

В. Ю. Пирогов

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ**

**организация и проектирование**

**bhv**



**В. Ю. Пирогов**

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ организация и проектирование**

Рекомендовано УМО в области инновационных  
междисциплинарных образовательных программ в качестве учебного пособия  
по специальности 010503 «Математическое обеспечение  
и администрирование информационных систем»

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2009

УДК 681.3.06  
ББК 32.973.26-018.2  
ПЗЗ

## **Пирогов В. Ю.**

ПЗЗ Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 528 с.: ил. — (Учебная литература для вузов)

ISBN 978-5-9775-0399-0

Излагаются основные вопросы по организации и проектированию информационных систем: классификация, структура, безопасность и принципы проектирования; а также архитектура информационной системы: интерфейсы и протоколы, клиентские приложения. Большое внимание уделяется базам данных и их программному управлению, языкам SQL и QBE. Приводятся примеры новых технологий в области баз данных.

*Для студентов вузов, специалистов и руководителей,  
применяющих информационные системы*

УДК 681.3.06  
ББК 32.973.26-018.2

### **Группа подготовки издания:**

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Татьяна Латина</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Анна Кузьмина</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн серии	<i>Инны Тачиной</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Фото	<i>Кирилла Сергеева</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

### **Рецензенты:**

*Б. А. Новиков*, д. ф.-м. н., профессор, заведующий лабораторией исследования операций математико-механического факультета Санкт-Петербургского государственного университета;

*В. А. Костин*, к. ф.-м. н., доцент кафедры информатики Санкт-Петербургского государственного университета.

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 30.07.09.

Формат 70×100<sup>1/16</sup>. Печать офсетная. Усл. печ. л. 42,57.

Тираж 1500 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ГУП "Типография "Наука"  
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0399-0

© Пирогов В. Ю., 2009

© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2009

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>10</b>
Содержание книги.....	11
Благодарности .....	13
<b>Глава 1. Информационные системы</b> .....	<b>14</b>
1.1. Компьютерная техника и информационные системы.....	14
1.2. Понятие "информационная система" .....	16
1.3. Системный подход и информационная система .....	19
1.4. О некоторых терминах .....	21
1.5. Классификации информационных систем .....	21
Типы ИС .....	21
Типы данных ИС.....	24
1.6. Функции ИС .....	25
1.7. Структура ИС .....	27
Общая структура ИС .....	27
Файл-серверная архитектура .....	28
Клиент-серверная архитектура .....	29
Многоуровневые ИС .....	31
1.8. Безопасность информационных систем .....	32
Основные понятия .....	32
Классификации угроз .....	34
Угрозы доступности информации .....	35
Угрозы целостности информации .....	38
Угрозы конфиденциальности информации .....	39
Идентификация и аутентификация.....	40
Разграничение доступа.....	42
Шифрование.....	43
Электронная подпись .....	44
Туннелирование .....	44
Обзор стандартов безопасности .....	45
Законодательное регулирование.....	48
1.9. Вопросы для самопроверки.....	52
<b>Глава 2. Базы данных как часть информационной системы</b> .....	<b>53</b>
2.1. Базы данных .....	53
Общие понятия.....	53
СУБД.....	55

Модели данных .....	56
Файловая модель .....	56
Сетевая модель.....	58
Иерархическая модель .....	60
Реляционная модель .....	62
Объектная и объектно-реляционная модели .....	62
2.2. Основы теории реляционных баз данных .....	63
Исторические заметки .....	63
Основные положения реляционной теории баз данных .....	66
Основные понятия .....	66
Некоторые выводы .....	72
Ключи .....	73
Типы таблиц.....	77
О "значении" <i>NULL</i> .....	78
Правила Кодда .....	81
Реляционная алгебра .....	86
Унарные операции.....	86
Бинарные операции .....	88
Еще о реляционной алгебре.....	98
Реляционное исчисление.....	99
Реляционное исчисление кортежей.....	99
Реляционное исчисление доменов .....	101
Нормальные формы.....	102
Избыточность данных и аномалии модификации.....	105
Декомпозиция .....	106
Функциональная зависимость в отношении.....	109
Первая нормальная форма .....	111
Вторая нормальная форма .....	115
Третья нормальная форма.....	117
Нормальная форма Бойса — Кодда .....	119
Четвертая нормальная форма и множественные зависимости .....	121
Пятая нормальная форма .....	122
Резюме .....	123
Связи между таблицами .....	124
Связь "один-к-одному".....	124
Связь "один-ко-многим" .....	127
Другие типы связи .....	129
Реляционная целостность.....	135
Денормализация.....	138
2.3. Вопросы для самопроверки.....	141
<b>Глава 3. Принципы проектирования ИС.....</b>	<b>143</b>
3.1. О проектировании информационных систем .....	143
Некоторые определения и термины .....	143
Общие замечания .....	144

Общие требования к разрабатываемым информационным системам .....	146
Достоверность информации .....	146
Оперативность результатов .....	149
Соответствие уровню руководства .....	149
Системный подход.....	150
Обеспечение безопасности информации .....	150
Общие принципы разработки информационных систем.....	150
Централизованность разработки .....	151
Системность .....	151
Конкретность .....	151
Участие заказчика.....	151
Возможность модернизации разрабатываемой системы .....	152
Сопровождение системы.....	152
Учет требований безопасности.....	152
Совместимость.....	153
Стандартизация и унификация .....	153
Технологии проектирования.....	153
3.2. Жизненный цикл ИС.....	155
Процессы жизненного цикла .....	155
Основные процессы.....	156
Вспомогательные процессы.....	156
Организационные процессы .....	156
Модели жизненного цикла.....	157
Каскадная модель .....	157
Обзор этапов жизненного цикла в каскадной модели .....	161
V-образная каскадная модель .....	170
Спиральная модель.....	172
Прототипирования.....	174
RAD-технология .....	176
Краткий обзор других технологий разработки ИС .....	178
Технология RUP .....	178
Технология MSF .....	179
Технология CDM .....	180
Технология XP .....	182
3.3. Проектирование баз данных .....	184
Об этапах проектирования БД.....	185
Понятие сущности. Типы сущностей.....	186
Основные понятия .....	188
Система диаграмм .....	190
Правила порождения .....	193
Другие элементы ER-модели .....	195
CASE-средства .....	198
Общие понятия.....	198
Структура .....	198
Классификация CASE-средств .....	199

3.4. Моделирование предметной области .....	200
Функциональные диаграммы .....	200
Диаграммы потоков данных .....	204
О проектировании на основе языка UML .....	207
Общие сведения .....	207
Диаграммы прецедентов .....	208
Диаграммы классов .....	209
CASE-средства, поддерживающие язык UML .....	214
3.5. Проектирование пользовательского интерфейса .....	215
О пользовательском интерфейсе .....	215
Общие соображения .....	215
Стили пользовательского интерфейса .....	217
Критерии эффективности пользовательского интерфейса .....	218
Принципы и стандарты .....	219
Источники пользовательского интерфейса .....	219
Руководящие принципы и проектирование пользовательского интерфейса .....	220
Некоторые правила проектирования пользовательского интерфейса .....	222
Этапы .....	225
3.6. Вопросы для самопроверки.....	226

## **Глава 4. Программное управление реляционными базами данных.**

<b>Язык SQL.....</b>	<b>227</b>
4.1. О языках управления базами данных .....	227
Общие замечания .....	227
Пример процедурного языка управления базами данных .....	229
4.2. О языке SQL .....	233
Историческое введение .....	233
Стандарты SQL .....	234
Схема выполнения команды SQL.....	236
Формы языка SQL.....	237
Интерактивный SQL.....	238
Статический и встраиваемый SQL .....	240
Динамический SQL.....	248
Расширения SQL. Диалекты .....	252
4.3. Описание языка SQL.....	254
Общие положения.....	254
Типы данных .....	254
Элементы языка SQL.....	257
Подмножество DML (SQL).....	259
Вставка строк .....	259
Обновление строк .....	261
Удаление строк .....	263
Команда выборки.....	263

Подмножество DDL (SQL).....	296
Создание базы данных .....	296
Создание таблиц ( <i>CREATE TABLE</i> ).....	298
Создание таблицы на основе запроса <i>SELECT</i> .....	301
Изменение структуры таблиц ( <i>ALTER TABLE</i> ) .....	302
Удаление таблиц ( <i>DROP TABLE</i> ) .....	303
Представления .....	303
Программные объекты базы данных .....	305
Объекты безопасности .....	306
Общие положения.....	306
Назначение привилегий .....	308
Отмена привилегий.....	310
Группы и схемы .....	311
4.4. Словарь базы данных.....	313
4.5. Язык QBE.....	315
4.6. О стандарте SQL99 (SQL3) .....	321
Уровни соответствия .....	321
Документы стандарта .....	324
Новые типы данных.....	325
Расширения операторов SQL.....	326
Процедурные расширения .....	326
Элементы объектного подхода.....	327
4.7. Вопросы для самопроверки.....	328
<b>Глава 5. СУБД.....</b>	<b>330</b>
5.1. О СУБД.....	330
Достоинства и недостатки СУБД .....	330
Преимущества.....	330
Недостатки .....	333
Функции СУБД.....	334
Типовая организация современной СУБД.....	338
Уровни СУБД.....	339
5.2. Низкоуровневая организация СУБД .....	340
Структура баз данных низкого уровня.....	341
Oracle .....	341
MS SQL Server .....	344
PostgreSQL.....	353
Технология доступа к данным .....	357
Хэширование.....	357
Индексы.....	359
Секционирование.....	367
Кластеризация в Oracle .....	372
5.3. Основы теории транзакций .....	373
Транзакция .....	373
Понятие транзакции .....	373



Свойства транзакций .....	374
Программное управление транзакциями .....	375
Журнал транзакций .....	377
Журнал транзакций и буферизация .....	378
Транзакции в многопользовательском режиме .....	381
Параллельное выполнение и конфликты транзакций .....	381
Графики выполнения транзакций .....	383
Распределенные транзакции .....	385
Блокировки .....	387
Типы блокировок .....	387
Конфликты блокировок (выход из тупиковых ситуаций) .....	390
Уровни изоляции .....	392
Другие средства устранения конфликтов транзакций .....	393
5.4. Резервное копирование .....	394
Стратегия резервного копирования и восстановления .....	394
Общие соображения .....	394
Устройства копирования .....	397
Что копировать .....	398
Время копирования (расписание) .....	400
Восстановление данных .....	403
5.5. Основы программирования на стороне СУБД .....	404
Принципы программирования на стороне СУБД .....	405
Хранимые процедуры и функции .....	406
Типы хранимых процедур .....	406
Структура хранимых процедур и функций .....	407
О расширениях языка SQL .....	414
Триггеры .....	414
5.6. Вопросы для самопроверки .....	419
<b>Глава 6. Архитектура ИС .....</b>	<b>421</b>
6.1. Интерфейсы и протоколы .....	421
Модель OSI .....	421
Протокол ODBC .....	425
Общие положения .....	425
Архитектура и настройка .....	426
Функции API ODBC .....	430
Примеры программ .....	431
Другие интерфейсы и протоколы .....	440
Интерфейсы доступа к базам данных .....	440
Интерфейсы Java .....	448
Протоколы семейства TCP/IP .....	452
6.2. Клиентские приложения (средства построения и архитектура) .....	462
О разработке клиентского приложения .....	463
Выбор системы программирования .....	463
Средства отображения табличных данных .....	465

Построение ИС на основе Web-сервера .....	467
О протоколе HTTP.....	468
О формате данных XML .....	469
Технология CGI .....	475
Другие технологии на стороне Web-сервера.....	477
"Тонкие" клиенты .....	479
JavaScript .....	480
Ajax .....	481
Требования к средствам разработки информационных систем на основе Web-технологий .....	483
6.3. Вопросы для самопроверки.....	484
<b>Глава 7. Новые технологии в области баз данных.....</b>	<b>485</b>
7.1. Хранилища данных (OLAP) .....	485
Общие положения.....	485
OLAP и OLTP.....	485
Основные концепции.....	487
Потоки информации в OLAP .....	489
Об архитектуре и типах хранилищах данных .....	491
Проектирование хранилища данных (пример).....	492
Многомерные базы данных .....	495
Организация OLAP на базе MS SQL Server 2005 .....	496
7.2. Объектные и объектно-реляционные СУБД.....	497
О стандарте объектных баз данных.....	498
Манифест.....	498
Стандарт .....	500
Примеры объектных СУБД .....	506
Объектно-реляционные СУБД .....	510
7.3. Распределенные информационные системы .....	513
Положения Дейта.....	513
Управление системным каталогом.....	515
Первичная копия .....	516
7.4. Вопросы для самопроверки.....	517
<b>Литература .....</b>	<b>518</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>522</b>

# Введение

Настоящее время характеризуется переходом от так называемого постиндустриального общества к обществу информационному. Главными продуктами производства в таком обществе становятся информация и знания. Главная особенность такого общества:

- повсеместное использование информационных технологий;
- информация стала ключевым фактором в экономике;
- информация — важнейший социальный фактор: стимулятор улучшения качества жизни, формирование информационного сознания;
- свобода обмена информации ведет к налаживанию политического соглашения между различными политическими и социальными группами.

