая_система).
21. Google: формула поиска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.google.ru/insidesearch>.
22. Чудинов И.Л., Осипова В.В. Базы данных: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 140 с.
23. Гаврилова Т.А., Хорошевский Ф.В. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебник. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.



Учебное издание

ЧУДИНОВ Игорь Леонидович  
ОСИПОВА Виктория Викторовна

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Учебное пособие


Научный редактор *В.А. Силич*  
Корректурa *И.О. Фамилиа*  
Компьютерная верстка *Д.В. Сотникова*  
Дизайн обложки *И.О. Фамилиа*

Подписано к печати 30.04.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл. печ. л. 8,43. Уч.-изд. л. 7,62.  
Заказ 000-13. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru