С. В. Симонович

ОБЩАЯ ИНФОРМАТИКА

Новое издание

Универсальный курс



ПИТЕР®

С. В. Симонович

ОБЩАЯ ИНФОРМАТИКА

Новое издание

ПИТЕР®
Москва · Санкт-Петербург · Нижний Новгород · Воронеж
Ростов-на-Дону · Екатеринбург · Самара · Новосибирск
Киев · Харьков · Минск
2008

ББК 32.973.2я7
УДК 004.3(075)
С37

Симонович С. В.
С37 Общая информатика. Новое издание. — СПб.: Питер, 2008. — 428 с.: ил.

ISBN 978-5-469-01335-8

Пособие представляет собой базовый курс информатики для общеобразовательных и специальных учебных заведений. Главными особенностями курса являются: новое формулирование предмета информатики, адекватное требованиям информационного этапа развития общества, и расширенный подход к рассмотрению предметных содержательных линий: теоретической, методологической, математической, технической, технологической, коммуникационной и социальной.

Пособие соответствует действующим программам курса информатики и требованиям к уровню подготовки учащихся. Оно может быть использовано также для подготовки к вступительным экзаменам или для самообразования.

ББК 32.973.2я7
УДК 004.3(075)

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-469-01335-8

© Издательство «Развитие», 2008
© ООО «Питер Пресс», 2008

Содержание

Введение 8
I. Информатика 8
II. Эволюция информатики как науки 12
III. Характеристика курса 14

Тема 1. Информационное развитие общества 17
§ 1. Общественный информационный обмен 17
§ 2. Этапы информационного развития общества 20
§ 3. Информационное общество 27
§ 4. Черты информационного общества 31
§ 5. Противоречия информационного общества 38
Краткое содержание темы 40
Контрольные вопросы и задания 41

Тема 2. Информационный обмен 44
§ 6. Развитие представлений об информационном обмене 44
§ 7. Энергетика информационного обмена 46
§ 8. Информационные связи 48
§ 9. Обобщенная модель информационного обмена 56
Краткое содержание темы 63
Контрольные вопросы и задания 64

Тема 3. Информация и ее свойства 66
§ 10. Данные в информационном обмене 66
§ 11. Информация 68

§ 12. Исторический очерк развития представлений об информации 76
§ 13. Альтернативные подходы к определению информации 79
§ 14. Свойства информации 84
Краткое содержание темы 94
Контрольные вопросы и задания 95

Тема 4. Информационный обмен в системах управления 97
§ 15. Информационная сущность управления 97
§ 16. Классификация систем управления 98
§ 17. Интерфейсы систем управления 105
Краткое содержание темы 115
Контрольные вопросы и задания 116

Тема 5. Основы объектного моделирования 119
§ 18. Основные понятия объектного моделирования 119
§ 19. Объединение объектов 128
§ 20. Контейнерные объекты и их свойства 133
§ 21. Принципы адресации к объектам 137
§ 22. Простейшие структуры данных 142
§ 23. Сложные структуры данных 149
Краткое содержание темы 155
Контрольные вопросы и задания 158

Тема 6. Кодирование и запись информации 160
§ 24. Основные понятия кодирования и записи информации 160
§ 25. Принципы кодирования информации 164
§ 26. Основы цифрового кодирования 171
Краткое содержание темы 179
Контрольные вопросы и задания 181

√ **Тема 7. Цифровое кодирование чисел и текстов** 183
§ 27. Кодирование целых чисел 183
§ 28. Кодирование действительных чисел 186
§ 29. Ранние системы кодирования текстов 191
§ 30. Отечественные схемы 8-разрядного кодирования текстов 199
§ 31. Технология кодирования Unicode 201
Краткое содержание темы 207
Контрольные вопросы и задания 208

√ **Тема 8. Цифровое кодирование изображений** 210
§ 32. Основы кодирования изображений 211
§ 33. Кодирование растровых изображений 216
Краткое содержание темы 226
Контрольные вопросы и задания 227

√ **Тема 9. Кодирование мультимедийной информации** 230
§ 34. Кодирование звукозаписей 230
§ 35. Кодирование видеозаписей 242
§ 36. Сжатие данных при кодировании 244
§ 37. Обратимые методы сжатия данных 250
§ 38. Необратимые методы сжатия данных 252
§ 39. Сжатые потоки данных 256
Краткое содержание темы 258
Контрольные вопросы и задания 260

√ **Тема 10. Двоичная логика и основы схемотехники** 263
§ 40. Основы математической логики 264
§ 41. Основные операции математической логики 265
§ 42. Двоичная логика 270
§ 43. Технологии двоичной логики 272

§ 44. Двоичная логика в компьютерной графике 278
§ 45. Введение в схемотехнику 281
§ 46. Логические вентили 284
§ 47. Комбинирование логических вентилей 287
§ 48. Элементная база вычислительной техники 290
Краткое содержание темы 294
Контрольные вопросы и задания 296

Тема 11. Аппаратное обеспечение ПК 300
§ 49. Архитектура персонального компьютера 300
§ 50. Расширение персонального компьютера 307
§ 51. Устройства персонального компьютера 311
Краткое содержание темы 313
Контрольные вопросы и задания 313

Тема 12. Программное обеспечение ПК 315
§ 52. Структура программного обеспечения компьютерной системы 315
§ 53. Виды прикладных программ 319
§ 54. Операционная система компьютера 328
§ 55. Этапы развития операционных систем 330
§ 56. Перспективы развития операционных систем 337
Краткое содержание темы 340
Контрольные вопросы и задания 341

Тема 13. Информационные технологии Windows 343
§ 57. Функциональные особенности операционных систем 343
§ 58. Объектная модель Windows 345
§ 59. Информационная модель управления Windows 348
§ 60. Виртуальная память Windows 354
§ 61. Многократное использование программного кода 356

§ 62. Обобщение программных ресурсов Windows 358
§ 63. Буферизация обмена данными 361
Краткое содержание темы 363
Контрольные вопросы и задания 365

Тема 14. Технологии электронного документооборота 367
§ 64. Электронные сообщения и документы 367
§ 65. Информационные модели электронных документов 373
§ 66. Информационные технологии электронного документооборота 376
Краткое содержание темы 380
Контрольные вопросы и задания 382

Тема 15. Автоматизация работы с документами 384
§ 67. Оформление электронных документов 384
§ 68. Текстовые абзацы, их функции и свойства 389
§ 69. Оформление списков, записей и таблиц 394
§ 70. Взаимодействие изображений с текстом 399
§ 71. Представление нетекстовых объектов в документе 402
§ 72. Числовые диаграммы 406
§ 73. Автоматизация документооборота 410
§ 74. Применение шаблонов документов 416
§ 75. Технология подготовки документов слияния 420
Краткое содержание темы 423
Контрольные вопросы и задания 425

Введение

I. Информатика

Каждый из нас, конечно же, не раз замечал, что одни и те же объекты и явления могут изучаться разными дисциплинами. Так, например, в физике мы приступаем к изучению атомов элементов уже после того, как познакомились с ними на занятиях по химии. Изучая физическое взаимодействие между телами, мы обязательно учитываем геометрию этого взаимодействия, а происходящие физические процессы выражаем формулами, записывать которые научились на уроках математики.

Нас не удивляет, что культурные растения и полезные животные рассматриваются не только в биологии, но и в географии. Мы понимаем, что у разных научных и учебных дисциплин может быть много общего. Но мы также знаем, что у каждой дисциплины есть что-то свое — то, что характеризует и выделяет ее среди других наук. Начинать изучение новой дисциплины желательно с выделения ее особенных характеристик и с выявления ее индивидуального места в общей системе научного знания.

Предмет информатики

Основным понятием любой научной или учебной дисциплины является ее *предмет*. Не обозначив предмет дисциплины, нельзя дать ей определение и аргументированно утверждать, что относится к ее ведению, а что — нет.

На первый взгляд, предмет научной дисциплины — это то, что она изучает. На самом деле это распространенное заблуждение. Сущности, которые изучает дисциплина, называются ее *объектами*. Их может быть немало. А предмет у дисциплины

только один. Он выражает ту сущность, по поводу которой люди вступают в отношения с окружающей средой, друг с другом и с обществом в целом.

Предмет науки связан с первичными потребностями людей

Хотите найти предмет научной дисциплины — ищите первичные интересы и потребности людей, связанные с нею, и дайте им обобщенную характеристику. Так, потребность в подсчете предметов и количественной оценке их форм привела к созданию математики, а потребность в количественной оценке физических свойств предметов и явлений — к созданию физики.

На уроках физической географии изучают горы и реки, моря и атмосферу. Однако ничто из перечисленного не является предметом этой науки. Самая главная потребность людей — это потребность жить. Возможность ее удовлетворения определяется уникальными особенностями нашей планеты. Поэтому предметом физической географии являются не горы и не реки, а оболочка планеты Земля и ее составные части.

Предмет информатики тоже связан с людьми и обществом. Он представляет информационный обмен между людьми, возникающий в связи с их совместной деятельностью. Разумеется, информационный обмен может происходить автоматически, без участия людей, например между техническими устройствами и компьютерными программами. Это действительно так, но если рассмотреть информационные процессы внимательно, то и в автоматическом информационном обмене мы найдем интересы общества и отдельных его представителей. Все устройства, в том числе и автоматические, устанавливаются и настраиваются людьми, имеющими как личные, так и общественные интересы.

Определение информатики

Знание предмета информатики позволяет дать определение этой научной и учебной дисциплины.

Информатика — наука, изучающая технические принципы, приемы и средства организации общественного информационного обмена.

Давайте обсудим это определение. Прежде всего, обратим внимание на то, что речь идет только об информационном обмене, происходящем в обществе. Это позволяет исключить из предмета информатики ряд видов информационного обмена, характерных для живой природы.

Известно, что при размножении живых организмов действует механизм генетического наследования. Это тоже информационный обмен, но этот вид информационного обмена относится к сфере биологических наук и информатикой не рассматривается.

Вместе с тем, информатика не отвергает результаты других научных дисциплин в области информационного обмена. Она использует их для достижения своей цели: повышения эффективности общественного информационного обмена. Так, система чувств восприятия человека не относится к предмету информатики, но при выработке своих рекомендаций информатика обязательно учитывает факты, предоставляемые физиологией, психологией и другими науками о человеке.

Объекты информатики

Объекты, рассматриваемые информатикой, вытекают из ее определения как науки. Прежде всего, это технические принципы, приемы и средства, необходимые для организации информационного обмена в обществе.

Аппаратное обеспечение

В первую очередь, к техническим средствам, изучаемым информатикой, относятся компьютеры и компьютеризированные устройства, их узлы и агрегаты, а также элементная база. Все это образует категорию *аппаратного обеспечения вычислительной техники*.

Computer science

В некоторых научных школах аппаратным средствам приписывают столь значительную роль, что даже рассматривают их в качестве предмета информатики. Это превращает информатику в техническую дисциплину — «науку о компьютерах». В США, Великобритании и ряде других стран существует подобная дисциплина под названием «*computer science*».

Для нас такой подход категорически неприемлем. У российской науки свои богатые многовековые традиции. Одна из

них — умение различать в предмете науки интересы человека и его потребности.

Программное обеспечение

Приемы организации эффективного информационного обмена, предлагаемые информатикой, основаны на автоматизации обработки данных путем *программного управления техническими средствами*. Для информатики характерна особенность, отличающая ее от других технических дисциплин: программное и аппаратное обеспечение вычислительной техники рассматриваются порознь.

Если вы знаете, что программное и аппаратное обеспечение тесно взаимосвязаны и не могут работать друг без друга, не ищите здесь противоречия. Эти категории средств действительно могут работать только совместно, но они разрабатываются, распространяются, устанавливаются и настраиваются все-таки порознь. Это принципиально. Это особенность информатики.

Принцип раздельного рассмотрения аппаратных и программных средств

Принцип раздельного рассмотрения аппаратных и программных средств, введенный более полувека назад, стал основополагающим принципом информатики. Он обеспечил общественное разделение труда: разработкой аппаратных средств заняты одни специалисты, а программных средств — другие. Именно благодаря этому принципу вычислительная техника сегодня развивается такими темпами, которые пока недостижимы для других технических отраслей.

Информационное обеспечение

Трудно, с одной стороны, провозглашать независимость разработки программных и аппаратных средств, а с другой — требовать, чтобы во время работы они обладали безупречной совместимостью. Независимость и совместимость — требования взаимно противоречивые. Устранить противоречие позволяет третья категория объектов информатики. Это принципы, концепции, форматы, стандарты, протоколы и другие виды общественных соглашений. Совокупно эту категорию объектов называют информационным обеспечением вычислительной техники, или просто *информационным обеспечением*.

Возьмем, к примеру, известную операционную систему для персональных компьютеров — *Windows*. Формально *Windows* — это обширный программный комплекс для управления персональными компьютерами. Однако, чтобы набор программ стал общепризнанной операционной системой, вся отрасль должна принять следующие соглашения:

- принципы взаимодействия устройств и программ;
- технические требования и условия;
- форматы представления данных;
- соответствующие стандарты и протоколы.

Мы привели операционную систему *Windows* лишь в качестве известного примера. То же самое можно сказать о других операционных системах, о системах программирования, автоматизированного проектирования, автоматического управления и иных средствах автоматизации.

II. Эволюция информатики как науки

Знание предмета информатики и ее объектов позволяет нам указать ее место в системе научного знания. По своему предмету информатика является социальной наукой, а по своим объектам — наукой технической. Таким образом, информатика относится к категории социально-технических научных дисциплин. К этой же категории относятся, например, экология, эргономика, охрана труда. Научные аспекты архитектуры тоже относятся к социально-техническому направлению.

Технический этап развития информатики

Первые годы (1945–1965) информатика развивалась как техническая наука. В то время ее основной задачей была автоматизация вычислений, а основные достижения использовались в фундаментальных научных исследованиях (физика, математика, астрономия) и в технике (машиностроение). Без развития информатики были бы невозможны такие достижения отечественного машиностроения, как пилотируемая космонавтика, ядерная энергетика, исследование планет солнечной системы, создание мощной оборонной техники.

Технологический этап развития информатики

Почти треть века, с 1965 г. по 1995 г., информатика развивалась как технологическая дисциплина. В этот период ее содержанием стала автоматизация обработки данных. Доступность средств вычислительной техники позволила широко использовать достижения информатики в прикладных научных дисциплинах. Результатом их внедрения стала автоматизация производственных процессов, процессов управления и общественного документооборота. Сегодня технологические аспекты выделяют в отдельные разделы информатики, которые совокупно называют *информационными технологиями*.

Социально-технический этап развития информатики

В середине 90-х годов прошлого века в развитии информатики начался современный этап, который мы называем *социально-техническим*. Современная информатика занимается организацией процессов информационного обмена, происходящих в обществе, и ставит своей целью повышение их эффективности. Это достигается с помощью средств вычислительной техники.

Столь решительные изменения в предмете информатики могут показаться неожиданными. Однако они вполне соответствуют тем достижениям, которые внедряются в общество в результате научно-технического прогресса. Среди них:

- кабельные и беспроводные сети Интернета;
- сетевые информационные службы и сервисы;
- системы мобильной радиотелефонной связи;
- сети спутникового и кабельного телевидения;
- электронная коммерция;
- электронные платежные системы;
- системы защиты информации;
- электронные средства идентификации личности.

Все эти достижения повлияли на характер общественных отношений людей и вывели современную информатику на уровень социально-технической научной дисциплины.

III. Характеристика курса

Мировоззренческие особенности курса

В основе курса лежит материалистическое мировоззрение. Все необходимые понятия и концепции вводятся, исходя из материалистической картины мира, состоящего из вещества и энергии и развивающегося в ходе обменных процессов:

- энергетический обмен — развитие неживой природы;
- обмен веществ — развитие живой природы;
- информационный обмен — развитие общественных структур.

В книге дается отпор введению в научный оборот и внедрению в практику представлений об информации как о «третьей неопределимой составляющей природы». Показано, как подобные представления способствуют формированию антинаучного мировоззрения.

Впервые дано научное определение понятию «информационное общество». Установлен факт состоявшегося перехода российского государства к информационному этапу общественного развития. Показаны особенности и закономерности этого этапа.

Дано новое определение предмету информатики. Констатирован факт превращения технической и технологической дисциплины в социально-техническую науку, определяющую характер научно-технического прогресса и перспективы развития России в ближайшие десятилетия.

Методологические особенности курса

Главной методологической особенностью курса является параллельное рассмотрение двух классов информационных систем: *диспозитивных* и *императивных*.

Диспозитивные информационные системы

В диспозитивных системах источник информации и ее потребитель занимают общий уровень, а цель информационного взаимодействия заключается в обмене сообщениями, сведениями, состояниями, знаниями. В императивных системах один из участников информационного обмена играет ведущую

роль, а другой — подчиненную, в то время как сама система служит для обмена управляющими воздействиями.

Императивные информационные системы

В действующих курсах информатики основное внимание традиционно уделяется диспозитивным информационным процессам, включая создание, хранение, обработку, передачу и воспроизведение информации с целью получения сведений и накопления знаний. Вместе с тем, в реальной жизни более 99% информационного обмена человека составляют императивные процессы, связанные с управлением. Их подробный анализ — характерная особенность данного курса.

Интегрированная система курса

Содержательные линии информатики

Количество объектов, охватываемых предметной областью информатики, столь велико, что их изучение требует специального структурирования курса. В информатике традиционно принято разбивать общий курс на отдельные содержательные линии общим количеством от пяти до семи.

Интеграция содержательных линий

Настоящий курс имеет две характерные особенности. Первая заключается в максимальной широте охвата предметной области: семь содержательных линий. Вторая особенность курса — его цельность. Впервые в отечественной информатике разрозненные содержательные линии объединены единым интегрирующим понятием: ***общественным информационным обменом*** (см. табл. 1 на с. 16).

Структура курса

Структура курса представлена тремя книгами:

1. «Информатика-XXI: Общий курс».
2. «Информатика-XXI: Расширенный курс».
3. «Информатика-XXI: Практический курс».

Дополнительные источники

В «Расширенном курсе» рассматриваются специальные информационные технологии, связанные с автоматизацией общественного информационного обмена. «Практический курс» содержит конкретные указания по работе с современными программными средствами вычислительной техники, разбор примеров, варианты тестовых и контрольных заданий. Читатель также найдет в нем методические указания и ответы на контрольные вопросы «Общего курса».