Основным источником информации становятся информационные системы. Этот термин используется в разных областях и профессионалы, пытаясь определить это понятие, привносят в него особенности этих областей. Но на наш взгляд специалист в области разработки программного обеспечения и информационных систем должен готовиться вне зависимости от той области, в которой он в будущем будет разрабатывать информационные системы. Наша книга строится именно так. Мы рассматриваем структуру информационных систем, различные технологии, которые используются при их разработке, не конкретизируя профессиональную сферу, где они будут работать.

В названии книги автор объединил такие понятия, как базы данных и информационные системы, исходя из того, что поскольку база данных является всего лишь частью информационной системы, рассматривать ее и ее разработку следует в контексте разработки всей информационной системы. Конечно, в силу того что материал по базам данных довольно объемный, есть смысл выделять его в отдельную дисциплину, но линейка дисциплин "информационные системы — базы данных" должна рассматриваться с единых позиций.

Еще один важный момент связан с тем, на основе какой СУБД рассматриваются вопросы проектирования информационных систем и баз данных. Обойти его невозможно, поскольку приходится рассматривать разделы (например, особенности физической структуры данных), где необходима конкретизация. Автор попытался не "заикливаться" на одной СУБД, стараясь показать, как одна и та же проблема разрешается в разных СУБД, уделяя одновременно внимание общим подходам и стандартам.

Значимым вопросом при проектировании информационных систем является вопрос о выборе модели данных. Несмотря на то, что в последнее время объектные СУБД отвоевывают все большую и большую часть рынка, большинство информационных систем проектируются на основе реляционных СУБД. По-видимому, реляционные СУБД сохранят свои позиции еще долгое время. По этой причине мы рассматриваем объектно-ориентированные СУБД только в ознакомительном плане, не исключая, что в последующих переизданиях книги, на которые мы очень надеемся, придется уделить им больше внимания.

## **Содержание книги**

### **Глава 1. Информационные системы.**

Анализ понятия "информационная система", определение. Классификации информационных систем, функции информационных систем. Структура информационных систем и особенности сетевой реализации. Основы общей безопасности информационных систем: обеспечение доступности, целостности и конфиденциальности информации.

### **Глава 2. Базы данных как часть информационной системы.**

Обзор существующих моделей данных, используемых при построении информационных хранилищ: иерархические, сетевые, реляционные, объектные, объектно-реляционные. Понятие СУБД (система управления базами данных), как средства отделения логической структуры базы данных от их физической структуры. Реляционная модель (РМД). Основные положения (правила Кодда и др.). Реляционная алгебра и реляционное исчисление. Эквивалентность двух подходов. Понятие нормальных форм, нормализация и денормализация. Ключи, связи, классификация связей. Целостность баз данных и поддержка целостности СУБД,

### **Глава 3. Принципы проектирования ИС.**

Понятие жизненного цикла информационной системы. Характеристика этапов: анализ, проектирование (в том числе и БД), создание программного обеспечения и его тестирование, внедрение ИС, сопровождение. Каскадная и

циклическая модели жизненного цикла ИС — достоинства и недостатки. RAD-технологии. Проектирование БД, как часть жизненного цикла ИС. Технология "сущность — связь" (ER-модель) при разработке структуры баз данных. Три уровня проектирования БД: концептуальный, логический, физический. Проектирование пользовательского интерфейса. Диаграммная техника при проектировании ИС: функциональные и потоковые диаграммы. Универсальный язык моделирования UML. Использование CASE-средств при разработке ИС.

#### **Глава 4. Программное управление реляционными базами данных. Язык SQL.**

Классификация языков управления реляционными базами данных. Процедурные и непроцедурные языки управления. Примеры процедурного языка управления БД. Непроцедурные языки управления БД: QBE и SQL. История развития SQL, характеристика стандартов SQL: SQL1, SQL2, SQL3. Реализации языка SQL. Формы языка SQL (интерактивный, модульный, встраиваемый, динамический). Язык SQL — особенности написания запросов. Подмножества: DDL (Data Definition Language), DML (Data Modification Language).

#### **Глава 5. СУБД.**

Понятие СУБД. Обзор СУБД, функции СУБД. Принципы построения ИС на основе СУБД. Низкоуровневая организация СУБД. Объекты СУБД (таблицы, индексы, связи, представления). Технологии доступа к данным. Основы теории транзакций (необходимость транзакций, понятие транзакции, виды транзакций, конфликты транзакций, программирование транзакций). Блокировки (необходимость блокировок, виды блокировок, выход из мертвых блокировок). Основы безопасности СУБД (резервное копирование, транзакции, разделение доступа). Программирование на стороне сервера (простые запросы, программные объекты — процедуры, триггеры и т. д.).

#### **Глава 6. Архитектура ИС.**

Уровни информационной системы и средства взаимодействия между уровнями (ODBC, OLE DB, семейство протоколов TCP/IP и др.). Принципы построения клиент-серверных приложений. Клиентские приложения. Особенности построения клиентских приложений в Интернете. Технологии со стороны Web-сервера. Тонкие клиенты. Пользовательский интерфейс.

#### **Глава 7. Новые технологии в области баз данных.**

Многоуровневые и распределенные ИС. Особенности построения, возможности СУБД для построения распределенных ИС. Требования к распределенным ИС, распределенные транзакции. OLAP-системы и хранилища данных

(концепция хранилищ данных, многомерные системы, архитектура OLAP-систем). Объектные и объектно-реляционные СУБД.

## Благодарности

В процессе работы над книгой многие люди оказали мне помощь и поддержку. Хотелось бы поблагодарить их, не забыв ни одного.

Автор благодарен коллективу факультета информатики ГО ВПО ШГПИ (особенно декану факультета Слинкиной И. Н.) и руководству института за понимание моей работы и поддержку. Работа над книгой продолжалась более года, и, конечно, без такой поддержки книга бы не увидела свет.

Очень благодарен членам кафедры прикладной информатики и кафедры теории и методики информатики, которые весьма благосклонно и снисходительно относятся к моим трудам, часто освобождая меня от рутинной администраторской работы.

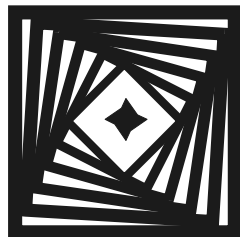
Часть материалов книги в черновом варианте было прочитано А. А. Баландиным. Я очень ценю его замечания и предложения. Многие из них мною были учтены.

Хотелось бы отметить и руководство издательства "БХВ-Петербург", с которым я давно сотрудничаю. Их благосклонное отношение к написанной мной книге заслуживает большой благодарности.

Также хочу поблагодарить профессоров В. Г. Коурова и Г. В. Красноперова, взявших на себя труд прочтения и рецензирования книги.

Конечно, основная работа проходила дома и без поддержки домашних моя работа не увидела бы свет. Жена Людмила всегда поддерживает меня в моей работе, без этого была бы невозможна эта и другие мои книги. Кот Тихон каждый вечер заставляет меня играть с ним, такое переключение деятельности позволяет мне отдохнуть и с новой силой приняться за работу.

# ГЛАВА 1



## Информационные системы

В главе рассматривается понятие "информационная система", классификация информационных систем, ее структура и безопасность. Глава носит вводный характер. Материал, представленный здесь, получит дальнейшее развитие в последующих главах.

### 1.1. Компьютерная техника и информационные системы

Развитие информационных систем и информационных технологий в целом неразрывно связано с развитием компьютерной техники. Читателю хорошо известно, что первые ЭВМ были предназначены для проведения сложных числовых расчетов. Эта важная функция вычислительной техники не является в настоящее время доминирующей и уступила первое место таким функциям, как обработка, хранение и передача информации. Удивительно то, что все изменения в сфере компьютерных технологий произошли на глазах всего лишь двух поколений.

Первые компьютеры не были предназначены для обработки больших объемов информации, т. к. и без того небольшая оперативная память не сохраняла находящиеся в ней данные после отключения питания. Тексты программ на машинном языке и необходимые для их работы данные вводились программистами вручную. В таких условиях говорить о возможности создания информационных систем не имело смысла.

Ключевым моментом, позволившим писать первые информационные системы, явилось появление средств долговременного хранения информации. Первыми устройствами внешней памяти были магнитные ленты (1953 г.). Удивительно, что это устройство, правда, в значительно более совершенном виде,

дожило до сегодняшних дней, хотя и используется только для хранения архивных копий. С того времени в программировании осталось такое понятие, как "файл последовательного доступа", до сих пор используемое программистами. Магнитная лента позволяла хранить огромные массивы данных, но доступ к ним осуществлялся последовательной перемоткой ленты к нужному блоку, где хранились данные. Как ни странно, но данная технология использовалась довольно долго, и автору еще в 80-е годы приходилось встречаться с успешно работающими информационными системами, использующими в качестве средства для хранения данных магнитную ленту, иногда от обычного магнитофона.

Новая технология, воплощенная в магнитном барабане (1953 г.), позволяла получать произвольный доступ к хранящимся на барабане данным. Эта технология используется в различных устройствах внешней памяти до сих пор. В следующем, 1954, году фирмой IBM был сконструирован первый жесткий магнитный диск.

Следующей важной вехой развития вычислительной техники, сыгравшей важную роль в становлении технологии создания информационных систем, являлось появление компьютерных сетей. Сеть создается для передачи информации на расстояние и таким образом появляется возможность использовать данные, хранящиеся далеко от потребителя. Первая локальная сеть была разработана в Ливерморской лаборатории в 1964 году. В то время все вычислительные и информационные ресурсы были централизованы, а доступ к ним осуществлялся посредством неинтеллектуальных терминалов, являющихся прообразом современных персональных компьютеров.

Революционным событием, перевернувшим не только подходы к созданию информационных систем, но и все взаимоотношение "человек — компьютер", явилось появление персональных ЭВМ (в 1974 году был создан первый персональный компьютер "Альтаир 8800" на базе микропроцессора 8080). Революционность данного события заключалась в том, что появилась возможность автоматизировать работу конкретного специалиста. И это стимулировало появление на рынке и в свободном распространении огромного количества информационных систем, предназначенных для автоматизации той или иной профессиональной деятельности.

Логически очевидным шагом развития информационных технологий явилось развитие локальных компьютерных сетей (середина 80-х годов прошлого века). Теперь появилась возможность автоматизировать не отдельные рабочие места, а целые отделы и даже предприятия. При этом работники получали доступ к централизованной информационной базе и могли совместно работать над одним и тем же проектом или получать доступ к одному и тому же информационному хранилищу.



Последним наиболее значимым событием, сыгравшим важную роль в развитии информационных технологий, явились резкий рост популярности глобальной компьютерной сети (начиная с 1992 года) и одновременно рост и развитие самой этой сети. Информационные системы постепенно выходили на новый качественный уровень — уровень глобального информационного пространства.

Мы коснулись лишь одного аспекта: влияние технических средств на развитие информационных систем. Но были и другие факторы: развитие языков программирования, СУБД, модели данных. Но эти вопросы будут предметом обсуждения в следующих главах.

## 1.2. Понятие "информационная система"

Понятие "информационная система"<sup>1</sup> широко используется в современной компьютерной литературе. В различных источниках дается несколько отличающихся друг от друга определений этому понятию. Приведем несколько примеров таких определений, чтобы подчеркнуть, сколь разнятся подходы различных авторов.

*"Понятие ИС относится, вообще говоря, к любому комплексу или объекту, предназначенному для использования некоторого запаса сведений о чем-либо и имеющему ряд процедур (не обязательно всех), обеспечивающих хранение, накопление, корректировку, поиск и выдачу имеющихся сведений"*.

*"Экономические информационные системы — человеко-машинные системы, которые собирают, накапливают, сохраняют и выдают по запросу или требованию информацию в виде данных и знаний, необходимых для управления экономическим объектом"*.

*"Информационная система — организационно-техническая система, которая предназначена для выполнения информационно-вычислительных работ или предоставления информационно-вычислительных услуг, удовлетворяющих потребности системы управления и ее пользователей — управленческого персонала, внешних пользователей путем использования и/или создания информационных продуктов"*.

*"Информационная система — взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели"*.

*"Автоматизированной информационной системой называется комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программ-*

---

<sup>1</sup> Далее наряду с термином "информационная система" мы также будем пользоваться сокращением ИС.

ное 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".

"В качестве объекта информатики выступает автоматизированная информационная система, представляющая собой совокупность технических, программных средств и организационных мероприятий, предназначенных для автоматизации информационных процессов в профессиональной деятельности".

"Автоматизированная информационная система (АИС) — совокупность программно-аппаратных средств, предназначенных для автоматизации деятельности, связанной с хранением, передачей и обработкой информации".

Вот далеко не полный перечень<sup>1</sup> определений информационной системы, которые вы можете встретить в литературе. Мы опускаем здесь определения информационной системы, которые используют некоторые авторы в иных не компьютерных сферах деятельности (например, биологии), поскольку это совсем выходит за рамки нашего рассмотрения.