Таблица 1. *Интеграция содержательных линий информатики в общую систему курса*

Содержательная линия	Тематика содержания	Характеристика предметной области
Теоретическая	Информация и данные, свойства информации, свойства данных, информационные методы, линии и каналы связи, информационная сущность управления, системы управления	Информационный обмен в природе и обществе
Методологическая	Теория объектного моделирования. Объекты и элементы, свойства объектов, сложные объекты, коллекции и композиции, объекты-контейнеры, контейнерные свойства объектов, адресация, принципы и методы адресации	Информационные связи в информационном обмене
Математическая	Математическая логика, двоичная логика, логические выражения, законы математической логики, кодирование информации, цифровое кодирование	Унификация принципов информационного обмена
Техническая	Электроника, транзисторная логика, схемотехника, элементная база вычислительной техники, архитектура вычислительных систем, принцип действия ПК, системные и служебные программы, средства ввода-вывода информации, носители данных	Автоматизация этапов информационного обмена
Технологическая	Приемы создания, хранения, преобразования, передачи и воспроизведения информации, прикладные программы, программирование, защита данных	Повышение эффективности информационного обмена
Коммуникационная	Компьютерные сети, принципы компьютерной связи, протоколы связи, сетевые службы и сервисы, средства удаленного доступа и администрирования, системы поиска и отбора информации	Удаленный информационный обмен в режиме реального времени
Социальная	Информационное общество, правовой режим информационных объектов, электронный документооборот, электронная коммерция, электронные платежные системы, информационная безопасность личности и государства	Информационный обмен как средство реализации общественных отношений

Информационное развитие общества

1

Общество — это совокупность исторически сложившихся форм совместной деятельности людей.

В этом простом определении объявлен очень важный для информатики принцип. Это принцип совместности деятельности людей. Он столь важен потому, что *совместность деятельности обеспечивается информационным обменом*, а именно он определяет предметную область и содержание информатики как научной и учебной дисциплины.

Принцип совместности

§ 1. Общественный информационный обмен

Можно смело утверждать, что общество обязано информационному обмену своим существованием. С возникновением информационного обмена образуется общество, а с его прекращением оно разрушается. В зарождении и образовании цивилизации на Земле информационный обмен сыграл решающую роль. Он продолжает играть ее и сегодня в развитии человеческой цивилизации.

Роль информационного обмена

Общество

Слова «общество» и «общение» — однокоренные. Потребность в общении с другими людьми — одна из глубинных потребностей человека. Общаясь, люди объединяются в группы и сообщества. Цель этого объединения — совместная деятельность.

Образование сообществ

Сообщества — образования динамические. Они возникают по поводу совместной деятельности и существуют ровно столько, сколько эта деятельность длится.

Динамичность сообществ

Формы совместной деятельности

Совместная деятельность не обязательно должна быть целенаправленной, активной и производительной. Она может быть пассивной, протестной и даже деструктивной. При наличии информационного обмена общественные связи могут образовываться спонтанно: для этого достаточно совместного переживания эмоций и выражения общих чувств. Характерные примеры: музыкальные концерты и театральные постановки, фестивали и карнавалы, политические демонстрации, митинги, протестные акции спортивных болельщиков.

Общественные отношения

Совместная деятельность людей может иметь весьма разнообразные формы. Люди могут просто совместно проживать на общем географическом пространстве, они могут совместно трудиться, учиться и отдыхать. Многообразие форм совместной деятельности людей проявляется в многообразии отношений, возникающих между ними по поводу этой деятельности. Такие отношения называются *общественными отношениями*.

Общественные отношения — это многообразные связи, возникающие между группами людей, а также внутри них в процессе совместной деятельности.

Первичные общественные отношения

Создавая своим трудом ресурсы, необходимые обществу, люди вступают в *производственные отношения*, а распределяя эти ресурсы, они вступают в *экономические отношения*. Производственные и экономические отношения считаются *первичными общественными отношениями*.

Вторичные общественные отношения

Первичные общественные отношения напрямую определяют саму возможность существования и развития общества. Наряду с ними действуют *вторичные общественные отношения*, к которым относят политические, правовые, культурные и многие другие.

Информационные процессы в обществе

У всех видов общественных отношений есть общая черта: их действие обязательно сопровождается информационными процессами. Без информационных процессов общественные отношения не могут ни возникать, ни существовать, ни развиваться.

Информационными средствами люди:

Признаки действия информационных процессов в обществе

- формулируют цели и задачи совместной деятельности;
- концентрируют или распределяют ресурсы, необходимые для этой деятельности;
- прогнозируют последствия деятельности;
- согласовывают и синхронизируют свои усилия;
- контролируют полученные результаты;
- обобщают достигнутый опыт.

Информационные связи

Необходимым условием протекания информационных процессов в обществе является наличие информационных связей между людьми. Без них невозможны ни общественные отношения, ни существование общества.

Источниками (поставщиком) информационных связей является непосредственно среда информационного обмена. Она может быть как естественной (натуральной), так и искусственной (технической). По мере развития научно-технического прогресса все более важное значение для общества приобретают технические среды общения: радио, телевидение, телефон, кабельные и спутниковые коммуникационные системы, компьютерные сети и Интернет.

Источники информационных связей

Информационные связи бывают двусторонними и многосторонними. Они связывают между собой двух и более участников информационных процессов. Сам факт того, что две и более сторон совместно используют общую информационную связь, уже является основанием, чтобы говорить о возникновении между ними общественного отношения.

Виды информационных связей

Формы информационного обмена

Информационные процессы в обществе развиваются в форме информационного обмена. При этом одна сторона передает информацию, а другая ее получает. В процессе общения функции сторон могут меняться.

В общественном информационном обмене различают две формы: *диспозитивную* и *императивную*. При диспозитивном обмене

его стороны имеют равные положения в общем процессе, а у сторон императивного обмена положения не равны.

Диспозитивный информационный обмен

Цель диспозитивного информационного процесса — обмен сведениями или состояниями между его участниками. Именно так мы обычно общаемся с друзьями в устной беседе или почтовой переписке. В диспозитивной форме обычно проходят дискуссии и обсуждения. В этой форме люди получают информацию, когда читают книги, просматривают телепередачи, слушают музыку.

Императивный информационный обмен

В императивном информационном обмене одна из сторон играет активную, ведущую роль, а вторая — пассивную, ведомую. Цель императивного процесса — управление. В императивной форме происходит информационный обмен в системах управления всех видов: в естественных (натуральных), общественных (административных), а также в технических.

Неразрывность императивных и диспозитивных информационных процессов

В общественном информационном обмене диспозитивная и императивная формы информационных процессов неразрывны. Они позволяют всем членам общества знать о текущем состоянии других групп, участвовать в общественных отношениях и управлять общественными отношениями или своим положением в них.

Важно!!!

В этой книге мы рассматриваем диспозитивные и императивные информационные процессы порознь, но сделано это только в учебных целях, чтобы аккуратно познакомиться с их свойствами, понятиями и особенностями. В практической деятельности недопустимо разделять императивные и диспозитивные информационные процессы. Нельзя управлять общественными или техническими системами, не собрав достаточного количества объективной информации об их свойствах и текущем состоянии.

§ 2. Этапы информационного развития общества

Общество развивается непрерывно. Движущей силой его развития является научно-технический прогресс (НТП). Под его воздействием меняются формы совместной деятельности людей: они становятся более эффективными.

Роль научно-технического прогресса

Совершенствование среды общения

Свое влияние на общество научно-технический прогресс в первую очередь оказывает через изменение характера информационных связей между людьми. Это изменение проявляется в совершенствовании естественной среды общения и в создании новых, технических сред общения.

Развитие средств информационного обмена

Рассматривая историю развития человеческой цивилизации как историю развития среды общения людей, мы можем выделить пять характерных этапов. И на каждом из них можно продемонстрировать факт соответствия доступных средств информационного обмена задачам общественного развития. Вот эти этапы (эпохи):

- эпоха каменного века;
- эпоха ручной письменности;
- эпоха механизированной письменности;
- эпоха индустриализации;
- эпоха автоматизации.

Эпоха каменного века

Этап 1

Эпоха каменного века началась 30–50 тысячелетий назад. Она характеризуется родоплеменным укладом жизни первобытных сообществ людей. Производственные отношения этого периода в основном заключались в организации совместной охоты на крупных животных, в совместном обустройстве жилищ и в создании орудий труда. Экономические отношения каменного века сводились, как правило, к распределению природных ресурсов, полученных в результате совместной охоты, рыбной ловли и собирательства.

Информационный обмен на сигнальном уровне

До появления технических средств общения действие информационных связей в обществе обеспечивалось естественными механизмами информационного обмена, полученными человеком в наследство от диких предков. В качестве средств общения использовались системы поз, жестов, мимики и звуков. В дальнейшем, по мере усложнения общественных отношений, системы звукового сигнального обмена начали преобразовываться в системы языкового общения.

Разумеется, письменных свидетельств эпохи каменного века не сохранилось в связи с отсутствием письменности в тот период, но характер археологических находок показывает, что технологические навыки неуклонно совершенствовались и распространялись. Значит, существовала система их устного закрепления и передачи, основанная на общности языка.

Этап 2

Эпоха ручной письменности

В VII–VIII тысячелетии до нашей эры на Земле произошла первая научно-техническая революция — неолитическая. После нее началась эпоха позднего каменного века (неолита).

Первая научно-техническая революция — неолитическая

Историческим содержанием эпохи неолита стал переход к оседлому земледелию и скотоводству. Причина перехода — более эффективный способ приобретения материальных благ, по сравнению с охотой и собирательством. Основанием для перехода стало наличие в обществе технологических навыков для изготовления орудий труда, постройки жилищ, земледелия и скотоводства. Навыки эти возникли не сразу, а вырабатывались веками и передавались между поколениями. Их закрепление и распространение стало возможным только благодаря существованию общности языка.

Возникновение частной собственности, государственности и письменности

Новый способ производства в корне изменил экономические отношения: сначала возникли имущественные отношения, а вместе с ними и отношения собственности на предметы, орудия и результаты труда. С появлением имущественных отношений в обществе произошли важные изменения. Право на владение имуществом надо не только защищать, для чего потребовалась государственность, но и регистрировать. Для этого потребовалась письменность.

Радикально изменился и характер экономических отношений. Если ранее их главная цель заключалась в распределении ресурсов общества между его членами, то с появлением государственности возникла обратная задача: обобщение части ресурсов, принадлежащих отдельным членам общества, для передачи их всему обществу в лице его органов власти. Эта задача требует наличия административной системы управления, а **управление всегда сопровождается информационным обменом.**

ЭТАПЫ ИНФОРМАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Эпоха каменного века



30 тыс. лет до н. э.

Управление совместной деятельностью на охоте, при сооружении и обороне жилищ

Передача технологических навыков изготовления и применения орудий труда, приемов организации групповой охоты, правил земледелия и скотоводства

I

Неолитическая революция

Эпоха ручной письменности



5 тыс. лет до н. э.

Обслуживание системы административных отношений между гражданами и органами власти. Обеспечение торговых и хозяйственных отношений в обществе

Передача технологических навыков, фиксация норм морали и права, закрепление религиозно-культовых протоколов, создание первых литературных произведений

II

Энциклопедическая революция

Эпоха механизированной письменности



XV век

Введение бумажных денег в систему экономических отношений. Унификация правовых систем и появление первых конституций. Развитие парламентаризма, провозглашение прав человека

Пропаганда знаний. Массовое образование. Первые энциклопедии. Начало издания газет и журналов

III

Промышленная революция

Эпоха индустриализации



XIX век

Усложнение экономических и хозяйственных отношений. Потребность в координации усилий и концентрации капиталов распределенных собственников. Переход к управлению промышленностью и финансами в режиме реального времени

Повышение эффективности информационного обмена за счет индустриальных технологических процессов (телеграфия, телефония, фотография, литография)

IV

Компьютерная революция

Эпоха автоматизации



XX век

Внедрение автоматизированных систем управления в промышленности и на транспорте. Интеграция разных видов и систем связи. Унификация способов записи разных видов информации. Развитие электронной коммерции

Образование становится непрерывным. Средства массовой информации приобретают функции управления обществом. Роль информационных ресурсов прогрессивно возрастает. Стандарты, патенты, программное обеспечение и авторские права становятся важными средствами производства

V

Информационный обмен в ранних административных системах

Первым техническим средством для организации информационного обмена стала письменность. Сегодня мы рассматриваем глиняные таблички Междуречья и папирусы Древнего Египта как культурное наследие древних цивилизаций. На самом деле отнюдь не соображениями культуры руководствовались первые регистраторы. В первую очередь письменность использовалась для задач административного управления (сбора налогов, распространения распоряжений, получения докладов и отчетов), регистрации законов и судебных решений, а во вторую — для обслуживания экономических отношений (учета имущества, регистрации торговых сделок, кредитов и хозяйственных договоров).

Этап 3

Эпоха механизированной письменности

До появления массового книгопечатания письменность обслуживала прежде всего информационный обмен в административном управлении и в экономических отношениях. Лишь в очень редких (а потому особенно ценных для потомков) случаях ручную письменность использовали для регистрации произведений науки и культуры. Рукописные книги стоили так дорого, что владеть ими и заказывать их могли лишь люди, обладавшие необходимыми ресурсами и властью.

Внедрение книгопечатания

В течение многих веков неоднократно предпринимались попытки механизировать письменность, но задача эта упорно не находила решения. Сложность организации печатного процесса связана с его комплексностью. Для перехода к книгопечати потребовалось не просто изобрести принцип получения оттиска на бумаге (этот принцип был известен тысячелетиями). Потребовалось разработать специальную бумагу, красители, литерный набор, множество устройств и приспособлений. Окончательно проблема механизации письменности посредством печатного процесса была решена лишь в XV веке. В 1445 г. Иоганн Гуттенберг в Германии выпустил первое печатное произведение[1].

[1] В России первую типографию открыли в 1563 г. Иван Федоров и Петр Мстиславец. Первая датированная печатная книга («Апостол») вышла в России в 1564 г. (период правления Ивана Грозного).

Вторая научно-техническая революция — энциклопедическая

Книгопечатание положило конец существовавшей до этого времени монополии религиозных учреждений на распространение знаний и научных идей. Благодаря ему массовую известность получили труды Николая Коперника («О вращениях небесных сфер», 1532), Галилео Галилея («Диалог о двух главнейших системах мира...», 1632), Х. Гюйгенса («Маятниковые часы», 1658), И. Ньютона («Математические начала натуральной философии», 1687), работы Б. Паскаля, Э. Торричелли, Г. Лейбница, Р. Декарта и многих других выдающихся ученых. Их трудами расцвет европейской науки и искусства, начатый в эпоху Возрождения (XV в.), непосредственно перешел в пропаганду знаний эпохи Просвещения (XVIII в.).

Роль и значение книгопечатания

Книгопечатание повлияло на многие стороны общественных отношений. Так, в частности, впервые появилась возможность сближения законодательств разных государств. Крупнейшие государства континентальной Европы приняли правовую систему, основанную на положениях Римского права. Важным событием в области экономических отношений стало применение в торговом обороте бумажных денег. Появились первые газеты и журналы — прообразы современных средств массовой информации.

С изобретением книжной печати во многом связаны активные общественные процессы XVI—XVIII веков. Среди них: буржуазные революции в Нидерландах и Англии, провозглашение независимости США, Великая французская революция. Широкое просвещение народных масс отразилось в создании и принятии первых государственных конституций.

Этап 4

Эпоха индустриализации

В истории техники период, относящийся к XIX веку, называют эпохой ранней индустриализации. Благодаря широкому использованию энергии пара и (позднее) энергии электричества, ремесленный характер производства сменился фабричным. Индустриализация затронула не только промышленность, но и транспорт.

Высокая концентрация промышленных ресурсов потребовала привлечения финансовых активов широких масс. Так началось создание акционерных предприятий, позволяющих

Третья научно-техническая революция — промышленная

капитализировать в единой системе управления имущество распределенных собственников. Рычагами управления акционерными капиталами стали банки и биржи, для чего потребовались новые средства информационного обмена, способные действовать в режиме реального времени. Существовавшая к этому времени эстафетная почтовая связь не позволяла оперативно управлять капиталами из-за значительных задержек в передаче сообщений. Эффективных средств информационного обмена потребовало также управление железнодорожными транспортными системами.



Создателем первого действующего образца телеграфа электромагнитной системы стал наш соотечественник Павел Львович Шиллинг. В 1832 г. он провел публичную демонстрацию телеграфной связи между корпусами Адмиралтейства в Петербурге. Систему Шиллинга позднее использовал английский изобретатель Чарльз Уитстон (1802–1875). В 1839 г. он ввел в действие первую практическую линию телеграфной связи, а в 1845 г. в США заработала первая линия телеграфа электромеханической системы, разработанной Сэмюэлом Морзе (1791–1872). В 1851 г. подводный телеграфный кабель соединил Великобританию с континентальной Европой, а в 1866 г. вступила в действие первая трансконтинентальная линия связи между Европой и Америкой.



П. Л. Шиллинг, изобретатель электромагнитного телеграфа (1786–1837)

Развитие телеграфных сетей сопровождалось созданием первых информационных агентств, оперативно поставлявших обществу политические, экономические и финансовые новости. Некоторые из созданных в тот период информационных агентств действуют и поныне («Рейтер», 1851).

Несмотря на бурный успех промышленного внедрения, телеграфная связь не стала средством информационного обмена в режиме реального времени. Задержки в движении телеграфных сообщений достигали нескольких часов. Эту проблему преодолели телефонные системы связи, создание которых

тоже относится к XIX веку. В 1876 г. Александр Грэхем Белл получил в США патент на устройство, предназначенное для передачи звука посредством электрической связи, а уже в 1878 г. были созданы первые телефонные станции.

Эпоха автоматизации (этап 5)

Этап 5

В XX веке характер производства менялся неоднократно. В начале века оно стало массовым[2]. Во второй половине развитие электроники сделало производство автоматизированным, а в конце века компьютеры и микроконтроллеры позволили перейти к его гибкой автоматизации.

Усиление роли информационных объектов

Характерная особенность современного этапа заключается в резком усилении роли информационных объектов: патентов, стандартов, описаний технологии, компьютерных программ и банков данных. В современном производстве они имеют не меньшее значение, чем станки и инструменты. Изменился также и характер производственного информационного обмена. Он приобрел новые черты:

Четвертая научно-техническая революция — компьютерная

- унифицировался способ записи разных видов информации в единой форме числовых данных;
- появилась возможность передачи данных по линиям связи любой физической природы (электрическим, волоконно-оптическим, эфирным и другим);
- образовалось единое информационное пространство, обобщающее информационные ресурсы и позволяющее дистанционно управлять техническими системами.

§ 3. Информационное общество

В исторически обозримом периоде развития цивилизации мы находим множество подтверждений тому, что изменение способа производства сопровождается изменением общественных отношений, а затем вызывает появление новых средств информационного обмена. Сначала появляются новые общественные отношения, и лишь потом появляются средства информационного обмена, способные их обслужить. В этом

[2] Эпоху массового производства открыл первый в мире производственный конвейер, запущенный в 1913 г. на одном из автомобильных заводов Генри Форда.



Рис. 1.1. Закономерности развития средств информационного обмена

нетрудно убедиться, проанализировав итоги четырех научно-технических революций (НТР), пережитых цивилизацией.

НТР-1

- Не изобретение письменности привело к образованию первых городов-государств, а потребность в более эффективном производстве ресурсов. Последовавшее возникновение частной собственности и государственности привело к внедрению письменности.

НТР-2

- Не появление книгопечати привело к развитию производства и торговли, а развитие мануфактурного производства и разделение труда вызвали потребность в массовом образовании. Это привело к появлению книгопечати.

НТР-3

- Не телефон, телеграф и радио вызвали механизацию промышленности и транспорта. Напротив, индустриализация промышленности и капитализация финансов дали толчок созданию новых технологий информационного обмена, действующих в режиме реального времени.

НТР-4

- Не появление первых ЭВМ привело к автоматизации производства. Напротив, автоматизация производства потребовала эффективного управления информационными потоками, что привело к бурному развитию средств вычислительной техники.

Переход к информационному обществу

Закономерность общественного развития, которую мы только что продемонстрировали, известна экономистам на протяжении последних полутора столетий. Она утверждает, что сначала развиваются средства производства материальных благ, и лишь затем в силу вступают новые общественные отношения.

Правда, закономерности общественного развития, в отличие от законов физики и математики, вовсе не являются чем-то незыблемым и неотвратимым. Напротив, хорошо известны причины и условия, когда они могут нарушаться. В периоды таких нарушений в обществе происходят наиболее значимые события и наблюдаются интересные процессы. Главнейшая из причин, вызывающих отклонение от объективных законов общественного развития — неравномерность развития общества.

Роль неравномерности общественного развития

Общество развивается непрерывно, но непрерывность никогда не означает равномерности. Существует множество факторов, под влиянием которых отдельные локальные сообщества могут как опережать средний уровень развития общественных отношений, так и отставать от него. К сдерживающим факторам относятся:

- неблагоприятные географические условия;
- ограниченность людских и природных ресурсов;
- последствия природных катаклизмов;
- враждебные действия других сообществ;
- ошибки административной системы;
- особенности национальных традиций и государственной идеологии.

Факторы, сдерживающие развитие общественных отношений

Вместе с тем, существуют и факторы, ускоряющие развитие общественных отношений. Один из них — благоприятные условия для ускоренного развития научно-технического прогресса. Давайте вновь обратимся к схеме развития средств информационного обмена, представленной на рисунке 1.1, и представим себе, что произойдет, если новые технологии информационного обмена начнут оказывать ускоряющее влияние на научно-технический прогресс (что мы и имеем в



Рис. 1.2. Модель перехода к информационному обществу

действительности). В этом случае они окажут свое влияние и на общественное производство товаров и услуг, и на общественные отношения. Вскоре круг замкнется, и мы увидим явление «самораскрутки» — ускорение развития всех областей общественной жизни и всех видов общественных отношений (рис. 1.2).

Переход к информационному обществу

Такую ускоренную «самораскрутку» общественных отношений мы сегодня и наблюдаем в большинстве развитых стран. Она охватывает все сферы: производственные, экономические, трудовые, финансовые, политические, военные, культурные, спортивные, бытовые и многие другие. Динамические изменения, буквально обрушившиеся на человечество, обусловлены бурным развитием средств вычислительной техники и технологий связи. Именно это опережающее влияние информационных технологий на развитие общественных отношений и представляет собой суть явления, получившего названия «информационное общество».

Информационное общество — это характеристика состояния общества, в которой выражается наблюдаемая тенденция опережающего развития средств информационного обмена и отражается их влияние на развитие общественных отношений.

Автор просит читателя обратить особое внимание на то, что «информационное общество» — это отнюдь не «общество», как нам собщают авторы некоторых учебников по информатике. Это характеристика состояния общества. Точно так же, когда говорят о просвещенном, правовом или криминальном обществе, речь не всегда идет о разных странах. Это могут быть разные характеристики состояния одного общества.

Критика арифметического подхода

Термин «информационное общество» придумали американские политологи. Их идея была проста до примитивности: надо взять какую-либо страну мира и пересчитать в ней граждан, занятых работой с информацией. К ним относятся администраторы, политики, учителя, врачи, юристы, инженеры, ученые. Если таковых в обществе набирается более 50%, то общество объявляется «информационным». Если же таких людей меньше 50%, то его можно считать отсталым.

Разумеется, самой «информационной» страной мира при таком подходе оказались Соединенные Штаты Америки. Там искусственный рубеж был преодолен еще в 50-е годы XX века. Зато по поводу других стран начался поток спекуляций. Так, например, согласно некоторым источникам, Россия якобы должна стать страной с информационным обществом примерно к 2040 году. Как ни странно, вы можете найти эти спекуляции даже в некоторых российских учебниках по информатике.

Спекуляции на тему информационного общества

На самом деле мы с вами уже давно живем в информационном обществе. Оно окружает нас повсеместно. Мы сталкиваемся с ним, когда читаем газеты, просматриваем телепередачи, покупаем товары, расплачиваемся за услуги. Мы легко убедимся в этом, если рассмотрим основные черты информационного общества и найдем их проявление в своей жизни.

§ 4. Черты информационного общества

В качестве главной предпосылки перехода к информационному обществу часто отмечают создание Интернета. Интернет, конечно, важный фактор, однако далеко не единственный.

Изменение функциональной роли средств массовой информации

Многоканальное эфирное, кабельное и спутниковое телевидение, системы спутниковой навигации и связи, волоконно-оптические системы передачи данных и системы сотовой радиотелефонии позволяют каждому члену общества получать информацию о происходящих событиях в режиме реального времени, независимо от личного местоположения. Эти техно-

Если есть изменение состояния, значит, имеет место управление

логические достижения привели к изменению функциональной роли средств массовой информации (СМИ). Когда-то их создавали как средства распространения сведений и знаний. Однако сегодня СМИ приобрели способность воздействовать на состояние общества, то есть управлять им.

Усиление управляющего воздействия средств массовой информации на общество — характерная черта информационного общества.

Транснациональные и мультинациональные корпорации

В 1996 г. ТНК контролировали 2/3 мировой торговли

Массовый характер производства, достигнутый в течение XX века, требует наличия емких рынков сбыта. Во многих промышленно развитых странах собственные рынки сбыта не имеют достаточной емкости, чтобы массовое производство было действительно эффективным, а вывоз продукции на удаленные рынки ведет к дополнительным расходам, повышению цен и снижению конкурентоспособности товаров.

В 2000 г. ТНК контролировали 3/4 мировой торговли

Это противоречие разрешается максимальным приближением средств производства товаров к рынкам их сбыта. В XX веке многие предприятия развитых стран приступили к созданию филиалов и представительств за рубежом. Так появились *транснациональные корпорации (ТНК)*. Одной из проблем, с которой им пришлось столкнуться, стала необходимость организации эффективной системы управления распределенными производственными системами. Создание Интернета в начале 90-х годов прошлого века позволило преодолеть объективные трудности, и после 1995 г. образование ТНК шло ускоренными темпами.

В 2003 г. ТНК контролировали 4/5 мировой торговли

Современные средства связи позволяют эффективно координировать в режиме реального времени деятельность комплексов предприятий, разбросанных по всей планете. Существуют международные консорциумы предприятий, и с каждым днем все труднее говорить о государственной принадлежности наиболее крупных ТНК. А в начале XXI века мир вновь столкнулся с новым явлением: транснациональные корпорации становятся мультинациональными.

Усиление политической и экономической роли транснациональных корпораций — характерная черта информационного общества.

Интеграция товарных, сырьевых и финансовых рынков

Единое электронное информационное пространство позволяет сделать распределение общественных ресурсов непрерывным. В то время как в Японии вечером закрываются биржи и банки, в Европе рабочий день только начинается, а когда он заканчивается в Европе, в Америке разгар рабочего дня.

Круглосуточный доступ к рынкам из любой точки земного шара в режиме реального времени приводит к тому, что любые события, происходящие в мире (политические, экономические, природные, криминальные и прочие), отражаются на всех странах мира, независимо от того, где они произошли. Забастовка нефтяников в Венесуэле немедленно сказывается на том, по какой цене в России продаются товары, произведенные в Германии или Финляндии.

Суточный финансовый и товарный оборот планеты составляет несколько триллионов долларов. Ежеминутные колебания биржевых курсов на сотые доли процента приводят к непредсказуемому перераспределению миллиардов долларов в сутки. Эта величина сравнима с суточным валовым продуктом некоторых крупных государств.

Возможно, вы слышали утверждение о том, что «в XXI веке информация становится производительной силой». Это, конечно, не так. Информация не может быть силой, тем более силой производительной. Однако за этим утверждением стоит тот факт, что экономическая эффективность от управления информационными потоками в современном обществе вполне может быть сопоставимой с экономической эффективностью производства.

В информационном пространстве никогда не заходит Солнце

Владивосток	19:00
Якутск	18:00
Красноярск	16:00
Челябинск	14:00
Москва	12:00
Франкфурт	10:00
Лондон	09:00
Нью-Йорк	04:00
Л-Анджелес	01:00

Глобализация экономических процессов и приобретение экономической роли информационными процессами — важные черты информационного общества.

Электронная коммерция

Предпосылки электронной коммерции

Двадцатый век был отмечен значительными успехами в области промышленной автоматизации. Уже в 80-е годы появились автоматические производства, в которых целые цеха работали без участия людей. К сожалению, долгое время ничего подобного не наблюдалось в сферах торгового и финансового оборота.

Роль и значение электронной коммерции

Электронная коммерция меняет всю систему товарно-денежных отношений. Она позволяет отказаться от дорогостоящей рекламы в средствах массовой информации и заменить ее исчерпывающим описанием свойств товара в Интернете. Она позволяет отказаться от неэффективной системы обращения наличных денег, заменив ее системой электронных платежей. Она исключает емкий и нерациональный бумажный документооборот и заменяет его регистрацией сделок в базах данных. Средства электронной коммерции позволяют автоматизировать учет товаров на складах и в торговых помещениях, контролировать сроки реализации скоропортящихся продуктов, автоматически управлять ассортиментом товаров и регулировать транспортные потоки, прогнозировать предпочтения покупателей, связанные с особенностями регионов, временами года, днями недели и временем суток.

Электронная коммерция и системы электронных платежей — наиболее яркие черты информационного общества.

Дематериализация имущественных активов

Образование нематериальных активов предприятий

У предприятий, как и у людей, есть имущество (имущественные активы). Эти активы бывают двух видов: материальные и нематериальные. К материальным активам относятся здания, оборудование, материалы, инструменты, запасы сырья и продукции. К нематериальным активам относятся разрешения и права (например, права на использование торговых марок и товарных знаков), лицензии (например, лицензии на использование компьютерных программ), патенты, технологическая документация, объекты авторского права.

Нематериальные активы не имеют объективной ценности (их ценность субъективна и по-разному ощущается разными владельцами), но они необходимы для осуществления производственной деятельности, а потому имеют конкретную стоимость. В информационном обществе наблюдается устойчивая тенденция увеличения доли нематериальных активов в общем имуществе предприятий. Так, например, для многих рабочих мест, оснащенных персональными компьютерами, стоимость лицензий на использование программного обеспечения сегодня превышает стоимость самих компьютеров.

Компьютерные программы — нематериальные активы

В информационном обществе доля нематериальных активов в имущественном балансе предприятий неуклонно возрастает.

ПРИМЕР

Показателен пример самого крупного книжного Интернет-магазина планеты «Амазон». У этого предприятия нет ни зданий, ни складов, ни оборудования, ни товарных запасов. Вся его ценность — несколько компьютеров плюс опыт работы персонала и обширные базы данных.

Тем не менее, рыночная стоимость этого книжного магазина измеряется миллиардами долларов и примерна равна стоимости городка с населением 50–70 тысяч жителей.

«Амазон» — яркий пример многомиллиардного нематериального актива. Реально за этими деньгами не стоит ничего. Эти баснословные суммы выражают лишь уровень ожиданий нынешних владельцев предприятия.

Экстерриториальность информационных объектов

Все нематериальные производственные активы (авторские права, лицензии, патенты, стандарты, технологии, алгоритмы и программы) имеют информационное содержание. Это информационные объекты.

Режим использования информационных объектов регулируется правовыми системами государств. Однако глобализация общественных отношений и образование единого информационного пространства привели к тому, что информационные

В глобальном информационном пространстве нематериальные активы утрачивают территориальную принадлежность

объекты стали экстерриториальными. Их экстерриториальность заключается в том, что географическое положение нематериальных активов (в отличие от материальных) ни в малейшей мере не ограничивает возможности их использования. Информационные объекты могут свободно перемещаться и использоваться в единой информационной среде, не имеющей межгосударственных разграничений.

Вместе с тем, правовой режим использования информационных объектов никто не отменял. Если они где-то зарегистрированы в качестве собственности, любые действия с ними, нарушающие установленный правовой режим, являются противозаконными.

В информационном обществе экстерриториальность информационных объектов не отменяет правового режима их использования, установленного по месту их создания или регистрации.

Усиление роли международных организаций

В информационном обществе неуклонно повышается роль международных организаций: межгосударственных союзов, общественных ассоциаций, наблюдательных советов, технических комиссий. Они помогают регулировать общественные отношения в случаях, когда те не могут быть урегулированы на уровне национальных законодательств. В области информационного обмена международные организации:

- устанавливают правила и режимы использования глобальных систем и средств связи;
- регулируют использование ограниченных ресурсов (радиочастот, адресных пространств, морского дна, спутниковых орбит);
- координируют взаимодействие между национальными и международными стандартами; инициализируют разработку международных стандартов;
- контролируют режимы использования объектов авторского права;

НА ПУТИ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЩЕСТВУ



	ОБЩЕСТВА РАННИХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ	ПРОСВЕЩЕННОЕ ОБЩЕСТВО	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО
Начало перехода	V тыс. лет до н. э.	Середина XV в.	Конец XX в.
Предпосылка перехода	Ручная письменность	Книгопечатание	Создание единой информационной среды
Образование	Элитарное	Массовое	Массовое непрерывное
Производство	Ручное	Механизированное	Автоматизированное
Организация производства	Кустарное, цеховое производство	Слияние предприятий и образование корпораций	Образование транснациональных корпораций
Финансы	Монетное денежное обращение	Бумажное денежное обращение	Электронные платежные системы
Задачи экономики	Создание и распределение материальных ресурсов (активы предприятий материальны)  		Создание и распределение прав на использование ресурсов (дематериализация активов)
Рынки сбыта	Местные	Национальные	Транснациональные (глобальные)
Операционное пространство	Освоенное географическое пространство	Географическое пространство, разделяемое государствами	Информационное пространство, разделяемое корпорациями
Средства массовой информации	Отсутствуют	**Печатные** Основная функция: *информирование граждан о событиях общественной жизни*	**Электронные** Негласная функция: *управление поведением граждан в общественных отношениях* Реализуется через: • рекламу товаров; • пропаганду моды, стиля и образа жизни; • предвыборные кампании
	Первая газета в России была рукописной. В 1621 г. Посольский приказ начал регулярно издавать «Вестовые письма» для царя Михаила и его приближённых	Первой печатной газетой в России стала газета «Ведомости», созданная по приказу Петра I. Ее первый номер вышел в свет 2 января 1703 г.	
Роль международных организаций	Обеспечение согласованной военной политики государств	Обеспечение согласованной экономической и торговой политики стран-участниц союзов и ассоциаций	Проведение согласованной информационной политики: • единые стандарты; • единые нормы права; • взаимоотчетность о расходе невосполнимых ресурсов

- обеспечивают юридическую защиту и правовую поддержку участников международных сделок;
- разрабатывают и внедряют международные нормативно-правовые акты.

В информационном обществе неуклонно возрастает роль международных организаций по всем вопросам, связанным с информационным обменом.

§ 5. Противоречия информационного общества

Согласно данному выше определению информационного общества, его черты проявляются в опережающем воздействии средств информационного обмена на развитие системы общественных отношений. К сожалению, с этим опережением связано немало проблем, присущих информационному обществу.

Не все общественные группы и не при всех условиях готовы принимать изменения, происходящие в связи с переходом к информационному обществу. Нередко эти изменения вступают в противоречия с национальными интересами государств, национальными законодательствами, культурными и религиозными обычаями, с историческими традициями народов. В подобных случаях в обществе могут возникать противоречия.

Противоречия между государствами и СМИ

Так, например, усиление управляющей роли средств массовой информации входит в противоречие с общественными интересами. Действительно: общество уже делегировало все функции управления государственным ветвям власти: исполнительной, законодательной и судебной. Никаких других функций управления общество не делегировало никому, и оно не всегда готово терпеть управляющую роль СМИ. Такова природа конфликтов между государствами и средствами массовой информации.

Неисчерпаемый источник общественных конфликтов — деятельность транснациональных корпораций. В каждой крупной корпорации есть подразделение, отвечающее за связь с общественностью (*Public Relations, PR*), в обязанности которого

входит предотвращение конфликтов и сглаживание противоречий, однако никакая деятельность *PR*-менеджеров не отменяет главной цели: извлечения максимальной прибыли. Если для этого надо навязать обществу новые стандарты, они будут навязаны. Транснациональные корпорации не задумываясь идут на подавление национальных традиций. Практически всегда их деятельность ведет к размытию национальных культур. Это явление особенно опасно для малых народов и малых государств, не способных защитить свои истинные интересы.

Противоречия между государствами и ТНК

Интеграция товарных, сырьевых и финансовых рынков приводит к тому, что локальные конфликты и противоречия в одних странах могут приводить к проявлению кризисных воздействий в других странах. В информационном обществе становится возможным такое явление, как «экспорт кризисных состояний».

Экспорт кризисных состояний

Нет ни одной черты информационного общества, которую можно было бы назвать однозначно позитивной или однозначно негативной. Прогрессивность или регрессивность воздействия средств информационного обмена зависит не от них самих, а от того, как в обществе разрешаются противоречия, возникающие при их внедрении. Эти противоречия могут разрешаться конфликтно и бесконфликтно.

Способы разрешения объективных противоречий

Если общество внимательно анализирует последствия, связанные с внедрением новых информационных технологий, корректно адаптирует к ним свою правовую систему, развивает принципы информационной культуры, противоречия могут разрешаться бесконфликтно.

Бесконфликтное разрешение противоречий

Если же новые формы общественных отношений внедряются стихийно, в интересах каких-то групп общества, без учета воздействия на правила, традиции и обычаи, принятые в других общественных образованиях, то могут иметь место негативные последствия:

Первопричины общественных конфликтов

- вмешательство государств и международных союзов во внутренние дела суверенных государств ради скрытного обеспечения корпоративных интересов;
- подавление национальных стандартов корпоративными стандартами зарубежных государств;

- вытеснение национальных товаров товарами массового производства;
- навязывание чуждых культурных моделей в языке, литературе, искусстве, в средствах массовой информации и даже... в гастрономии и кулинарии;
- обострение межгосударственных политических, экономических, религиозных и культурных противоречий.