Проведем небольшой анализ представленных определений.

- В одном из определений говорится об экономической информационной системе. Это довольно характерное явление. В литературе наряду с экономическими информационными системами можно встретить банковские ИС, медицинские ИС, бухгалтерские ИС и т. п. При таком употреблении акцент делается на область, где используется ИС, а не на ее структуру и те функции, которые, независимо от области, она выполняет.
- В некоторых определениях в состав информационных систем вводят "вычислительное" и "коммуникационное" оборудование (технические средства), а также оборудование для хранения информации. На наш взгляд все перечисленные выше компоненты — это всего лишь среда выполнения (часть *инфраструктуры информационной системы*), которая для одной и той же ИС может быть различной. Разработчики в большинстве случаев только ориентируются на определенный набор аппаратных средств, с параметрами, удовлетворяющими некоторым критериям, но разработкой локальной сети, жестких дисков или средств считывания информации в рамках разработки конкретной ИС они не занимаются. Аналогично, на наш взгляд, не стоит включать в состав информационной системы системное

---

<sup>1</sup> Определения взяты из разных источников: учебников, отрывков рефератов и конспектов лекций, курсовых и дипломных работ, и я позволю себе не давать ссылки.

программное обеспечение, которое определяет лишь условие существования ИС.

- Как видим, некоторые авторы включают в состав информационных систем и обслуживающий персонал, который так или иначе взаимодействует с ИС. Это также кажется нам излишним, поскольку может меняться не только состав персонала, но его структура, причем с разработкой самой ИС (программного обеспечения и хранилища данных) это может быть никак не связано (или связано очень слабо).
- Такие термины, как "*человеко-машинная система*" и "*организационно-техническая система*", так же не могут внести никакой ясности в понятие ИС, т. к. могут трактоваться произвольным образом. Наконец, выражение "*взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала*" делает это понятие еще более туманным и расплывчатым, т. к. под методами и средствами можно понимать что угодно.
- Пожалуй, наиболее ясным и простым является последнее и из приведенных мною определений, взятое с сайта <http://ru.wikipedia.org>. В нем, однако, в состав информационной системы вводятся аппаратные средства, а наличие хранилища данных предполагается неявно. Очевидно, авторы предполагают наличие ИС, не оперирующих непосредственно хранилищами данных и являющихся, так сказать, только посредниками.

Хочу подчеркнуть, что речь не идет о том, какое определение является правильным, а какое — нет. В конце концов, каждый работает с тем объектом, который он определил. Я хочу дать такое определение, которое бы подходило для разработчиков ИС, вне зависимости от того, в какой области предполагается использовать информационную систему. Подчеркну — именно *разработчиков*, а не специалистов в конкретной сфере деятельности (экономистов, медиков и т. д.) или тех, кто внедряет или администрирует ИС.

Предлагаю следующее определение ИС.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ**

Совокупность программного обеспечения и электронного информационного хранилища, разрабатываемая как единая система и предназначенная для автоматизации определенного рода деятельности, будет называться *информационной системой*.

Рассмотрим смысл данного определения. Прежде всего, отметим, что объединение программного обеспечения (возможно, несколько программ) и информационного хранилища есть результат реализации некоторого проекта, что и подчеркивается словами "разрабатываемая как единая система". Отсюда, кстати, и вытекает, что поскольку программное обеспечение и информационное хранилище находятся в одной системе, следовательно, они как-то должны взаимодействовать друг с другом. С другой стороны, здесь не гово-

рится, что все программы и хранилище, которые включены в систему, разрабатываются в рамках конкретного проекта, а поэтому какие-то программы и части информационного хранилища могут быть включены в проект в уже готовом виде. В определении говорится "разрабатываемая", т. е. ИС может находиться в разработке, дополняться новыми программами и т. п. Отмечу также, что под "информационным хранилищем" в данном определении мы понимаем все данные, хранящиеся во внешней памяти, управление которыми осуществляет программное обеспечение данной информационной системы.

Наконец, в определении сказано, что система служит для автоматизации какой-либо деятельности, а, следовательно, во-первых, ИС предназначена для использования в некоторой профессиональной области, и, во-вторых, информационное хранилище спроектировано для хранения данных, имеющих вполне определенную область применения, т. е. отражающее вполне конкретную *предметную область*.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ**

Под предметной областью в данной книге будем понимать часть области знаний, предназначенную для автоматизации с помощью информационной системы и схематически представленную в информационном хранилище.

### **ЗАМЕЧАНИЕ**

В литературе (см., например, [3, 4]) часто информационные системы называют "автоматизированными системами" или "автоматизированными информационными системами", желая подчеркнуть использование при их построении электронно-вычислительной техники. Нам нет нужды использовать такое дополнение, т. к. использование вычислительной техники в функционировании ИС вытекает из нашего определения.

## **1.3. Системный подход и информационная система**

Название "информационная система" наводит на мысль о системах вообще и о системном<sup>1</sup> подходе в частности. Кратко изложим основные положения системного подхода<sup>2</sup>, дающего наиболее общий методологический подход для исследования объектов и явлений.

□ Любой объект или явление в системном подходе рассматривается как система, т. е. как совокупность связанных между собой элементов.

---

<sup>1</sup> Слово "система" по-гречески означает "состоящее из частей".

<sup>2</sup> Начало общей теории систем положил австралийский биолог Л. Бергаланфи, который стал изучать организмы как единые системы.

- ❑ На поведение системы влияют не только особенности поведения отдельных элементов, но и связи между ними. Другими словами, свойство системы не сводится к свойствам элементов, ее составляющих.
- ❑ Система не является изолированной, а должна рассматриваться как часть других систем. Система взаимодействует с внешней средой (другими системами). Это свойство называется свойством *коммутативности*.
- ❑ В системе, как правило, имеется внутренняя иерархичность. Под иерархичностью понимается наличие, по крайней мере, двух элементов, взаимодействующих друг с другом на основе подчиненности одного элемента другому.
- ❑ Система динамична, т. е. должна рассматриваться не только в пространстве, но и во времени. Развитие системы во времени предполагает наличие таких этапов, как зарождение, становление, развитие, регресс, гибель.
- ❑ Система обладает способностью к отклику на внешнее воздействие. В более сложном случае речь может идти об управляющем воздействии и отклике (отчете). Более совершенные системы обладают способностью в процессе взаимодействия менять свое поведение и структуру (самоуправление системы).
- ❑ Система имеет *цель*. Цель системы — это некоторое ее состояние, в котором она предпочитает находиться, стремится к этому состоянию.