Конфликтное разрешение противоречий

В подобных случаях возможно конфликтное разрешение возникающих общественных противоречий. Конфликты могут иметь характер общественного протеста (движение антиглобалистов, протестные акции клубов спортивных болельщиков и другие подобные явления). В наиболее критичных случаях конфликты имеют характер межгосударственных военных действий.

Появление систем высокоточного оружия, приходящих на смену оружию массового уничтожения, — это тоже характерная черта информационного общества. Высокоточное оружие предназначено не для уничтожения вооруженных сил противника, а для разрушения его системы управления, связи, нарушения системы информационного обмена. Его цель заключается не в разрушении промышленной, экономической и военной структуры государства, а в разрушении и расщеплении самого общества путем разрушения его системы информационного обмена. Опыт последних конфликтов (Югославия, 1998; Ирак, 2003) показывает, что общество, утратившее систему информационного обмена, не может оказать полноценного сопротивления противнику даже при наличии достаточной военной мощи.

Краткое содержание темы

Характерной чертой, определяющей наличие общества, является совместная деятельность людей. Она обеспечивается средствами информационного обмена. Следовательно, средства обеспечения общественного информационного обмена участвуют в действии общественных отношений и способны характеризовать уровень развития общества. Там, где нет информационного обмена, не может быть ни общества, ни общественных отношений.

- Информационный обмен в обществе обслуживает все виды общественных отношений: производственные, экономические, культурные, научные и другие. Средства информационного обмена развиваются вместе с обществом и с общественными отношениями.
- Движущая сила развития общества — научно-технический прогресс (НТП). Он же обеспечивает развитие средств информационного обмена. Научно-технический уровень, достигнутый обществом, определяет, насколько средства информационного обмена соответствуют действующей системе общественных отношений.
- Общество развивается непрерывно, но не равномерно. Это может приводить к тому, что в отдельные периоды времени средства информационного обмена оказывают опережающее воздействие на развитие общественных отношений. Такое опережение, наблюдаемое в настоящее время, характеризуется как «информационное общество». Черты информационного общества проявляются во всех видах общественных отношений.
- Опережающий характер влияния средств информационного обмена на развитие систем общественных отношений может приводить к противоречиям в обществе. Разрешение этих противоречий может быть конфликтным и бесконфликтным.
- Чтобы общество развивалось бесконфликтно, необходимо тщательно анализировать влияние новых средств информационного обмена на характер общественных отношений. Важно уметь предвидеть негативные последствия, возникающие с внедрением новых технологий, и заблаговременно их парировать. Это указывает на усиление роли государства в информационном обществе.

Контрольные вопросы и задания

1 Расскажите о действии информационных связей и роли информационного обмена в сфере какого-либо вторичного общественного отношения, например в области физкультуры и спорта.

2 Дайте обоснование решающей роли информационного обмена между членами общества для самой возможности существования общества.

3 Объясните, почему переход к оседлому земледелию и скотоводству повлек за собой изобретение письменности.

4 Объясните причины появления первых городов-государств. (Опирайтесь на принцип совместности деятельности.)

5 Информационный обмен выполняет две функции: служит решению задач общественного управления и обеспечивает накопление личных и общественных знаний. Как изменилось соотношение между этими функциями при переходе от ручной письменности к промышленной книгопечати? Какие последствия повлек за собой этот переход?

6 Назовите несколько технических средств механизации информационного обмена.

7 Какие достижения научно-технического прогресса вызвали переход от механизированного информационного обмена к автоматизированному?

8 Что первично: развитие общественных отношений или развитие средств информационного обмена, обслуживающих эти отношения?

9 В разных странах в разное время может наблюдаться явление опережающего развития средств информационного обмена на фоне устаревших (застоявшихся) общественных отношений. В чем причина этого явления?

10 Кому общество делегирует функции управления собой? В чем суть объективных противоречий между средствами массовой информации и государством?

11 Почему при обострении отношений между США и Ираком во многих странах мира страдают витрины закусочных «Макдональдс»?

12 Почему забастовка нефтяников в Венесуэле сказывается на стоимости товаров в городах Урала и Сибири?

13 В России несколько миллионов персональных компьютеров работают под управлением операционной системы *Windows*. Можно ли считать ее стандартной? Если да, то какой это стандарт: международный, государственный, корпоративный?

14 Может ли считать себя защищенным государство, в котором средства производства информационных объектов (документов и программ) основаны на зарубежных технологиях и стандартах? Почему?

2 Информационный обмен

В процессе информационного обмена происходит передача информации от источника (передатчика) к потребителю (приемнику). Механизм этой передачи может быть любым, но при всех условиях хотелось бы найти ответы на два вопроса.

- Где информация находится в момент времени между ее отправкой и получением?
- Что она представляет собой в этот момент?

§ 6. Развитие представлений об информационном обмене

Критика теории абсолютного эфира

За годы развития науки было предложено множество гипотез, пытающихся ответить на вопрос «где находится информация». Особенно перспективной считалась выдвинутая в конце XIX века теория эфира — некоей неподвижной субстанции, пронизывающей Вселенную. Британский физик Джемс Клерк Максвелл (1831–1897), создавший теорию электромагнитного поля, предполагал, что именно в эфире и пребывают электромагнитные волны. Если бы гипотеза о существовании эфира подтвердилась, можно было бы считать его абсолютным носителем, в котором информация способна перемещаться и храниться без связи со своим источником или потребителем.

Однако многочисленные опыты, имевшие целью доказать наличие эфира, упорно не давали результатов[1]. Более того,

[1] Наиболее известен опыт Майкельсона-Морли. В этом эксперименте была сделана попытка измерить скорость Земли относительно неподвижного эфира. Эксперимент был поставлен дважды: в Европе (1881) и в США (1887) Альбертом Майкельсоном (1852–1931) и Эдвардом Морли (1838–1923). Физики по сей день периодически повторяют этот опыт, используя более совершенные приборы и методы измерений, но результат остается тем же: абсолютного эфира нет.

в начале XX века они подтолкнули Альберта Эйнштейна (1879–1955) к созданию теории относительности, после чего все научные гипотезы, опиравшиеся на представление об эфире, были эффективно объяснены и потребность в этом понятии просто отпала.

Критика теории «третьей формы»

Еще одно заблуждение, широко распространенное и в наши дни, основано на том, что информацию наряду с веществом и энергией объявляют «третьей фундаментальной формой существования природы». Действительно, если объявить, что информация — это якобы сущность, неопределимая через понятия вещества и энергии, значит, можно не задумываться над тем, что с нею происходит в материальном мире. Тогда информации можно приписать любые свойства, вплоть до божественных, ведь все равно нет средств, чтобы подтвердить их или опровергнуть в материальных опытах. Понятно, что этот подход удобен для обоснования религиозных концепций. Следы его нетрудно найти в теологических источниках[2].

Если же оставаться на строго научных позициях, то следует признать, что никакой «третьей формы» в природе нет. Более того, для обоснования модели информационного обмена она и не нужна. Для этого вполне достаточно опоры на фундаментальные понятия вещества и энергии. Все очень просто: между отправкой и получением информация пребывает в материальной форме зарегистрированных сигналов.

Энергетическая модель информационного обмена

1. Источник регистрирует энергетические сигналы на материальном носителе.
2. Носитель может перемещаться в пространстве или храниться.
3. Потребитель воспроизводит зарегистрированные сигналы и извлекает содержащуюся в них информацию.

[2] В качестве примера рассмотрим фрагмент Евангелия от Иоанна.

- «В начале было Слово...». Здесь явно сказано, что информация существовала до материи. Получается, что она способна существовать вне материального носителя. Значит, возможен некий «абсолютный» источник информации. Он же — источник истины.
- «... и Слово было Бог». Вот он, абсолютный источник! В нем сосредоточены все тайны мироздания, все истины и все знания.
- «И Слово стало плотию...». Здесь сказано, что информация якобы способна управлять образованием и развитием материи.

§ 7. Энергетика информационного обмена

Все, что окружает нас, можно описать одним словом: это природа. Существуют разные подходы к ее изучению и познанию, но в науке и в образовании используется только материалистический подход. Он принят в силу своей объективности, которая основана на воспроизводимости результатов опытов и наблюдений.

Вещество и энергия

В основе материалистического мировоззрения лежит представление о том, что мир материален, то есть состоит только из материи. Однако материя может существовать в двух формах: в форме вещества и в форме энергии, то есть в виде физических тел и энергетических полей. Обе формы взаимосвязаны, то есть это по сути одна и та же форма. Мы можем это утверждать, потому что из курса физики известны условия, при которых вещество способно превращаться в энергию, а энергия может преобразовываться в вещество[3]. При этом в любых процессах соблюдается фундаментальный закон природы — закон сохранения энергии.

Закон сохранения энергии

С одной стороны, все многообразие живой и неживой природы образовано причудливым сочетанием элементарных частиц, из которых состоит вещество. С другой стороны, многообразие наших наблюдений окружающего мира связано с многочисленными проявлениями свойств элементов вещества при их взаимодействии друг с другом и с энергетическими полями.

Энергетические процессы

Вещество и энергия находятся в непрерывном движении и изменении. Любое взаимодействие тел или их элементов имеет энергетическую природу. Энергетические процессы лежат в основе физических, химических, биологических и других природных явлений. При взаимодействии материальных тел друг с другом изменяется их состояние, например форма, и

[3] Переход вещества в энергию можно наблюдать в природе. В частности, он сопровождает термоядерные реакции, происходящие на Солнце. На образование энергии ежесекундно расходуется примерно 10 миллиардов тонн солнечной массы. Обратный процесс перехода энергии в вещество в природе наблюдать нельзя — для него необходимы специальные физические условия. В прошлом они существовали на ранних этапах образования Вселенной. Сегодня физики создают такие условия искусственно, разгоняя элементарные частицы и ядра атомов с помощью ускорителей.

Энергетические сигналы

выделяется энергия. С другой стороны, при взаимодействии энергии с веществом изменяются параметры состояния вещества, например температура, скорость, направление движения, но одновременно испытывает воздействие и энергетическое поле — нарушается его однородность. Нарушения распространяются в пространстве и воспринимаются как сигналы.

Затухание и регистрация сигналов

При взаимодействии с веществом сигналы постепенно затухают. Если при этом вещество испытывает наблюдаемые изменения, говорят, что произошла регистрация сигнала. В дальнейшем мы увидим, что она становится основой для получения информации. Если же сигнал столь слаб, что изменения не наблюдаемы, говорят, что он рассеялся.

Энергетика информационных процессов

Закон сохранения энергии — универсальный закон природы. Он соблюдается в любых процессах. Справедлив он и для информационных процессов, поскольку они имеют энергетическую природу. Нельзя передать сообщение, не затратив на это определенную энергию. Сообщения могут передаваться только вместе с энергетическими сигналами.

Энергетическая основа действия чувств восприятия

Человек имеет органы для регистрации отдельных видов энергетических сигналов в определенном энергетическом диапазоне. На работе этих органов основана физиологическая система чувств восприятия: зрения, слуха, осязания, обоняния и вкуса. Иных чувств восприятия человек не имеет, хотя в животном мире они известны. Так, например, некоторые виды животных способны регистрировать изменения магнитного поля.



Рис. 2.1. Энергетическая модель информационного обмена

§ 8. Информационные связи

Принцип декомпозиции информационных связей

В информационном обмене может быть произвольное количество участников, между которыми может действовать любое количество информационных связей. Для удобства анализа и изучения многосторонних процессов информационного обмена их разбивают на пары. Такое разбиение называется *декомпозицией*.



Рис. 2.2. В результате декомпозиции модель многостороннего процесса заменяется эквивалентной моделью, содержащей только двусторонние процессы

Мы будем рассматривать только двусторонние информационные связи. Однако при этом не забудем, что основные понятия и выводы, относящиеся к двусторонним процессам, справедливы и в отношении многосторонних процессов.

Элементарная информационная связь

Согласно принципу декомпозиции информационных связей, в элементарную систему информационного обмена входят две стороны, участвующие в процессе, и одна информационная связь, их соединяющая. В зависимости от характера информационного обмена эти стороны выполняют разные функции и называются по-разному.

Если информационный обмен имеет диспозитивный характер, то его стороны имеют равные положения в общем процессе.

При этом сторона, создающая и распространяющая энергетические сигналы, называется *источником информации*, или *передатчиком*, а принимающая сторона — *приемником*.

Приемник — передатчик

Информационные связи обладают свойством направленности. Если связь однонаправленная, то в ходе информационного обмена функции сторон остаются постоянными: передатчик остается передатчиком, а приемник — приемником. Такова, например, информационная связь читателя с книгой. Она всегда направлена от книги к читателю и не наоборот.

Однонаправленная связь

В двунаправленной информационной связи функции сторон могут меняться: передатчик становится приемником, а приемник — передатчиком. В частности, именно такую информационную связь обеспечивает телефонное соединение.

Двунаправленная связь



Рис. 2.3. Стороны диспозитивного информационного обмена

Напротив, в императивном информационном обмене положения сторон различны: между ними есть отношение соподчинения. Соответственно, информационная связь является управляющей связью. Управляющие связи всегда однонаправлены. Их направление как раз и выражает отношение соподчинения между сторонами. Участники информационного обмена при управлении называются *оператором* (управляющая сторона) и *исполнителем* (управляемая сторона).

Оператор — исполнитель



Рис. 2.4. Стороны императивного информационного обмена

Архитектура информационных связей

Роль информационных связей в информационном обмене

Из энергетической природы информационного обмена вытекает особая роль информационной связи между участниками. Действительно, коль скоро человек способен воспринимать энергетические сигналы далеко не всех видов, к тому же в весьма ограниченном энергетическом диапазоне, то архитектура информационной связи (ее состав и структура) приобретает решающее значение.

Архитектуру информационных связей образуют линии и каналы связи

В истории человечества были времена, когда функции информационных связей успешно выполняли боевые барабаны, сигнальные костры и веревочки с узелками. Вряд ли подобные средства способны удовлетворить потребности современного общества. Информационному обществу нужны более эффективные и производительные информационные связи. Как всегда, их предоставляет научно-технический прогресс. Сегодня техническими средствами реализации информационных связей в обществе являются *линии и каналы связи*.

Линии и каналы связи — термины близкие, но не тождественные

Лексически термины «линия связи» и «канал связи» настолько близки, что их часто путают. Правда, в бытовом общении эта путаница редко приводит к недоразумениям, но в техническом и научном общении эти термины следует различать. Это особенно важно в отношениях собственности. Владеть линией связи и арендовать линию связи — это далеко не то же самое, что владеть каналом связи и арендовать его. Разница между линией связи и каналом связи похожа на разницу между рельсовым путем и службой железнодорожного сообщения.

Каналы связи создаются на линиях связи, но не наоборот

На одной линии связи может действовать множество каналов связи точно так же, как по рельсовому пути, принадлежащему одной организации, могут ходить поезда, принадлежащие другим организациям, отвечающим за пассажирские, товарные, пригородные, почтово-багажные и прочие перевозки.

Линии связи

Линию связи образует физическая среда, в которой происходит информационный обмен, то есть линия связи материальна. Например, для устной беседы линией связи является окружающий воздух: передачу звуков обеспечивают упругие колебания воздушной массы. Для телеграфного и телефонно-

го общения линию связи обеспечивают медные провода, по которым передаются электрические сигналы.

Линия связи — понятие физическое

Сама по себе линия связи не является информационной связью. Так, рельсовый путь между Москвой и Киевом не является железнодорожной связью до тех пор, пока кто-то не запустит по нему поезда. В то же время, наличие линии связи — это необходимое условие для организации информационной связи. Нельзя пустить поезда, если не проложены рельсы.

Каналы связи

Любую физическую линию связи можно использовать для организации информационного обмена. Для этого на ней надо создать канал связи.

Канал связи — понятие физико-логическое

Канал связи имеет не только физическое, но и логическое содержание. Кроме физической составляющей в него входят логические договоренности о правилах совместного использования (разделения) линии связи между разными пользователями. Подобные договоренности называют *протоколами*. Таким образом, канал связи характеризуется линией связи, и действующим в ней протоколом связи.

Как видно из рисунка 2.5, канал связи представляет собой объект необычной природы — это физико-логический объект. Такие объекты образуются в результате комбинирования



Рис. 2.5. Образование информационных и управляющих связей

Примеры физико-логических объектов

свойств физических и информационных объектов. Изучая информатику, мы еще не раз встретимся с объектами смешанной природы. К ним относится большинство компьютерных интерфейсов. Для их работы необходимо соблюсти физические и логические условия. Согласование физических параметров выполняют разъемы, а согласование логических параметров — специальные программы, называемые *драйверами устройств*.

Еще один пример физико-логического объекта вам хорошо известен — это бумажные деньги[4]. Они обладают своими свойствами только до тех пор, пока:

а) существуют физически;

б) действуют общественные установления (соглашения) о приеме их в качестве средства платежа.

Линия связи — основа канала связи

В отличие от линии связи, канал связи может служить информационной связью в процессе информационного обмена. Так, чтобы заработала информационная связь с книгой, мало наличия оптической линии связи (глаза открыты, очки надеты, книга раскрыта и свет включен). Нужны еще логические компоненты: знание языка, на котором книга написана, и умение на нем читать. Лишь когда все физические и логические условия будут соблюдены, образуется канал связи, и только после этого заработает информационная связь. Так стартуют процессы информационного обмена.

Канал связи — основа информационной или управляющей связи

Виртуальные частные сети

Канал связи не всегда является материальным активом. Материальна лишь та линия связи, на которой он организован, — ее можно арендовать. Это дает возможность владеть каналами связи на арендованных линиях связи. В Интернете таким образом образуются виртуальные частные сети[5]. Так, например, не владея ни единым метром общественных линий связи, учащиеся одного заведения могут объединить свои домашние компьютеры в виртуальную частную сеть и полностью распоряжаться ее работой.

[4] Кстати, денежное обращение — это информационная технология, и ее автоматизация — одна из задач информатики.

[5] Слова «частная сеть» здесь не надо понимать буквально как что-то, принадлежащее частному лицу. В данном контексте частную сеть надо понимать как отдельную, выделенную, то есть доступную не всем, а лишь тем, кто владеет нужным протоколом подключения.

Разделение линий связи между каналами

Необходимость рассматривать каналы и линии связи порознь возникла далеко не сразу, а лишь когда появилась техническая возможность создания множества каналов на одной линии. Вот, к примеру, протокол голосового общения для нескольких собеседников, разделяющих общее помещение:

- говорить можно только по очереди;
- говорить можно только на языке, понятном всем собеседникам;
- говорить следует с достаточной громкостью, чтобы речь слышали все собеседники, но не слишком громко.

При соблюдении этого протокола в одной линии связи (в одной комнате) может действовать несколько каналов связи, то есть несколько человек могут одновременно участвовать в информационном обмене. Если кто-то из участников общения нарушает утвержденный протокол, он не только разрушает собственный канал связи, но и создает помехи информационному обмену в каналах других участников. Это сказывается на свойствах проходящей через них информации: снижается ее достоверность и доступность, уменьшается полнота. В итоге ценность информации уменьшается, а процессы управления затрудняются.

Влияние информационных помех

Принцип разделения времени

Говоря по очереди, мы разделяем некий ресурс общей линии связи. Этот ресурс — время. Подобный принцип многоканальной связи называется *принципом разделения времени*. Когда один собеседник высказался (исчерпал свой ресурс времени), наступает время говорить другому.

Пример технического устройства, работающего по принципу разделения времени, — обычные линии телефонной связи, те, которыми стационарные телефонные аппараты связаны с телефонными станциями.

Принцип частотного разделения каналов

Помимо времени у линий связи могут быть и другие ресурсы, которые тоже можно разделять. Например, проводники обладают способностью передавать электромагнитные колебания

на разных частотах (хотя и не на любых). Диапазон возможных частот — это тоже разделяемый ресурс. На его разделении основан принцип, который называется *частотным разделением каналов*.

Радио и телевидение — многоканальны

Частотное разделение каналов действует в теле- и радиовещании. Антенна приемника одновременно принимает сигналы от многих передатчиков, работающих на разных частотах. Выбирая частоту приема, мы тем самым выбираем информационный канал по своему вкусу. Распределение лицензий на использование частотных диапазонов в эфире выполняют центральные органы государственной власти.

Принцип пакетной коммутации каналов

Обычная телефония — одноканальна

Телефонная связь — одноканальная по конструкции. Если абонент снял трубку, отвечая на звонок партнера, никто больше не сможет ему позвонить до тех пор, пока связь не будет разорвана. Так происходит потому, что на отрезке линии от телефонного аппарата до телефонной станции ничего не сделано для разделения ресурсов линии связи[6].

Однако, подключив к телефонной линии компьютер, мы можем своими руками сделать линию многоканальной. Это возможно, если передавать данные небольшими порциями (пакетами) по очереди. Разные пакеты могут иметь разных адресатов, и это позволяет держать одновременно связь с несколькими источниками: читать веб-страницы, получать электронную почту, слушать музыку и смотреть видео. Правда, чем больше каналов открыто одновременно, тем медленнее работает каждый из них, потому что пакетам приходится простаивать, пропуская друг друга через одну линию связи.

Пакетная коммутация действует не только в компьютерных сетях, но и в сетях сотовой телефонии. Сначала голосовые сообщения разбиваются на пакеты, затем эти пакеты пропускаются через общие линии связи. Того, кто это знает, не удивит возможность одновременной беседы нескольких

[6] Далее (между станциями) работает более совершенное оборудование, позволяющее создавать в одной физической линии множество одновременно действующих каналов. Например, в волоконно-оптической линии связи могут одновременно действовать десятки тысяч телефонных каналов.

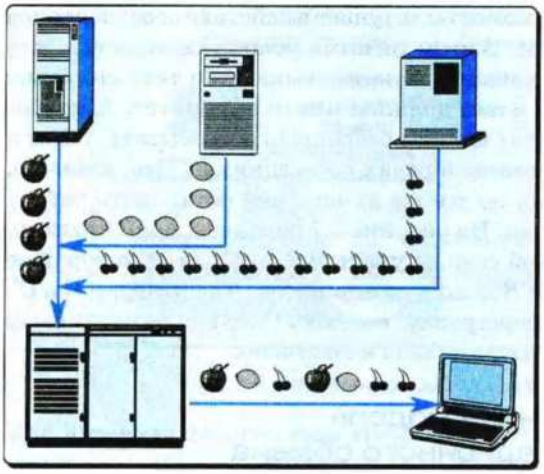


Рис. 2.6. Пакеты данных от разных источников перемешиваются и совместно движутся по общей линии. Так на одной линии связи образуется несколько одновременно действующих каналов

человек по телефону (конференц-связь). В обычной телефонии такое невозможно, потому что она одноканальна по своей конструкции.

Мы можем также объяснить, почему при перегрузке радиоэфира в разговорах начинают пропадать отдельные слова и даже предложения. Это не помехи радиосвязи, а особенности протокола связи. Когда сеть перегружена и на узловых станциях возникают длинные очереди пакетов, начинаются

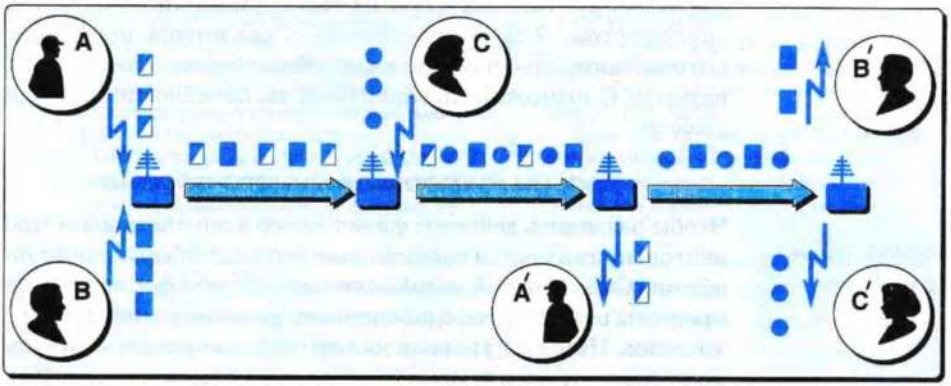


Рис. 2.7. Пакетное разделение каналов в сотовой телефонии

Механизм разрешения конфликтов в каналах пакетной связи

простои. В такие моменты вступает в действие особый режим транспортировки. В этом режиме условно считается, что ценность более «свежих» пакетов выше, чем тех, что давно стоят в очереди, и они должны иметь приоритет. А наиболее «застоявшиеся» пакеты разрешено отбрасывать. Этим и объясняются провалы в речах собеседников. Это, конечно, не очень приятно, но все же лучше, чем остановить работу всей системы связи. На рисунке 2.7 партнеры A и B столкнулись с перегрузкой сети на участке C — A', из-за которой не все пакеты от A и B дошли до адресатов. А партнерам C и C', вызвавшим эту перегрузку, повезло. Сколько пакетов было отправлено, столько же было и получено.

§ 9. Обобщенная модель информационного обмена

Двойственная природа информационных связей

Итак, мы установили, что информационные связи, соединяющие участников информационных процессов, имеют двойственную физико-логическую природу. С одной стороны, свойства связи обусловлены физическими свойствами линии связи. С другой стороны, они обусловлены логическими (информационными) свойствами канала связи, действующего на данной линии.

Сочетаться эти свойства могут по-разному. В одних случаях преобладает физический компонент, в других — информационный, а в третьих случаях они гармонично сочетаются друг с другом. В зависимости от того, как именно происходит это сочетание, информационный обмен может протекать по-разному. С возможными вариантами мы познакомимся в этом разделе.

Уровни информационного обмена

Нижний уровень — физический

Чтобы разделить действие физического и логического компонентов, принимается специальная модель информационного обмена. Согласно этой модели считается, что информационные процессы развиваются одновременно на нескольких смежных уровнях. Нижний уровень является физическим — на нем происходит транспортировка энергетических сигналов. Этот уровень представляется линией связи.



Рис. 2.8. Обобщенная модель информационного обмена

Над нижним, физическим уровнем надстраиваются логические уровни. На этих уровнях из сигналов извлекаются сообщения. Логические уровни представляются каналами связи, действующими на данной линии связи.

Верхние уровни — логические

Концепция многоуровневого информационного обмена имеет столь большое значение в современной информатике, что правильно усвоить ее для нас очень важно. Мы попробуем сделать это на не слишком серьезном примере.

ПРИМЕР

0 В этот день Славе предстоял очень важный экзамен. Волнуясь за друга, Маша попросила его позвонить и сообщить ей о полученной оценке.

К сожалению, у Славы в это время заканчивались средства на телефонном счету. Поэтому друзья придумали оригинальный протокол бесплатного общения.

Они договорились, что в 15:00 Слава позвонит Маше и будет ждать столько гудков, сколько баллов он получил на экзамене.

1 Ровно в 15:00 у Маши зазвонил телефон, и она начала считать гудки.

2 После четвертого гудка Маша успокоилась, а после шестого — задумалась. После седьмого гудка ей стало не по себе. «Значит, это не Слава», — решила она и сняла трубку.

3 И все-таки это был Слава. Он получил отличную оценку и успел пополнить телефонный счет. Ему очень хотелось услышать Машин голос, а не считать гудки.

Мы видим, как информационный обмен развивался на трех уровнях. На нижнем уровне он обеспечивался только энергетическими сигналами. Маша слышала звонки и получала из них информацию. Какую? То, что линия связи действует. Назовем этот уровень *сигнальным*.

Нижний уровень — сигнальный

Средний уровень — уровень распознавания образов

Чтобы получить представление о том, кто и по какому поводу звонит, Маша пересчитала телефонные звонки. На этом уровне к работе органов слуха подключился мозг и вступила в действие договоренность со Славой о количестве гудков. Этот уровень называют *уровнем представления*, или *уровнем распознавания образов*.

Верхний уровень — уровень содержания

Сняв трубку, Маша перешла от сигнального и образного общения к содержательному. Это третий уровень информационного обмена. Он называется *уровнем содержания*, или уровнем *интерпретации*. На этом уровне между Машей и Славой состоялась непосредственная беседа и Маша получила от Славы точное содержание того, что тот хотел сообщить. Ей уже не пришлось догадываться и додумываться.

Многоуровневые модели информационного обмена

На простом бытовом примере мы продемонстрировали трехуровневую модель информационного обмена. Но модель всегда отличается от реальности, ведь модель подразумевает некое упрощение. А достаточно ли трех уровней? Может быть, мы слишком сильно упростили информационный обмен между Машей и Славой?

На самом деле общее количество уровней — это условность. Каждый вправе рассматривать свои информационные процессы на стольких уровнях, на скольких пожелает. Тем не менее, желательно, чтобы эта условность была общепризнанной. Тогда разные люди, отвечающие за работу разных уровней информационного обмена (за линии связи, за устройства, за программы), будут проще находить взаимопонимание.

Семиуровневая модель информационного обмена, рекомендованная ISO

Международный институт стандартизации *ISO* (*Intenational Standard Organization*) рекомендует при изучении информационных систем использовать семиуровневую модель. На сегодняшний день это наиболее универсальная модель. В нее укладываются любые информационные процессы. Так, например, обычный информационный обмен через Интернет протекает на шести уровнях, но если это обмен «защищенный» (то есть сопровождается шифрованием сообщений), то он описывается полной семиуровневой моделью.



Рис. 2.9. Обратите внимание на несимметричность модели. Одинаковые уровни у приемника и передатчика могут различаться названиями и функциями

Мы тоже обратимся к семиуровневой модели, но сделаем это в следующей книге, в «Расширенном курсе» где будем рассматривать информационный обмен в технических системах и в Интернете. А пока, для для иследования общественного информационного обмена в рамках «Общего курса», нам достаточно трехуровневой модели, на которой мы и остановимся. Она представлена на рисунке 2.9.

Сигнальный уровень

На сигнальном уровне источник формирует сигнал, а потребитель его получает. В живой природе сигнальный уровень информационного обмена основан на системе естественных чувств восприятия.



Чем менее развита используемая система связи, тем ниже уровень, на котором происходит ее информационный обмен. Поскольку сигнальный уровень — самый низкий, он действует всегда и обеспечивает базу для реализации вышестоящих уровней. В некоторых случаях он является единственным. На сигнальном уровне происходит информационный обмен

в живых клетках и микроорганизмах. Сигнальный уровень также является единственным при информационном обмене в простейших технических системах.

Информационный обмен на сигнальном уровне наиболее оперативен, поскольку исключает затраты времени на распознавание образов и анализ содержания сообщения. Человеку достаточно этого уровня для ориентации в пространстве, взаимодействия с окружающей средой и простейшего общения.

Уровень представления/распознавания



С точки зрения отправителя сообщения, второй уровень является *уровнем представления информации*, а с точки зрения получателя — это *уровень распознавания образов*. Информационный обмен на этом уровне мы часто наблюдаем в животном мире. Системой поз, звуков, движений собака передает сообщение о том, что она хочет есть, пить, гулять. Само сообщение передается и принимается на сигнальном уровне, но распознается оно на более высоком уровне.

В живой природе действие этого уровня обеспечивает система распознавания образов. Она включает в себя не только органы чувств, но и функции головного мозга. В технике задача представления и распознавания образов в настоящее время является чрезвычайно актуальной. Пока технические системы делают в этой области лишь самые первые шаги. С некоторыми результатами можно познакомиться на примерах виртуальных персонажей художественных фильмов, образ и поведение которых формируется компьютером. По мере развития технических систем представления и распознавания образов эффективность и производительность общественного информационного обмена будет существенно возрастать.

Уровень содержания/интерпретации



С точки зрения отправителя сообщения, высший уровень информационного обмена называется *уровнем содержания*, а с точки зрения получателя — *уровнем интерпретации*. Информационный обмен на этом уровне требует не только наличия системы чувств восприятия и системы распознавания образов, но и развитого мышления, а также предварительного обучения.

В качестве примера рассмотрим получение информации из книги.

1. На сигнальном уровне мы видим книгу, ощущаем ее размер и массу. Книгу можно даже понюхать. Запах может дать дополнительные сведения, например о том, что книга очень древняя или, наоборот, недавно вышла из типографии.
2. Бегло пролистывая книгу, мы осуществляем информационный обмен на уровне распознавания. Он позволяет различать книги для взрослых и детей, произведения художественные и технические, альбомы по фотографии и живописи. Скорее всего, вы отличите учебник по геометрии от учебника по географии, даже если они написаны на совершенно незнакомых языках.
3. Чтение книги обеспечивает действие информационного обмена на уровне содержания/интерпретации. Этот уровень требует не только особых усилий, но и предварительной подготовки. Для получения содержательной информации из книги надо обладать зрением, иметь источник света, знать язык, на котором написан текст, и уметь читать на этом языке. А если книга специальная, то надо еще понимать значение слов и специальных терминов.

Модель информационного взаимодействия человека с книгой

Информационный обмен в технических системах

При переходе от живой природы к современному обществу мы должны учесть, что в общественном информационном обмене участвуют не только люди, но и технические средства. В этом случае информационный обмен обычно является многокаскадным, хотя в каждом каскаде по-прежнему можно выделить до трех уровней.

Так, например, при обмене сообщениями посредством электронной почты можно выделить следующие каскады.

1. Отправитель сообщения — компьютер.
2. Компьютер отправителя — модем отправителя.
3. Модем отправителя — модем получателя.
4. Модем получателя — компьютер получателя.
5. Компьютер получателя — получатель сообщения.

Модель информационного обмена в технической системе

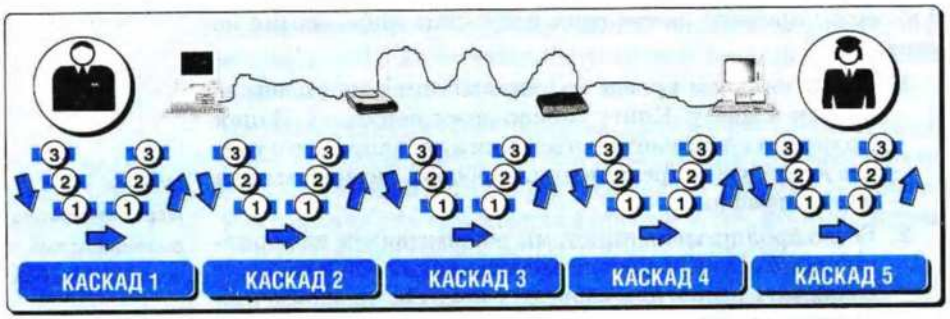


Рис. 2.10. Многокаскадная модель информационного обмена в технических системах

В данном случае указаны пять каскадов (рис. 2.10), но их количество зависит лишь от точки зрения. Мы могли бы рассмотреть модель более подробно, если бы учли, например, информационный обмен между различными узлами внутри компьютера.

Ту же модель можно, напротив, рассмотреть и менее подробно (обобщенно), оставив в ней всего два каскада (рис. 2.11).

1. Отправитель сообщения — система связи.
2. Система связи — получатель сообщения.

Степень детализации роли не играет — все равно в каждом каскаде можно наблюдать и раздельно рассматривать от одного до трех уровней. Например, в каскаде «Компьютер — человек» на сигнальном уровне человек наблюдает на экране изображение с помощью зрения (естественное чувство восприятия).

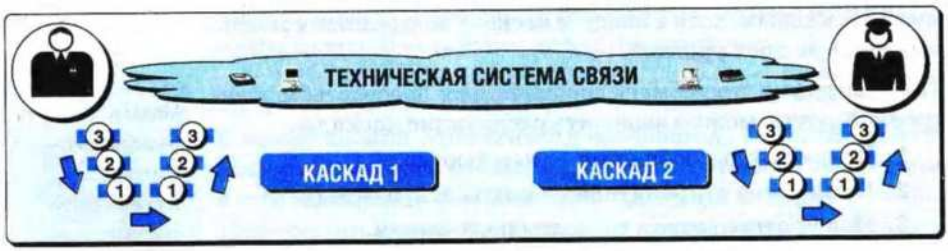


Рис. 2.11. Обобщение модели информационного обмена в технических системах

На уровне распознавания он различает отдельные буквы и понимает, что перед ним текст. Если же буквы не образуют знакомые слова, что не позволяет прочитать содержание, выдается команда воспроизводящей программе, и текст визуализируется иначе. На третьем уровне содержание текста становится информацией в процессе чтения.

Краткое содержание темы

- Механизм информационного обмена имеет материальный, энергетический характер. В обобщенном виде этот механизм работает в три этапа.
  1. Источник информации регистрирует энергетические сигналы на материальном носителе (в веществе или в поле).
  2. Материальный носитель перемещается в пространстве или хранится.
  3. Потребитель информации получает материальный носитель, воспроизводит зарегистрированные в нем сигналы и реконструирует событие регистрации. Если реконструкция происходит правильно, он получает информацию, переданную источником.
- Между источником информации и ее потребителем существует информационная связь. В диспозитивных процессах (при обмене сведениями или состояниями) она так и называется *информационной связью*. В императивных процессах (при управлении) она называется *управляющей связью*.
- Информационные связи действуют через *каналы связи*. Каждой информационной связи соответствует отдельный канал. Каналы связи — это не физические, а физико-логические сущности.
- Физический компонент канала связи образован той *линией связи*, на которой действует канал. Линия связи — это физическая среда, посредством которой осуществляется информационный обмен. Линия связи всегда материальна.
- Логический компонент канала связи составляют протоколы, соглашения, форматы и другие договоренности между участниками информационного обмена, касающиеся правил и способов (принципов) использования линии связи. Все эти

сущности не материальны. Они имеют информационную, логическую природу. В частности, они позволяют создавать на одной линии связи множество каналов связи. Наиболее известными принципами разделения общей линии связи являются: принцип частотного разделелеления каналов, принцип разделения времени и принцип пакетной коммутации.