Вот далеко не полный перечень положений системного подхода. Все эти положения имеют прямое отношение к информационным системам. Действительно, информационные системы состоят из нескольких элементов. По крайней мере, в ИС имеются программная часть и информационное хранилище. И, как мы потом неоднократно будем убеждаться, взаимодействие между этими элементами носит как раз иерархический характер. Взаимодействие элементов ИС друг с другом и является основой функционирования. Информационная система функционирует в некоторой программной среде и, следовательно, взаимодействует с ней. Информационная система как живой организм имеет свой период зарождения (принятие решения о создании), становления, развития, регресса и гибели (принятие решения об окончании эксплуатации). Функционирование информационных систем основано на взаимодействии с пользователем. Интеллектуальные ИС обладают способностью к саморазвитию и самообучению. При разработке информационной системы очень важно добиться того, чтобы целью системы было состояние ее правильного функционирования. Ошибки в программной части, в частности, могут стать причиной того, что функционирование системы может привести к краху и ее самой, и другого программного обеспечения.

Системный подход очень важен при проектировании информационных систем. Пренебрежение хотя бы одним из перечисленных элементов системного

подхода приведет, скорее всего, к появлению неработоспособной системы или же системы с очень коротким периодом жизни.

## 1.4. О некоторых терминах

Рассматривая информационные системы, мы так или иначе оперируем таким понятием, как *информация*. В нашу задачу не входит давать определение этому термину — мы предполагаем, что читатель знаком с ним из общих курсов информатики (неплохой обзор понятия информация дан в книге [3]). Обращаю только внимание, что в данной книге встретятся два близких термина: *информация* и *данные*. Мы не будем различать их<sup>1</sup>, т. к. этого не требует наше изложение.

Используемый нами термин "информационное хранилище" не совсем удобен, но более точный на наш взгляд термин "*хранилище данных*" уже используется для обозначения информационных систем определенного типа (см. главу 7).

Скажу несколько слов и о данных, с которыми работает информационная система. В этой книге будем называть их электронным информационным хранилищем. Слово "электронное" должно подчеркнуть, что данные хранятся на некотором электронном носителе. В некоторых книгах такое электронное хранилище называют также *базой данных* (data base). Я не использую этот термин в таком контексте по следующей причине. Дело в том, что этот же термин — "база данных" — используется практически во всех документах СУБД (СУБД — системы управления базами данных) и носит там несколько иной смысл (см. главу 5). Не вдаваясь пока в подробности, укажу, что электронное информационное хранилище может состоять из нескольких баз данных в терминологии СУБД. Мы остановимся на понятии "база данных" в следующей главе.

## 1.5. Классификации информационных систем

### Типы ИС

Самой простой и очевидной классификацией является классификация по *областям применения*. В этой связи можно говорить об информационных системах в экономике (АСЭ — автоматизированные системы в экономике), в образовании (АСО), в научных исследованиях (АСНИ) и т. д. На мой

---

<sup>1</sup> Иногда говорят, что данные — это информация в конкретной форме, отражающая состояние некоторой предметной области.

взгляд, такая классификация почти ничего не дает разработчикам ИС. А между тем появилось большое количество книг, например, по экономическим информационным системам. У читателей может возникнуть представление (на мой взгляд, ошибочное), что экономические информационные системы настолько отличаются от ИС в других областях, что изучению их разработке следует посвящать отдельные курсы. В действительности такой перекокс является лишь чисто историческим феноменом. С одной стороны, информационным системам в области экономики было уделено гораздо больше работ, в силу того, что экономическая информация довольно легко поддается формализации, а с другой стороны, в экономической области сосредоточены большие финансовые средства, которые и позволили разрабатывать ИС раньше, чем в других областях. Сказанное, конечно, не означает, что книги, посвященные ИС в конкретных областях, не нужны. Они дают представление об особенностях разработки ИС в той или иной области, а также могут быть полезны будущим специалистам в той или иной сфере. Я только хочу заметить, что подготовка будущих разработчиков ИС, скажем, только в области медицины или образовательной сфере является бесперспективным делом.

Еще одним классификационным признаком может выступать характер информации, которой оперирует ИС. С этой точки зрения все информационные системы принято делить на *фактографические* и *документальные*. Под фактографическим типом данных принято понимать данные, представляющие собой описание некоторых фактов предметной области. Например, фактом являются данные на конкретного человека (фамилия, имя, отчество, адрес, паспортные данные и т. п.), книгу (автор, название, год издания и т. п.), машину (марка, год выпуска, производитель и т. п.) и т. д. Другими словами, факт в информационной системе предстает в виде набора некоторых свойств (атрибутов), количественное значение которых, как правило, выражается простым типом данных. Характерным представителем фактографических информационных систем является широко известная в бухгалтерских кругах система "ИС:Бухгалтерия".

Документ, в отличие от факта, не может быть выражен простой структурой.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ**

Под *документом* будем понимать хранящийся в информационной базе объект произвольной структуры, содержащий информацию произвольного характера, доступ к которому можно получить по его реквизитам.

Под реквизитами документа будем понимать совокупность свойств этого документа, позволяющих однозначно его идентифицировать. Примерами реквизитов могут служить название документа, его номер, дата создания, имена создателей, электронная подпись и т. д. В качестве примеров документов

можно привести статьи, тексты приказов и распоряжений, бухгалтерские документы, карты местности, звуковые записи и т. д. Важно еще раз подчеркнуть, что структура объекта, который мы назвали документом, может носить самый произвольный характер: форматы для текстовых документов (обычный текстовый формат, формат Word, формат PDF, формат DjVu, формат HTML и т. д.), таблицы, графические файлы и т. п.

Типичным примером документальных информационных систем являются справочные юридические системы типа "Гарант", "Консультант+" и т. п. Поисковые интернет-системы также являются представителями документальных систем. Реальные информационные системы часто оперируют некоторой смесью фактографической и документальной информации, тем более что современные СУБД<sup>1</sup>, на основе которых, как правило, и строятся современные ИС, предоставляют мощные инструментальные средства для манипулирования информацией того и другого типа.

Наконец, информационные системы можно классифицировать и по той роли, которую они играют в профессиональной деятельности. Таким образом, можно выделить следующие системы.

- ❑ **Системы управления.** ИС данного типа предназначены для решения задач автоматизации процессов управления. Выделяют также классы систем управления персоналом и систем управления технологическими процессами.
- ❑ **Вычислительные информационные системы.** Данные системы предназначены для проведения оперативных расчетов и обмена информацией между рабочими местами в рамках одной организации. В данном классе выделяются также системы автоматического проектирования (САПР).
- ❑ **Поисково-справочные информационные системы.** Данные системы предназначены для сбора, хранения и поиска информации справочного характера. Такие системы незаменимы в конкретных областях знаний: медицине, юриспруденции, программировании и др.
- ❑ **Системы принятия решения.** Системы этого класса предназначены для автоматизации поиска решения руководящего состава. Особенностью задач принятия решений являются: недостаточность имеющейся информации, ее противоречивость и нечеткость, слабая формализация и наличие качественных оценок. В качестве ИС для принятия решений используются системы, построенные на основе алгоритмов искусственного интеллекта и баз знаний. Часто такие системы поддерживают естественно-языковой интерфейс.

---

<sup>1</sup> Подробнее о СУБД см. главу 5.



□ **Информационные обучающие системы.** К информационным обучающим системам относятся: системы программного обучения, системы для деловых игр и тренажерные комплексы.

О других способах классификации информационных систем вы узнаете в следующих разделах.

## Типы данных ИС

Типы данных, к которым предоставляет доступ информационная система, можно поделить на следующие классы.

□ **Оперативные данные.** Оперативные данные отражают состояние некоторого объекта предметной области в данный, текущий момент времени. Тут следует уточнить, что, говоря о текущем моменте времени, мы в действительности имеем в виду некий интервал времени, в течение которого эти данные являются актуальными. Примером могут служить бухгалтерские данные, которые актуальны в течение всего отчетного периода. В течение указанного интервала времени оперативные данные могут изменяться (уточняться). По истечении указанного интервала времени оперативные данные могут стать архивными данными, перейти в категорию исторических данных, быть преобразованными к агрегированным данным или послужить основой для генерации прогнозируемых данных.

□ **Архивные данные.** Источником для архивных данных служат все остальные типы данных, которые потеряли свою актуальность или устарели. Спустя отчетный период времени, те же бухгалтерские данные теряют свою актуальность и востребованность и переходят в категорию архивных.

□ **Агрегированные данные.** Это данные, подготовленные для проведения анализа. Из таких данных удаляется вся детализация. Например, для анализа того как менялась в течение года оплата труда, совсем не нужно знать, какую зарплату получал в течение года конкретный служащий. Для этого требуются некоторые суммарные показатели, относящиеся к различным категориям работников.

□ **Исторические данные.** Это данные, зафиксированные во времени. Исторические данные, как правило, уже не меняются. Это данные, относящиеся к интервалам времени, более ранним, чем текущий интервал. В отличие от архивных данных, исторические данные востребованы. Они используются для проведения долговременного анализа. Если оперативные данные актуальны за период, который не превосходит несколько месяцев или год, то исторические данные хранятся за много лет.

□ **Прогнозируемые данные.** На основе оперативных, агрегированных и исторических данных могут быть сделаны определенные прогнозы (напри-

мер, прогноз о возможной прибыли в следующем году). Прогнозируемые данные генерируются в результате выполнения некоторого алгоритма. Поскольку существуют разные методики прогнозирования, то на основе одних и тех же данных могут быть получены разные прогнозируемые данные.

## 1.6. Функции ИС

Одной из задач проектирования информационной системы является определение ее функций. Эта задача решается исходя из того, какой вид деятельности предполагается автоматизировать, и на основе той информации, которую разработчики получили от заказчика. Но можно выделить и функции на более низком уровне, абстрагируясь от тех конкретных задач, которые решает ИС в конкретной прикладной области. Таким образом, все функции любой информационной системы можно разбить на следующие классы.

- **Функции редактирования данных.** Под функцией редактирования данных мы понимаем, с одной стороны, целый комплекс операций, изменяющих содержимое информационной базы, с другой стороны, возможность информационной системы принимать команды и сигналы на редактирование данных со стороны пользователя через различные датчики или по телекоммуникационным каналам. В зависимости от характера информационной системы операции редактирования данных могут иметь свою особенность. Например, может отсутствовать операция<sup>1</sup> удаления данных, вместо этого данным может присваиваться различный статус (статус "удалена" делает информацию невидимой при обычном просмотре, но позволяет в случае необходимости извлечь удаленную информацию).
- **Функции получения информации из информационного хранилища или поисковые функции.** Операция получения нужной информации имеет три составляющих: команда поиска, получаемая информационной системой со стороны пользователя или по другим каналам, поиск информации в информационном хранилище, представление полученных данных для пользователя. Обычно ИС имеет стандартный набор команд извлечения нужной информации. Но в системах, ориентированных на аналитическую работу, может быть и специальный встроенный язык для формирования собственных пользовательских запросов. Стандартными языками для получения нужных данных являются языки SQL (Structured Queries Language, язык структурированных запросов) и QBE (Query By Example, запрос по образцу), о которых мы подробно будем говорить в *главе 3*.

---

<sup>1</sup> Возможно также удаление данных в два этапа.

□ **Функции безопасности.** Подробно о проблемах безопасности мы поговорим в *разд. 1.8*. В *главе 5* мы рассмотрим возможности СУБД по обеспечению безопасности информационных систем. Существуют три составляющие функции безопасности:

- защита доступности данных;
- защита целостности данных;
- защита конфиденциальности информации.

Из этого перечня, кстати, следует, что функции безопасности должны присутствовать в любой информационной системе.

□ **Расчетные функции.** Функции данного типа заключаются в обработке информации, которая находится в системе по определенным алгоритмам. Типичным примером расчетных задач ИС является статистическая обработка данных, находящихся в информационном хранилище. Широко применяющейся разновидностью информационных систем с расчетными функциями являются системы автоматического проектирования.

□ **Технологические функции.** Данные функции заключаются в автоматизации всего технологического цикла или отдельных его компонентов. Типичным примером системы с технологическими функциями являются ИС по автоматизации документооборота.

□ **Аналитические функции.** Эти функции заключаются в проведении операций над данными, результатом которых является прогностическая информация, т. е. некоторое суждение о состоянии объекта в будущем.

Первые две группы функций информационных систем могут послужить в качестве классификационных признаков, т. к. и функции редактирования, и функции поиска присущи в той или иной степени всем ИС. Большая часть используемых в настоящее время ИС ориентирована на выполнение операций редактирования и стандартного набора поисковых операций. Такие информационные системы принято называть *оперативными*. Используется также термин *OLTP-системы* (Online Transaction Processing — система для онлайн-овой, другими словами в режиме реального времени, обработки *транзакций*<sup>1</sup>). С другой стороны, все больше в эксплуатации появляется систем, ориентированных не на обработку операций редактирования данных, а на получение аналитических запросов. Причем запросы эти трудно предугадать (заранее запрограммировать), они формируются в результате возникших потребностей управления или другой деятельности. Такие информационные системы называются аналитическими или *OLAP-системами* (Online Analytical

---

<sup>1</sup> Подробнее о транзакциях см. главу 5.