Двойственная физико-логическая природа каналов связи отражается на свойствах информационных связей, действующих через эти каналы. С одной стороны, свойства информационной связи определяются физическими свойствами линии связи. С другой стороны, они определяются логическими свойствами канала связи.

Чтобы обособить физические свойства информационных связей от их логических свойств, процессы информационного обмена рассматривают в многоуровневой (многослойной) модели. Один уровень (нижний) отдают физической связи. Этот уровень отвечает за транспортировку энергетических сигналов. Все прочие уровни являются логическими и занимают более высокие положения.

Простейшая обобщенная модель информационного обмена имеет до трех уровней:

- сигнальный (физический) уровень;
- уровень представления/распознавания образов;
- уровень представления/интерпретации содержания.

Чем больше уровней задействовано в конкретном процессе информационного обмена, тем сложнее этот процесс, тем выше требования к предварительной подготовке его участников.

Контрольные вопросы и задания

1. Может ли происходить информационный обмен без затрат энергии? Приведите основные положения энергетической модели информационного обмена.
2. Теория «абсолютного эфира» очень хорошо объяснет механизм информационного обмена, но имеет один существенный недостаток. Какой?

3 В повседневной жизни многие люди придерживаются религиозного мировоззрения. Однако естественные науки мы изучаем, опираясь на материалистическое мировоззрение. Почему?

4 В какой форме пребывает информация в момент времени между ее передачей и получением?

5 Почему тезис о том, что информация наряду с веществом и энергией является третьей неопределимой формой существования природы, не соответствует материалистическому мировоззрению?

6 Можно ли считать взаимозаменимыми следующие термины: *линия связи*, *информационная связь*, *канал связи*?

7 Чем обусловлена двойственная физико-логическая природа *каналов связи*?

8 Назовите три уровня информационного обмена:

а) со стороны источника информации;

б) со стороны ее получателя.

9 На каком уровне происходит информационный обмен между:

а) человеком и домашним животным?

б) двумя домашними животными?

в) двумя людьми, не владеющими общим языком общения?

г) двумя людьми, общающимися через переводчика?

10 Какому уровню информационного обмена соответствуют следующие события:

а) звонок в дверь?

б) прослушивание музыкальной композиции?

в) просмотр телевизионного фильма?

11 Почему люди без напряжения слушают песни, исполняемые на незнакомых языках, но быстро утомляются при просмотре кинофильмов без перевода?

3 Информация и ее свойства

§ 10. Данные в информационном обмене

Особая роль сигнального уровня

Чем сложнее информационный процесс, тем больше уровней информационного обмена он охватывает. Сколько именно, заранее предсказать трудно, но совершенно уверенно можно утверждать, что сигнальный уровень в информационном обмене присутствует всегда. Можно обойтись без уровней распознавания образов и интерпретации содержания, но без сигнального уровня никакой информационный процесс обойтись не может[1]. Если нет сигнала, то нечего распознавать и интерпретировать. Именно на сигнальном уровне проявляется энергетическая природа информационного обмена. Именно сигнальный уровень обеспечивает материальную составляющую информационных процессов.

Образование данных

Простые и сложные информационные процессы

По отношению к сигнальному уровню все информационные процессы можно условно разделить на две обширные категории: простые и сложные. Простые информационные процессы протекают исключительно на сигнальном уровне, то есть сам сигнал несет информацию: горячо, светло, громко, горько, больно. Такие сигналы сами по себе достаточно информативны.

В противоположность простым, сложные информационные процессы развиваются на нескольких уровнях. Сначала сигнал проходит регистрацию, а потом информация передается вместе с зарегистрированным сигналом. Отсюда вывод: зарегистрированные сигналы способны участвовать в информа-

[1] Можно открыть дверь в ответ на звонок, не спросив: «Кто там?» Но зачем ее открывать, если не было звонка?

ционном обмене ничуть не хуже обычных сигналов. Для них даже придуман специальный термин — *данные*.

Данные — это зарегистрированные сигналы.

Природа данных

Данные могут иметь любую физическую природу

С природой данных дело обстоит удивительно просто. Они могут иметь любую физическую природу. С каждым годом ученые все глубже проникают в строение материи и находят новые возможности для записи данных. Во времена Пушкина рукопись поэмы «Руслан и Людмила» занимала несколько квадратных метров бумаги. Сегодня на одном квадратном миллиметре магнитного носителя можно разместить 100–200 таких поэм.

За любыми данными стоят события

Чтобы образовались данные, должно произойти событие взаимодействия материальных тел и (или) энергетических полей. Полученные данные в дальнейшем можно использовать для реконструкции (интерпретации, воспроизведения) этого события. Пятна от пролитых жидкостей, следы ног, отпечатки пальцев — все это данные. Их природа связана с изменением оптических, физических, химических и других свойств предметов. Анализ данных позволяет реконструировать события: что и когда происходило с предметами, несущими данные на себе.

Данные могут заключаться в изменениях не только свойств тел, но и их структуры. Например, комбинации белков в молекуле ДНК — это данные, согласно которым клетки живых организмов при делении передают свойства потомкам.

Свойства данных

Данные всегда объективны, даже если информация, заключенная в них, субъективна

Прежде всего заметим, что данные всегда объективны. Если рассматривать их формально, не вдаваясь в содержание, то само наличие данных уже свидетельствует о том, что имело место событие их регистрации, то есть фактическое действие. Допустим, в древнем манускрипте сказано, что Солнце вращается вокруг Земли. Мы знаем, что это не так. Тем не менее, эти данные все равно являются объективным свидетельством. Они позволяют нам объективно судить о том, что взгляды на

устройство солнечной системы не всегда были такими, как сегодня. Кстати, ценность этого манускрипта как информационного объекта может быть намного выше, чем современных учебников по астрономии, содержащих корректное описание механизма движения планет.

Данные, их состав и структура существуют независимо от наблюдателя. Метеорит, упавший на Землю, оставляет на ее поверхности след независимо от того, когда он упал: за миллионы лет до появления человека или же на наших глазах.

Объективность данных не исключает субъективность их интерпретации

Вместе с тем, содержание объективных данных может интерпретироваться субъективно. Когда-то ученые полагали, что кратеры на поверхности Луны являются данными, свидетельствующими о том, что в прошлом на Луне имела место вулканическая деятельность. Позже удалось детально рассмотреть поверхность спутников Марса — Фобоса и Деймоса, для которых невозможность вулканической деятельности доказана теоретически. Обнаружив там кратеры, аналогичные лунным, ученые вынуждены были признать, что лунные кратеры не могут быть вызваны вулканическими процессами. Это свидетельство многочисленных столкновений Луны с космическими телами.

Объективность данных связана с их материальной природой

Объективность данных объясняется их материальной природой, которая заключается, во-первых, в том, что данные образовались в результате взаимодействия материальных тел или полей, а во-вторых, в том, что они неразрывно связаны с материальными носителями. Данные не могут существовать без носителя. Свойства данных, такие как долговечность хранения, скорость перемещения и плотность размещения, определяются свойствами их носителя.

Неразрывная связь с носителем — основное свойство данных. Оно обусловливает их объективность и определяет большинство прочих свойств.

§ 11. Информация

Вернемся к простейшей модели информационного обмена, представленной на рисунке 2.8. Она позволит нам установить,

как в информационных процессах соотносятся сигналы, данные и информация.

1. Источник представляет информацию в виде данных.
2. На основе данных формируется последовательность энергетических сигналов.
3. Сигналы взаимодействуют с материей и регистрируются. При этом образуются данные.
4. Получатель интерпретирует данные и воспроизводит их. При этом образуется информация.



Иногда процесс передачи и приема информации растягивается во времени. В этом случае информация может находиться в режиме промежуточного хранения, в котором она также имеет форму данных.

Информацию нельзя рассматривать вне процесса информационного обмена, ведь тогда пришлось бы признать ее автономное существование вне материального источника. Она неотделима от информационных процессов. Если ее надо рассмотреть вне процесса или в режиме хранения, значит, надо рассматривать не информацию, а данные, которыми она представлена. То есть, говоря о процессах, следует использовать понятие «информация», а говоря о состояниях — понятие «данные».

Информация — понятие динамическое

Функции информации

Всякий процесс имеет цель. Ее можно характеризовать тем состоянием, на переход к которому процесс направлен. Таков, например, процесс падения камня под действием силы притяжения: его цель — минимизация потенциальной энергии системы. Аналогично можно сформулировать обобщенную цель информационного процесса.

Обобщенная функция информационных процессов

Обобщенная цель информационных процессов — изменение состояния сторон-участниц.

Мы уже говорили о том, что если наблюдается изменение состояния участника информационного процесса, значит, имеет место управление. Оно осуществляется через управляющую информационную связь. Слово «управление» здесь надо рассматривать широко. Оно подразумевает не только внешнее управление кем-то или чем-то, но и регулирование,

Информация необходима для управления

саморегулирование, адаптацию. Так, например, в повседневной жизни наибольшее количество информации мы получаем через системы зрения и осязания. Мы даже не задумываемся над тем, как много информации приходится обрабатывать центральной нервной системе, чтобы управлять телом при ходьбе. А не задумываемся потому, что обработка происходит на низших уровнях информационного обмена: на сигнальном уровне и на уровне распознавания образов. В механизме обычной ходьбы мышление не участвует[2].

Кроме системы органов чувств человек имеет память. Память — это свойство нервной системы, заключающееся в способности к накоплению и воспроизведению прошлого опыта. Упорядоченный и проверенный действительностью предварительный опыт образует знания.

Информация необходима для формирования знаний

Управление и приобретение знаний — это две целевые функции информационного обмена. Ради них люди создают и обрабатывают информацию, обмениваются ею. Ранее мы разделили информационный обмен на *диспозитивный* и *императивный*. Теперь мы можем расширить свои знания и пояснить, что это деление имеет функциональный характер.

Двойственная природа информации

Самое простое представление об информации как о сведениях и командах мы получаем в обыденной жизни. Ради получения сведений мы посещаем учебные заведения и общаемся с другими людьми. Упорядоченные, проверенные практикой и запомненные сведения образуют знания. Кроме сведений человек обменивается с объектами окружающей среды командами. Этот обмен сопровождает все процессы, связанные с управлением, регулированием или адаптацией.

Характерная особенность информации заключается в том, что она имеет двойственную физико-логическую природу. В ней можно выделить материальный компонент, связанный с тем, что информация дает сведения об объектах и явлениях

[2] Если речь идет не просто о ходьбе, а о движении по заданному маршруту, ситуация меняется. В этом случае в информационном обмене участвует мышление. Начинают также играть роль предварительный опыт и специальная подготовка.

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ИНФОРМАЦИЕЙ И ДАННЫМИ

ИНФОРМАЦИЯ	↔ ПРОЦЕСС	ДАННЫЕ	↔ СОСТОЯНИЕ
Беседуя, люди обмениваются **информацией**	Собеседники участвуют в процессе информационного обмена	В этой книге ты найдешь нужные **данные**	Данные хранятся в книге
Из-за помех на линии связи **информация** была искажена	Процесс передачи данных был нарушен	Из-за помех на линии связи **данные** были приняты с ошибками	Полученные данные отличаются от исходных данных
Информация о том, что лунные кратеры свидетельствуют о вулканической деятельности, не соответствует действительности	Распространение этой устаревшей информации целесообразно приостановить	**Данные**, полученные в результате фотосъемки поверхности Луны, доказывают, что кратеры Луны имеют метеоритное происхождение	Фотоснимки Луны соответствуют данным, полученным при фотосъемке спутников Марса, для которых отсутствие вулканов доказано теоретически
Компьютеры помогают людям работать с **информацией** 	С помощью компьютеров люди автоматизируют некоторые процессы информационного обмена: • запись информации в виде данных; • поиск информации; • визуализацию данных при воспроизведении информации	Компьютер работает только с **данными** 	Работа компьютера заключается в автоматическом изменении состояния электронных элементов: • ячеек памяти; • регистров процессора; • регистров других микроконтроллерных устройств
Государство регулирует права граждан на получение и распространение **информации**	В интересах общества государство управляет участием граждан и организаций в процессах информационного обмена	Закон запрещает умышленное искажение или повреждение **данных** в информационных системах	Закон запрещает несанкционированное изменение состояния информационных систем

материального мира, но в ней присутствует также и логический компонент, связанный с особенностями человеческого мышления, ведь одни и те же данные разные люди могут интерпретировать по-разному.

Двойственная природа информации неразрывно связана:

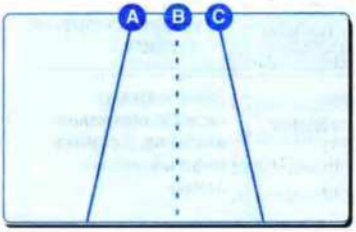
а) с двойственной природой информационных каналов, через которые информация поступает (см. § 8);

б) с ее поступлением через высшие (не физические) уровни в обобщенной модели информационного обмена (см. § 9).

Почему из одних и тех же данных можно получить разную информацию

Распознавание образов, содержащихся в полученных данных, а также интерпретация их содержания неизбежно вносят субъективный фактор в получаемую информацию. В результате содержание информации, с одной стороны, определяется содержанием и свойствами данных, а с другой — свойствами средств распознавания и интерпретации. Различия могут заключаться в психофизиологических особенностях получателей информации, в их разном жизненном опыте и разном предварительном знании, в разных настройках используемых приборов, инструментов и приспособлений, в использовании разных программных средств для обработки одних и тех же данных.

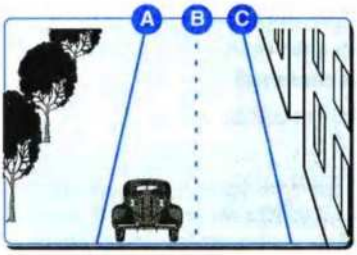
Даже цель получения информации у разных людей может быть разной, и это неизбежно влияет на то, какая именно информация ими будет получена. В таких случаях говорят, что содержание информации зависит от контекста ее получения. *Контекст* — это и есть тот логический (нематериальный) компонент, который влияет на содержание информации. Он обобщает условия и цели ее получения.



Взгляните на рисунок слева, и оцените параллельность отрезков прямых *A*, *B* и *C*.

Свойство параллельности изучают на уроках геометрии. В контексте этой дисциплины ответ на поставленный вопрос очевиден. Воспользовавшись измерительными инструментами, нетрудно доказать, что прямые не параллельны.

Но давайте посмотрим на те же самые линии иначе (изменим контекст). Представим себе, что речь идет об уроке изобразительного искусства. Согласитесь, что в таком контексте существуют условия, при которых линии *A*, *B* и *C* можно признать параллельными.



Ситуации, когда разные люди получают разную информацию, отнюдь не редкость. Наверное, это самая распространенная причина межличностных, общественных и межгосударственных противоречий и конфликтов. С одной стороны, материальный компонент информации — дан-

ные — всегда объективен. С другой стороны, логический компонент информации — контекст ее воспроизведения — всегда субъективен. В информационном обмене они сочетаются друг с другом самым причудливым образом.

Успешное взаимопонимание в обществе

Для современного человека недостаточно умения обобщать и анализировать поступающие данные. Чтобы добиться успеха в общении с другими людьми, он должен понимать мотивы, которые ими движут, уметь ставить себя на место партнера, оппонента, клиента, заказчика, руководителя, подчиненного. Он должен уметь создавать условия, ведущие к взаимопониманию, и предотвращать события, ведущие к конфликтам.

Информационные методы

Количество возможных контекстов бесконечно

Одни и те же данные можно рассматривать как регистрацию разных событий, то есть при воспроизведении тождественных данных можно получить нетождественную информацию. Кто-то, увидев запись *MMX*, решит, что это расширенная система команд процессора (*Multimedia Extention*), а кто-то может полагать, что здесь согласно правилам римской нотации записано число 2010. Формально обе точки зрения равноправны, но неформально между ними есть разница. Она зависит от контекста, который подразумевает несколько разных условий:

- цель воспроизведения информации;
- среду и окружение, в которых протекает ее воспроизведение;
- свойства источника информации и ее потребителя.

Таким образом, для правильной интерпретации данных важно не только их содержание, но и контекст, к которому они относятся. Вместе с тем, количество возможных контекстов бесконечно. Поэтому вместо контекста используют понятие *информационного метода*, который включает в себя и цели, и условия получения информации, и множество дополнительные характеристик ее получателя.

Информационный метод — это понятийная конструкция, выражающая обобщенную характеристику целей, условий и обстоятельств интерпретации данных.

Основное правило информационного обмена

Информационные методы используются как при воспроизведении информации, так и при ее записи. При этом создатель информации должен проявлять заботу о ее получателе и руководствоваться основным правилом информационного обмена в обществе.

Информационный метод, использованный для записи данных, должен быть адекватен цели, условиям и обстоятельствам их интерпретации.

Согласитесь, что поздравление другу с днем рождения можно написать на иностранном языке, а заявление о приеме на работу — нельзя. Записку «Мама, я у Оли» можно написать на случайном клочке бумаги, а для экзаменационного ответа можно использовать только специальные листы.

Виды информационных методов

Информационные методы бывают естественными и искусственными. Естественные информационные методы бывают врожденными и приобретенными. Врожденные информа-



Рис. 3.1. Классификация информационных методов

ционные методы основаны на системе чувств восприятия субъекта — они обеспечивают информационный обмен на сигнальном уровне. Приобретенные методы являются результатом обучения (для человека) или адаптации (для человека и животных). Они позволяют перейти к более высоким уровням информационного обмена — к уровням распознавания образов и интерпретации содержания.

Естественные информационные методы

Искусственные информационные методы могут быть аппаратными и программными. Их действие зависит от настройки оборудования и программ. Например, телевизионный приемник — это прибор, выполняющий функции аппаратного информационного метода для получения информации из данных, зарегистрированных в момент модуляции электромагнитной волны. Настраивая его, можно управлять информационным обменом: выбирать между просмотром телефильма и сводки новостей. В любом случае антенна регистрирует одни и те же данные, но воспроизводится из них только та информация, которая определена настройкой прибора.

Искусственные информационные методы

Определение информации

Опираясь на определение данных и понятие информационного метода, мы можем дать развернутое определение информации.

Информация — это результат взаимодействия данных и информационных методов, рассматриваемый в контексте этого взаимодействия.

Существуют и другие представления об информации. Мы рассмотрим их особенности и области применения в следующем параграфе. Данное определение отличается от них тем, что в нем учитывается отмеченная выше двойственная природа информации, обусловленная двойственной природой информационных каналов, через которые происходит информационный обмен.

Главной особенностью данного определения является тот факт, что информация рассматривается только в контексте взаимодействия данных и информационных методов. Это вполне обоснованное требование, потому что если данные имеются,

а информационный метод не определен, то бессмысленно рассуждать о какой-либо информации, так как интерпретация этих данных может быть произвольной.

Информация как динамическая сущность

Отсюда вытекает, что информация — это динамическая сущность. Она существует только в процессе информационного обмена и длится ее существование ровно столько, сколько продолжается взаимодействие между информационным методом и данными. Сразу по окончании информационного процесса информация исчезает. Она либо утрачивается, либо вновь переходит в форму данных. Скорее всего, эти данные не тождественны исходным.

§ 12. Исторический очерк развития представлений об информации

Этимология слова «информация»

В слове «информация» нетрудно выделить приставку *in* и корень «форма» (*forma*). Слово «форма» имеет греко-латинское происхождение и берет начало от греческого слова «морфа» (*morpha*), обозначающего внутреннее строение сущностей. Во втором веке до нашей эры римляне заимствовали это слово у греков, но при этом изменили как его написание, так и значение. В результате появилось латинское слово «форма», обозначающее уже не внутренний, а, наоборот, внешний облик сущностей.

Преобразование морфы в форму вполне соответствует различиям в системах мышления греков и римлян. Древнеримский образ мышления принципиально отличался от древнегреческого повышенным вниманием к внешнему проявлению сущностей и недооценке их внутреннего содержания. Так, например, для римлян физические качества людей были гораздо важнее их духовного мира, уровня знаний, образования и культуры. С другой стороны, греческое учение об атомарном строении вещества в принципе не могло ни появиться, ни развиваться в римской цивилизации — для этого не было соответствующей школы.

Приставка *in* имеет латинское происхождение. Она указывает на то, что действие, выражаемое корнем слова, направлено снаружи вовнутрь. Эти наблюдения позволяют нам сделать первые выводы.

1. Слово «информация» первоначально обозначало не сведения, как сегодня, а некоторое действие, процесс, процедуру. Для примера сравните его со словами *демонстрация*, *регистрация*, *экзекуция* и т. п.
2. Это действие приводит к изменению внешних (не внутренних) свойств или проявлений объекта «информации».
3. Действие на объект «информации» направлено извне и носит принудительный характер.

Так что же это за действие? Сейчас мы это узнаем.

Античный период

Мы начнем наш исторический очерк со Второй македонской войны (200 до н.э – 197 до н.э.). Когда в сражении при Киноскефалах (197 до н.э.) мобильные римские манипулы разорвали на части и растерзали могучую, но неповоротливую македонскую фалангу, закончилась эпоха доминирования греческой культуры в Средиземноморье.

Так начиналась эпоха Рима. Многие историки связывают образование и расцвет Римской империи с великолепной организацией ее регулярных боевых частей — легионов. Гибкие и мобильные, они сумели в исторически короткий срок донести волю Рима до множества народов от Пиренеев до Кавказа, от Туниса до Британии.

Легионер — не просто воин. Его отличало умение слаженно действовать в составе своего подразделения. Это требовало особой дисциплины, ответственности, чувства долга и, конечно, специальных навыков. Все это вырабатывалось годами и составляло суть процедуры «информации». То есть, в первоначальном значении под информацией понималась подготовка воинов к включению в состав слаженных боевых подразделений — «приведение к формату, заданному требованиями воинской службы».

Античность: информация — это приведение к заданному формату

Здесь уместно отметить удивительное сходство древнеримской «информации» с хорошо знакомым нам русским словом «наставление». Наставление — это тоже действие, направленное извне вовнутрь и имеющее частично принудительный характер. Цель его та же — постановка наставляемого в общий

строй. А еще можно заметить, что, аналогично информации, наставление тоже может обозначать не только процесс, но и совокупность сведений. Таково, например, «Наставление по стрелковому делу».

Раннее средневековье

Раннее средневековье: информация — это воспитание, наставление

С падением Римской империи в Европе на сотни лет прервались уникальные традиции формирования регулярных боевых частей. Вместе с ними ушло в прошлое значение слова «информация», означавшее «приведение индивидуальных воинов к формату слаженного подразделения». Однако само слово сохранилось, хотя и в другом значении — значении наставничества.

Исчезли римские легионы, но появился другой общественный институт, требующий от своих участников не меньшей дисциплины и самоотверженности, к тому же оперирующий на том же латинском языке. Этот институт — церковь. Именно в ее стенах и сохранилось латинское слово «информация». Первоначально оно обозначало подготовку служителей к исполнению религиозных обрядов, их «наставление на жизнь по уставу». Одной из наиболее распространенных форм этой подготовки была практика заучивания наизусть больших объемов канонических текстов.

Знание канонических текстов «на память» высоко ценилось в те годы. Напомним, что печатной письменности еще не существовало, а копировать канонические рукописи вручную разрешалось далеко не всем. Поэтому качество подготовки церковных служителей в первую очередь определялось знанием ими наизусть священных текстов. Тот, кто знал их больше, имел лучшую подготовку, то есть лучшую «информацию». Так в средние века слово «информация» приобрело новое значение. Оно стало выражать совокупность сведений, хотя и не любых. Под информацией понимались:

а) сведения, имеющие религиозную значимость;

б) сведения обязательно точные.

Разумеется, слухи, сплетни и прочие «мирские» сведения, даже достоверные, информацией не считались.

Эпоха Возрождения

Вместе с тем, в допечатную эпоху кроме религии действовал еще один общественный институт, тоже нуждавшийся в точном запоминании большого количества сведений, фактов и событий. Этот институт — право. По количеству документов, изучаемых наизусть, подготовка юристов мало уступала (да и сегодня мало уступает) подготовке церковных служителей. Так европейское право стало первой научной отраслью, в которую слово «информация» вошло со значением «точные сведения, достоверные факты, зарегистрированные события». Произошло это при подготовке свода законов во Франции в XV веке.

Эпоха Возрождения: информация — это достоверные сведения и точные факты

Эпоха Просвещения

Несколько позже, в Эпоху Просвещения (XVIII в.) слово «информация» распространилось по Европе и вошло в большинство европейских языков вместе со значением, принятым во Франции. Правда, при этом заметно смягчились требования к сведениям и фактам. Сегодня, например, нетрудно встретить указания на неполную, неточную, недостоверную, неадекватную, несвоевременную и необъективную информацию. Несмотря на такой «порочащий» букет свойств, в современном понимании это все-таки информация, с которой можно оперировать. Мы обсудим приемы работы с неполноценной информацией ниже, когда будем знакомиться со свойствами информации.

Эпоха Просвещения: информация — это сведения и факты

§ 13. Альтернативные подходы к определению информации

Выше мы ввели определение информации (§ 11), опираясь на данное ранее определение данных (§ 10). Опираться на данные удобно, потому что они имеют материальную природу и сами по себе (если абстрагироваться от их содержания) всегда объективны.

Естественно-научный подход

В природе, обществе, науке и технике нетрудно найти множество примеров тому, как данные становятся информацией в момент взаимодействия с информационными методами. Этот

подход мы называем *естественнонаучным*. Он удобен для естественнонаучных, технических и технологических дисциплин. Вместе с тем, надо признать, что этот подход — не единственный. Существуют и другие подходы. Изучая информатику, следует понимать различия между ними и знать пределы применимости каждого подхода.

Фактологический подход

В рамках фактологического подхода информацией считаются точные факты и достоверные сведения. Как видите, этот подход напрямую вытекает из традиционного представления об информации, принятого в Европе, начиная с XV века (§ 12).

Фактологический подход удобен для социальных дисциплин

Фактологический подход традиционно удобен для общественных дисциплин: исторических, юридических, социальных и некоторых других. Представление об информации как о сведениях закреплено в российском законодательстве. В частности, в законах, касающихся информационной деятельности, информация определяется именно как сведения.

Достоинства фактологического подхода

Основное достоинство фактологического подхода состоит в его простоте и понятности. Он очень хорошо согласуется с бытовым представлением об информации как об источнике знаний. С этого подхода начинают изучение информатики на ранних этапах обучения.

Недостатки фактологического подхода

Однако, несмотря на прочные исторические корни, у фактологического подхода есть и серьезные недостатки. Основной недостаток заключается в том, что этот подход ориентирован лишь на человека и потому в принципе не способен адекватно описать информационные процессы, действующие в живой природе и технике. Согласитесь, что нелепо говорить о достоверных сведениях, изучая информационный обмен между человеком и животным. О каких достоверных фактах можно говорить применительно к прогнозам и предупреждениям? Тем не менее, прогнозы и предупреждения — это полноценная информация в современном понимании этого слова.

Фактологический подход удовлетворительно описывает свойства информации, если они отражают реальную действительность. Однако он совершенно не годится для оценки свойств

информации, которая ее не отражает или ведет не к накоплению знаний, а к накоплению заблуждений.

Ограничения фактологического подхода

С точки зрения фактологического подхода ложная информация — это не информация. Когда в следующем параграфе мы будем изучать свойства информации, то узнаем, что это не так. Умело манипулируя информационными методами, вполне можно из необъективных или недостоверных данных получать объективные и достоверные сведения. Именно для этого и существуют такие научные дисциплины, как теория вероятностей и математическая статистика.

Фактологический подход всегда ориентирован в прошлое. С такой позиции сведения о том, что было, считаются информацией, а сведения о том, что будет, — нет. Если событие еще не произошло, оно не может считаться фактом, следовательно, в рамках фактологического подхода сведения о нем не являются информацией. Возможно, такой подход разумен для юридических задач, но для науки в целом он неприемлем. Современное общество не может обделять себя, отбрасывая информацию, содержащуюся в научных прогнозах. Достаточно сказать, что на оценках и прогнозах построена вся современная система экономических и финансовых отношений.

Мы отметим еще один недостаток фактологического подхода, который заключается в том, что он ориентирован только на диспозитивные информационные процессы, заключающиеся в получении сведений и приобретении знаний. Вместе с тем, информационный обмен в природе и обществе на 99% является императивным и служит целям и задачам управления. Этот важнейший для современного общества аспект использования информации полностью выпадает из рассмотрения при использовании фактологического подхода. В учебниках, ориентированных на фактологический подход, вы вряд ли найдете главу, посвященную информационной сущности процессов управления. А без этого сегодня теряется основное содержание информатики. Компьютеры давно перестали пленять сердца и умы удивительными способностями складывать и умножать. Современная вычислительная техника имеет реальную ценность только как база для реализации автоматических систем управления.

Вероятностный подход

Вероятностный подход — модельный

Сразу скажем, что вероятностный подход — модельный. Его основное достоинство заключается в том, что он легко формализуется, а основной недостаток — в том, что он мало где применим.

Закрытые информационные системы

Область применения вероятностного подхода — ограниченный класс информационных процессов, происходящих в так называемых *закрытых системах*. В закрытой системе источник и потребитель информации действуют по внутренним, заранее согласованным правилам. Выход за рамки этих правил или подключение нового источника, действующего по иным правилам, запрещены. То есть, потребителю информации заранее многое известно об источнике:

- сколько и каких состояний может принимать источник (их совокупность называют *алфавитом*, а общее количество — *мощностью алфавита*);
- каким способом (какими сигналами) передается то или иное состояние источника (эта договоренность называется *протоколом связи*).

Согласно вероятностному подходу, информация — это средство уменьшения (редукции) неполноты знаний приемника о том, в каком состоянии находится передатчик. Поэтому вероятностный подход называют также *редукционным*.

Формальность вероятностного подхода

Чем большее количество состояний может принимать источник, тем большее количество информации должен получить приемник, чтобы восстановить его текущее состояние. Например, если источник информации может находиться только в одном из двух состояний («орел» или «решка»), то для интерпретации его состояния достаточно получить простейшее сообщение: «Да» или «Нет». При этом не имеет значения, каким сигналом это сообщение представлено, то есть сообщение рассматривается формально.

Подход называют «вероятностным», потому что информация рассматривается как средство повышения вероятности того, что потребитель сообщения правильно восстановит («угадает») состояние источника. Заметим, что если источник информации может принимать всего лишь два состояния, то

потребитель способен восстановить «правильное» состояние с вероятностью 50% вообще без какого-либо информационного обмена, а просто «наугад».

Впрочем, для технических систем вероятность 50% все-таки недопустимо мала. Именно для того, чтобы ее удвоить, и необходим один формальный информационный сигнал.

Чем больше количество состояний, которые может иметь источник, тем больше сигналов он должен передать потребителю. Каждое удвоение числа возможных состояний вызывает необходимость в передаче дополнительного сигнала:

$N = log_2 A$, где:

N — количество элементарных сигналов, необходимых для передачи сведений о состоянии передатчика;

A — количество возможных состояний передатчика (мощность алфавита).

Мощность алфавита передачи

Область применения вероятностного подхода обусловлена его достоинствами, к которым относятся математическая строгость и простота формализации. Имея такие достоинства, этот подход нашел широкое применение в технике, особенно в системах связи. В частности, он позволяет математически точно рассчитать технические параметры линии связи и выявить условия, когда она действует наиболее эффективно.

Достоинства вероятностного подхода

В тех случаях, когда информатику определяют как техническую дисциплину, вероятностный подход к определению информации принимают в качестве основного. Однако на самом деле информатика покинула тесные рамки технической дисциплины еще сорок лет назад, и сегодня вероятностный подход не соответствует решаемым задачам. Кроме закрытых технических систем, его нельзя (категорически нельзя!) использовать практически нигде.

В природе, обществе, науке, культуре и искусстве не бывает закрытых систем, поэтому в большинстве общественных отношений этот подход может приводить к нелепым выводам. В частности, теоретики вероятностного подхода берутся доказывать, что в сообщении *«дважды два равно четырем»* не содержится никакой информации, поскольку нет ни малейшей вероятности, что дважды два четырем не равно. Более

Недостатки вероятностного подхода

того, они утверждают, что вся математика якобы не дает никакой информации, поскольку берет начало от нескольких аксиом и далее занимается лишь тождественными преобразованиями.

Возможно, подобные утверждения имели бы смысл, если бы математика была закрытой системой. Однако математика — не закрытая система (это доказано теоретически[3]). Ни к математике, ни к природе, ни к обществу нельзя применять вероятностные представления об информации.

Область действия вероятностного подхода — закрытые технические системы:

Область применения вероятностного подхода

- микропроцессоры;
- микроконтроллеры;
- микросхемы компьютерной памяти;
- закрытые каналы передачи данных.

При изучении способов записи информации в форме числовых данных, мы непременно вернемся к вероятностному подходу и еще не раз будем использовать его преимущества, заключающиеся в формализации представления информации.

§ 14. Свойства информации

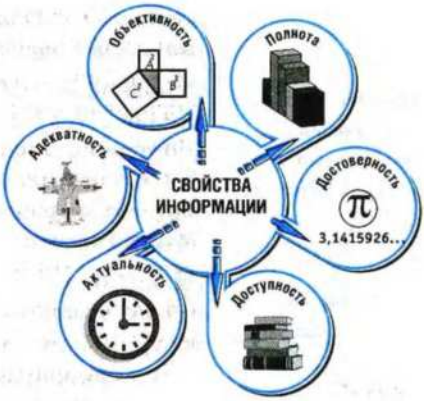
Цель информационного обмена в обществе — обеспечение действия общественных отношений. В процессах информационного обмена происходит обогащение общества и его членов знаниями, а также осуществляется управление обществом и его элементами. Чтобы правильно обращаться с информацией, циркулирующей в ходе информационного обмена, необходимо понимать ее свойства, уметь их использовать и управлять ими.

Особенно важно различать и оценивать свойства информации в задачах, связанных с управлением. Ошибки и некорректности, допущенные при формировании знаний и навыков, обычно нетрудно выявить и устранить. Ошибки в управлении могут иметь весьма долговременные последствия, приводить к техническим катастрофам и общественным конфликтам. За

[3] Теорема Курта Геделя о неполноте арифметики (1931).

ошибки в управлении человечество нередко платит очень высокую цену. С точки зрения управления важнейшими являются следующие шесть свойств:

- объективность;
- полнота;
- достоверность;
- адекватность;
- актуальность;
- доступность.



В некоторых своих проявлениях они могут быть похожи, но их надо уметь различать. Многие свойства информации взаимосвязаны, а это значит, что неполноту одного свойства иногда удается успешно компенсировать избыточностью другого.

Объективность информации

Объективность — это характеристика информации, выражающая степень ее соответствия реальной действительности.

Объективность — важнейшее свойство информации, которое, к сожалению, крайне редко бывает абсолютным. Казалось бы, объективная и материальная природа данных, в которых информация хранится, должна давать все основания, чтобы информация тоже была объективной. Однако так происходит далеко не всегда, ведь данные — это только один компонент информации. Второй компонент — информационные методы — связан с источником или потребителем информации и имеет субъективную природу. В зависимости от того, какой компонент превалирует в информационном процессе, результирующая информация может быть объективной более или менее.

Для накопления знаний и решения задач управления людям нужна объективная информация, иначе знания могут оказаться лженаучными, а управление — некорректным. В науке принято считать объективной информацию воспроизводимую. Например, законы физики воспроизводимы, а законы астро-

логии — нет. Соответственно, физика считается объективной наукой, а астрология — нет.

Полнота информации способствует ее объективности

Основной способ повышения объективности информации заключается в увеличении ее полноты. Оценка выступления спортсмена в фигурном катании всегда субъективна, но чем больше разных арбитров, не имеющих внутренних информационных связей друг с другом, ее поставили, тем выше ее объективность.

Коллегиальность принятия решения

Экзаменационная оценка тоже всегда субъективна. Поэтому в особо важных случаях экзамен сдают не одному экзаменатору, а экзаменационной комиссии. Коллегиальность принятия окончательного решения — это мера, направленная на повышение его объективности.

Контроль принятых решений

Кроме экзаменационной, существует апелляционная комиссия. Она тоже предназначена для повышения объективности экзаменационных оценок, но приступает к работе только в спорных, сомнительных случаях. Апелляционная комиссия не задает дополнительных вопросов учащемуся (это запрещено), а работает только с ***объективными материалами***: экзаменационными листами. Тот, кто во время экзамена не поленился обстоятельно заполнить экзаменационный лист, имеет реальные шансы на то, что апелляционная комиссия повысит объективность его оценки[4].

Объективность политических и социальных процессов

Количество людей, проголосовавших на выборах органов власти, является оценкой объективности результатов выборов. Никто не знает заранее, какой из кандидатов или какая партия победит на выборах, но объективность нужна всем: и победителям, и проигравшим, и участникам голосования, и организаторам выборов. Общество заинтересовано в объективных результатах, потому что объективность является залогом того, что избранные органы власти будут пользоваться общественной поддержкой и смогут эффективно работать. История знает множество примеров того, как из-за недостаточной объективности выборов возникали общественные конфликты, приводящие к тяжелым последствиям.