Processing — аналитическая обработка в режиме реального времени, или оперативная аналитическая обработка, см. главу 7).

### **ЗАМЕЧАНИЕ**

Под транзакцией в теории баз данных понимают последовательность элементарных операций над данными, рассматриваемых системой, как одна неделимая операция. Обычно в качестве транзакции выбирают операцию, которая может быть описана в терминах пользователя, например, начисление заработной платы, прием на работу, снятие со счета денег и т. п.

## **1.7. Структура ИС**

### **Общая структура ИС**

Обратимся теперь к определению информационной системы, которое мы дали в разд. 1.2. Из определения, в частности, следует, что в информационной системе имеются два компонента: программное обеспечение и электронное информационное хранилище. Обратимся к рис. 1.1, где сказанное представлено в графическом виде.

Любая информационная система рассчитана на использование ее в какой-либо профессиональной области. Значит, ИС рассчитана на взаимодействие с какими-либо пользователями. Причем под пользователями в общем случае следует понимать не только людей, но и другие информационные системы, с которыми данная ИС обменивается информацией.

Блок ПО (программное обеспечение) поделен на рис. 1.1 на три части: ИП — интерфейс пользователя, ИД — интерфейс с данными, БЛ — бизнес-логика. Конечно, данное деление в общем случае является условным и не означает, что в реальном программном обеспечении обязательно можно явно выделить все три указанные части. Однако умозрительное наличие таких частей вытекает из очень простого рассуждения. Если программа взаимодействует с пользователем и данными, значит, какие-то ее части отвечают за это взаимодействие. С другой стороны, как мы впоследствии будем неоднократно убеждаться, структура информационного хранилища практически никогда не совпадает со структурой данных, предоставляемых пользователю. Следовательно, в программном обеспечении должно быть предусмотрено преобразование информации из одного формата к другому и обратно. Вот эта часть программного обеспечения, которую мы выделили чисто логически, и принято называть *бизнес-логикой*.

Формально информационные системы можно разделить на автономные и сетевые. Причем к *сетевым информационным системам мы относим и такие, которые эпизодически синхронизируют свои информационные хранилища*

с другими хранилищами посредством каких-либо каналов связи (в том числе и с помощью переносных устройств внешней памяти). Спрос на автономные ИС не велик в силу почти полного отсутствия несетевых компьютеров. Таким образом, встает вопрос о том, какую роль играет компьютерная сеть в построении информационных систем. Подробнее о взаимодействии отдельных частей информационной системы в сети речь пойдет в *главе 6*. Здесь же хотелось бы поговорить о различных подходах построения архитектуры ИС в сети. В результате мы получим еще один показатель, на основе которого можно классифицировать информационные системы.

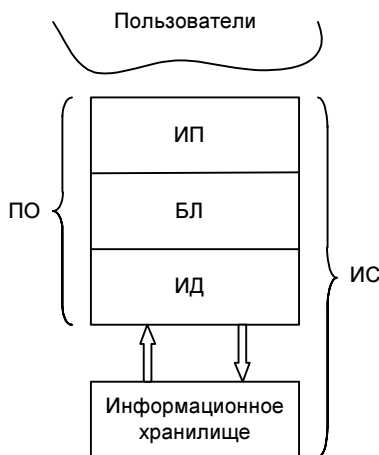


Рис. 1.1. Структура информационной системы

## Файл-серверная архитектура

Основным сервисом локальных компьютерных сетей является файловый сервис, осуществляемый файловыми серверами. Файловый сервер предназначен для того, чтобы хранить файлы и предоставлять к ним доступ пользователям сети. Поэтому естественным решением построения информационной системы это расположение информационного хранилища на файловом сервере. Все программное обеспечение информационной системы будет располагаться, таким образом, на сетевых компьютерах. Пользователи компьютерной сети, на компьютерах которых будет установлено программное обеспечение информационной системы, получают, таким образом, одновременный доступ к информационному хранилищу. Такая архитектура информационной системы называется *файл-серверной*. Данная архитектура широко применяется для создания информационных систем с относительно не большим количеством

одновременно работающих пользователей (несколько десятков)<sup>1</sup>. Причина такого ограничения заложена в том, что все программное обеспечение, в том числе те его модули, которые отвечают за обработку данных, располагается на каждом из сетевых компьютеров. Таким образом, для выполнения операций с данными необходимо получить копию этих данных на сетевой компьютер. Разумеется, это приводит к увеличению сетевого трафика. К тому же в обработке данных, таким образом, оказываются задействованы и сетевые компьютеры, и локальная сеть, и, конечно, сам файловый сервер.

### **ЗАМЕЧАНИЕ**

Для того чтобы увеличить производительность информационной системы файл-серверного типа, используется терминальное подключение к серверу. В этом случае вся программа выполняется на сервере, а пользовательский компьютер получает лишь результирующие окна с информацией, да возможность стандартными средствами управлять этими окнами. Использование терминального сервера может значительно увеличить производительность системы и тем самым позволить одновременно работать большому количеству пользователей. С точки же зрения самой архитектуры ИС, использование терминального сервера не вносит ничего нового, т. к. внутри информационной системы мы по-прежнему имеем взаимодействие файл-серверного типа.

## **Клиент-серверная архитектура**

Для построения информационных систем с большим количеством пользователей применяется другая архитектура. Эта архитектура базируется на использовании *серверов баз данных* (см. главу 5). Особенность серверов баз данных заключается в их способности выполнять специальные запросы к данным. Язык запросов (см. главу 4) устроен таким образом, что одна команда этого языка может заключать в себе множество элементарных операций над данными<sup>2</sup>. Таким образом можно значительно снизить сетевой трафик, а для увеличения производительности информационной системы потребуется увеличение производительности только сервера баз данных. Кроме этого, современные серверы баз данных позволяют хранить на стороне сервера программные модули (*храняемые процедуры, триггеры*<sup>3</sup> и др.), которые по команде со стороны пользователя (клиента) могут быть запущены на выполнение. В результате появляется реальная возможность выполнять на стороне сервера

---

<sup>1</sup> Такой критерий довольно условен, т. к. следует принять во внимание характер работы пользователей: как часто идет обращение к данным, какие операции выполняются, наконец, следует учитывать пропускную возможность сети.

<sup>2</sup> Например, можно дать команду на удаление множества записей, удовлетворяющих определенному критерию.

<sup>3</sup> Подробнее о программировании на стороне сервера см. главу 5.