[4] Апелляционная комиссия, безусловно, повысит объективность оценки, полученной на экзамене. Однако заметьте, из этого совсем не следует, что она повысит саму оценку. Если низкая оценка получена объективно, комиссия утвердит ее своим решением.

Из сказанного можно предположить, что люди всегда стремятся к повышению объективности информации. На самом деле — нет. Они стремятся к ее повышению «как правило», но не всегда. В области культуры можно найти примеры обратного подхода. Все зависит от того, что именно представляет художник, писатель или артист. Если он намерен представить окружающую действительность, то, конечно, он стремится к максимально детальному, точному и объективному ее описанию. Но творческий человек может представлять не действительность, а свой информационный метод, свое умение выразить чувства и эмоции ограниченными средствами. В этом случае художественное полотно может быть весьма далеким от реализма и, тем не менее, оставаться выдающимся произведением искусства. Кубизм, примитивизм, импрессионизм и многие другие стили и направления живописи имеют целью в первую очередь представить не саму действительность, а новые, необычные средства художественной выразительности. В таких случаях на первое место выходят не данные, а метод, не объективность, а выразительность.

Объективное воспроизведение действительности и художественная выразительность

Полнота информации. Моделирование

Полнота информации — это относительная характеристика, определяющая количество информации, собранной об объекте или явлении.

Полнота информации тесно связана с объективностью. Чем полнее информация, собранная об объекте или явлении, тем выше ее потенциальная объективность. Фотография дает более полное представление о действительности, чем рисунок, поэтому фотоматериалы могут приниматься как объективные свидетельства (после соответствующей экспертизы), а рисунки — нет. Видеозапись, в отличие от фотографии, представляет информацию не только о внешнем облике объекта, но и о его действиях, поэтому объективность видеозаписи выше, чем объективность отдельно взятого кадра.

Полнота и объективность

Объективные свидетельства

Людям свойственно стремиться к повышению полноты информации, но достичь абсолютной полноты в естественной природе и обществе практически невозможно. Однако это возможно в искусственных технических или абстрактных системах, если

Закрытые информационные системы

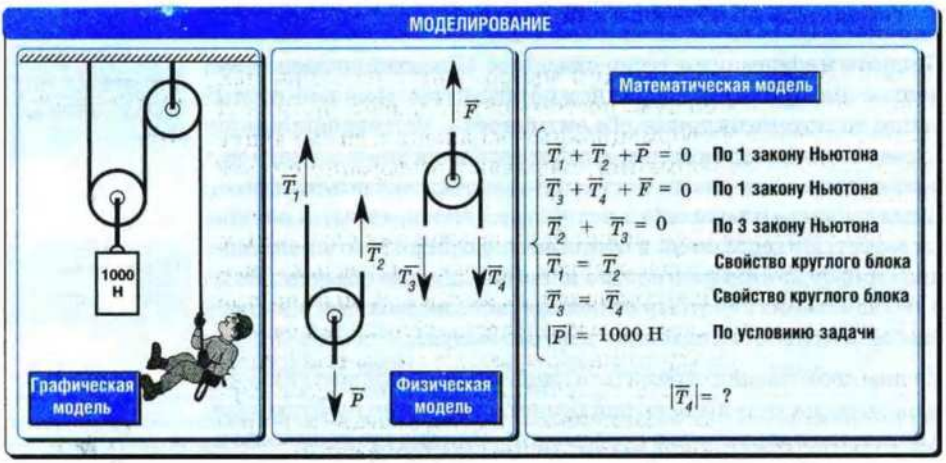
они закрыты, то есть имеют конечное (и заранее известное) количество состояний и взаимосвязей. Например, информация о состоянии монеты после броска может быть полной, потому что количество состояний монеты конечно: «орел» или «решка». Если информация неполна (монета еще не упала), мы можем точно оценить степень ее неполноты — 50%.

Открытые информационные системы

В природе не бывает закрытых систем. Какой бы объект или явление мы ни рассматривали, всегда можно рассмотреть его подробнее и найти дополнительные взаимосвязи и состояния. Поэтому информация об объектах и явлениях природы и общества никогда не бывает полной, но это не значит, что ее полнотой нельзя управлять. Глубже анализируя состояние объекта, шире рассматривая его взаимосвязи, мы увеличиваем степень полноты информации.

Искусственное закрытие информационной системы

Чтобы довести полноту информации до 100%, существует искусственный практический прием — закрыть рассматриваемую систему, но для этого приходится отбрасывать (не учитывать) какие-то взаимосвязи ее элементов. Именно это мы и делаем, рассматривая модели. Так, решая задачи по физике, мы отбрасываем некоторые связи между телами как несущественные. Например, решая задачу механики о работе подвижного блока, мы «отбрасываем» сопротивление воздуха,



притяжение Солнца и Луны, силы трения между волокнами каната и в осях блоков.

Моделирование — это информационный метод, заключающийся в логическом закрытии рассматриваемой системы. В результате моделирования количество состояний системы и число взаимосвязей между ее элементами становится конечным. Цель моделирования — рассмотрение полученной системы с исчерпывающей полнотой.

Достоверность информации

Согласно бытовым представлениям, достоверность информации — это ее «правдивость», соответствие реальной действительности. В информатике это не совсем так. Напомним, что соответствие реальной действительности называется *объективностью*. А достоверность — это совсем другое свойство.

Достоверность информации — это характеристика ее неискаженности.

Истина и ложь

Абсолютно достоверной или абсолютно недостоверной может быть только информация, рассматриваемая в закрытой системе (в модели). В первом случае ее называют *истиной*, а во втором — *ложью*.

Информационный шум

Бóльшую часть информации мы получаем из открытых информационных систем, поэтому она обладает частичной достоверностью. Информационные искажения, снижающие достоверность информации, называют *информационным шумом*.

Информационный шум может быть вызван как случайным или преднамеренным искажением данных, так и использованием некорректных информационных методов. Например, при попытке замерить с помощью канцелярской линейки размер атома водорода и размер атома вольфрама (если бы такой опыт было возможно поставить) получится одинаково недостоверный нулевой результат. Причина — в использовании непригодного информационного метода (метода измерений).

Не следует путать достоверность с объективностью. Необъективная информация действительно не может быть достоверной, но обратное возможно: недостоверная информация вполне может быть объективной. На этом основаны все естественные и технические науки. Мы сталкиваемся с этим явлением каждый день, когда что-либо измеряем.

Рассмотрим какое-либо иррациональное число, например $\sqrt{2}$. Мы не знаем (и не можем знать) его достоверное значение, потому что это число бесконечно. Кто-то считает, что оно равно 1,41, а кто-то полагает, что его значение 1,4142. На самом деле оба значения недостоверны, однако, записав это число с любым количеством знаков, мы всегда достоверно можем указать предел допущенной погрешности. Значит, объективно мы это число знаем.

Объективность естественных наук

Примеров может быть очень много. Невозможно достоверно знать длину береговой линии островов и материков. Невозможно достоверно определить площадь поверхности листьев на дереве. В физике мы не можем достоверно измерить ни массу, ни длину, ни время, а потому не можем абсолютно достоверно знать значения ни одной физической константы. Но мы всегда можем абсолютно достоверно указать предельную погрешность принятого значения. Это делает математику, физику, химию, физическую географию и астрономию объективными науками.

Недостоверная информация может быть объективной! Для этого предельная величина ее недостоверности должна быть объективно известна.

Адекватность информации

Адекватность — еще одно свойство, которое часто путают с объективностью и достоверностью, называя необъективную или недостоверную информацию неадекватной. На самом деле адекватность — это особое свойство информации, которое не следует путать с другими свойствами.

Адекватность информации — это ее соответствие целям и задачам информационного обмена.

Вы научитесь безошибочно отличать адекватность от других свойств, если запомните, что она играет роль только при рассмотрении моделей. Натурные, физические, графические, математические, виртуальные и прочие модели в принципе не могут быть ни объективными, ни достоверными. Если бы модель объекта (системы) была объективна и достоверна, то это была бы не модель, а копия, что противоречит принципу моделирования.

Адекватность — свойство моделей

Модель не обязана быть ни объективной, ни достоверной. Но адекватной она быть обязана, иначе ее использование приведет к необъективным выводам и даст ошибочные результаты.

Цель моделирования нам уже известна: закрыть информационную систему, чтобы дать принципиальную возможность собрать о ней полную информацию. При этом отбрасываются «лишние» связи и объекты. Но их можно отбросить так, что потеряется сама цель получения информации, — тогда полученная информация становится неадекватной. Решая задачу о падении камня на Землю с высоты 1 м, мы не учитываем его трение о воздух. Для модели, соответствующей этой задаче, сила сопротивления воздуха — незначимая величина по сравнению с силой притяжения.

Но если решать ту же задачу для тела, падающего с высоты 100 км, пренебрегать сопротивлением воздуха уже нельзя, несмотря на то, что плотность воздуха на такой высоте очень мала. В этом случае нужна другая модель, иначе результат вычислений будет неадекватен задаче. А решая ту же задачу для высоты 100 000 км, необходимо еще учесть притяжение со стороны Луны.

Адекватность — главное требование, предъявляемое к любым моделям. Например, детские сказки — это информационные модели общественных отношений, представленные в литературной форме, понятной детям. Содержание информации, выраженное сказкой, бессмысленно характеризовать объективностью и достоверностью, но различать сказки, адекватные для воспитания детей и неадекватные для этой цели, необходимо.

Актуальность информации

Актуальность информации — это свойство, характеризующее степень ее соответствия текущему моменту времени.

Актуальность важна в управлении

Информация может стареть. Это явление особенно важно учитывать при управлении. Сведения, еще вчера бывшие объективными, сегодня могут не отражать объективную реальность, потому что она изменилась.

В информатике поддержание актуальности информации обеспечивается регулярностью обслуживания информационных связей, поставляющих данные. Использование неактуальной информации для задач, связанных с управлением, эквивалентно использованию необъективной информации и может приводить к катастрофическим последствиям. Попробуйте сами оценить последствия команд авиадиспетчера, если информация о положении воздушных судов будет отображаться на экране его монитора с задержкой на 30 секунд[5].

Доступность информации

Доступность информации — это свойство, которое характеризует возможности потребителя по ее воспроизведению. Ограниченные возможности — низкая доступность. Большие возможности — высокая доступность. На первый взгляд, все очень просто, но не будем забывать о том, что информация имеет двойственную природу. Она накладывает свой отпечаток в том смысле, что доступность информации зависит как от доступности данных, содержащих информацию, так и от доступности методов ее воспроизведения. А отсюда вытекают интересные возможности по управлению доступностью.

Доступностью информации можно управлять

Доступность информации — это обобщенное свойство, характеризующее доступность данных и доступность информационных методов, необходимых для воспроизведения этих данных.

[5] Если бы авиадиспетчеры были связаны с системами, обрабатывающими данные, не прямыми линиями связи, а через Интернет, они вполне могли бы получить такие огромные задержки.

Повышение доступности информации

Доступность общественной информации повышают путем совершенствования средств связи. Например, внедрение телеграфа и создание телеграфных информационных агентств дало обществу возможность получать ежедневные сводки новостей о событиях политической жизни, а также о состоянии сырьевых и товарных рынков. В свою очередь развитие Интернета дало возможность получать те же сведения в режиме реального времени.

Доступность научной информации повышают внедрением новых технических информационных методов. Например, современный оптический телескоп дает гораздо больше информации, чем первый телескоп Галилео Галилея, хотя источник информации в обоих случаях один и тот же — звездное небо. Кроме оптических сегодня существуют радио- и рентгеновские телескопы.

Понижение доступности информации

Существуют условия, когда доступность информации не повышают, а наоборот, понижают. Это необходимо, когда речь идет о конфиденциальной информации: личных данных, сведениях о состоянии здоровья, финансовых счетах, а также сведениях, имеющих отношение к военной и экономической безопасности государства.

Защищать информацию можно двумя способами. Первый способ — уменьшение доступности данных. Оно достигается с помощью организационных, технических или физических ограничений на доступ к ним. Второй способ — снижение доступности информационных методов, необходимых для воспроизведения защищаемых данных. Например, шифрование данных позволяет ограничить доступ к ним для лиц, не владеющих необходимым методом дешифрования.

Доступность данных и доступность методов

В открытых информационных сетях доступность зашифрованных данных неразрывно связана с их актуальностью. Предполагается, что и сами зашифрованные данные доступны, и программный информационный метод шифрования общеизвестен (программа распространяется широко). Но

конкретные настройки программы, содержащиеся в ключе шифрования, секретны.

Технологии защиты данных

Зная набор данных и метод их шифрования, ключ можно реконструировать (восстановить), но на это необходимо огромное время, в триллионы раз превышающее возраст Вселенной. Если бы кто-то и вздумал реконструировать секретные ключи путем их перебора, он воспроизвел бы информацию, когда она уже никому не нужна. Этот принцип защиты конфиденциальной информации сегодня является основным в технологиях электронной коммерции, при подписании документов электронной цифровой подписью и при проведении финансовых расчетов в электронной среде.

Краткое содержание темы

- Люди используют информационный обмен для приобретения и накопления знаний или в целях управления.
- Информация — основной компонент информационного обмена, не существующий вне рамок этого процесса. Вне процессов информационного обмена информация пребывает в форме данных. В этой форме она хранится и транспортируется.
- Данные — это зарегистрированные сигналы. Они неотделимы от материального носителя. Свойства носителя определяют свойства данных.
- Информация воспроизводится из данных в момент их взаимодействия с информационными методами, которые определяют цели, условия и обстоятельства получения информации.
- Информационные методы бывают естественными и искусственными. От правильного подбора информационного метода зависит содержание полученной информации.
- Кроме естественнонаучного существуют и другие подходы к понятию информации. Фактологический подход рассматривает информацию как сведения или факты. Этот подход используют в исторических, правовых и общественных дисциплинах.
- В вычислительной технике и в технике средств связи используется вероятностный подход к информации. Согласно этому

подходу, информация — это средство уменьшения неполноты знаний потребителя информации о том, в каком состоянии находится ее источник. Вероятностный подход справедлив только для закрытых, искусственных информационных систем или моделей. В живой природе и обществе таких систем не бывает.

- Информация имеет свойства. От них зависят возможности ее использования для накопления знаний и решения задач управления.
- Поскольку информация образуется в момент взаимодействия данных и информационных методов, на ее свойства оказывают влияние как свойства содержательных данных, так и свойства воспроизводящих информационных методов.
- Основными свойствами информации, определяющими возможности ее использования, являются следующие: объективность, полнота, достоверность, адекватность, актуальность и доступность.
- Различные свойства информации взаимосвязаны. Поэтому имеется возможность компенсировать недостаточность одних свойств избыточностью других.

Контрольные вопросы и задания

1. В какой форме пребывает информация в период между ее передачей и получением?
2. Как называется объект, от свойств которого зависит продолжительность надежного хранения информации?
3. Какую физическую природу (механическую, электростатическую, магнитную, электромагнитную, оптическую) могут иметь данные?
4. Для чего люди используют информацию?
5. Как научиться различать, где речь идет об информации, а где — о данных?
6. От чего зависит содержание полученной информации?
7. Придумайте пример того, как разные люди могут получить разную информацию из одних и тех же данных.

8 В чем состоят достоинства фактологического подхода к представлению об информации.

9 В чем заключаются основные недостатки фактологического подхода к представлению об информации?

10 Укажите основное достоинство вероятностного подхода к представлению об информации. В чем причина его ограниченности?

11 От чего зависят свойства информации?

12 Какие свойства информации вы знаете?

13 Что такое объективность информации? Как она связана с полнотой информации?

14 На время проведения экзаменов в учебном заведении создается апелляционная комиссия. Объясните ее функции.

15 Какое свойство информации изменяется в процессе ее шифрования? В каких случаях это полезно?

16 Можно ли пользоваться недостоверной информацией при принятии решений?

17 Может ли недостоверная информация соответствовать реальной действительности?

18 В силу каких причин информация может терять актуальность?

19 Представителям каких профессий необходима своевременная и оперативная информация?

20 Назовите примеры технических устройств, с помощью которых люди повышают оперативность доступа к информации.

21 Приведите примеры видов спорта, достижения в которых имеют объективную оценку.

22 Приведите примеры видов спорта, достижения в которых оцениваются субъективно.

23 В каких видах спорта спортсмены получают две оценки: субъективную и объективную?

Информационный обмен в системах управления

4

Как мы уже знаем, информационный обмен может иметь как симметричный (диспозитивный), так и несимметричный (императивный) характер. Несимметричность императивного информационного обмена обусловлена тем, что его стороны играют разную функциональную роль: одна из сторон является ведущей (управляющей), а другая — ведомой (управляемой). В императивной форме развиваются все информационные процессы, связанные с управлением.

Диспозитивный и императивный информационный обмен

§ 15. Информационная сущность управления

Управление — это целенаправленная деятельность по заданному изменению состояния объекта или системы.

Особо подчеркнем, что управление — это не просто деятельность, а *целенаправленная деятельность*. Именно целенаправленность обусловливает информационную сущность процессов управления.

Целенаправленность управления

Действительно, чтобы процесс управления мог действовать, должны существовать и быть доступны следующие информационные объекты:

- представление о текущем состоянии системы;
- представление о целевом состоянии, к которому необходимо перейти;
- информационные методы, позволяющие сравнивать текущее состояние с целевым, выявлять различия, принимать решения и выдавать необходимые команды.

Близким по смыслу к понятию управления является понятие *регулирования*. Оно тоже имеет информационную сущность. Регулирование можно рассматривать как частный случай управления.

Регулирование — это деятельность по поддержанию заданного состояния объекта или системы.

Управление и регулирование

Пример управления — вождение транспортного средства. Водитель *управляет* положением автомобиля относительно дороги, маршрутных ориентиров, а также относительно других участников дорожного движения. Если это не мешает управлению транспортным средством, он может одновременно *регулировать* громкость радиоприемника и температуру воздуха в салоне.

§ 16. Классификация систем управления

Системы управления и регулирования принято классифицировать по степени автоматизации, по принципу действия и по способу управления (по интерфейсу управления). Степень автоматизации определяет надежность, гибкость и стоимость системы управления. От принципа действия существенно зависит усилие, развиваемое системой, точность и скорость ее срабатывания. Интерфейс управления определяет особенности взаимодействия системы управления с людьми или с другими смежными системами.

Классификация по степени автоматизации

Ручные системы управления

По степени автоматизации различают ручные, автоматизированные и автоматические системы управления. В *ручных системах* все функции управления выполняет человек. Этот класс систем управления отличается гибкостью и экономичностью. Гибкость позволяет применять их в условиях, когда окружающая среда изменяется непредсказуемо и автоматика не может эффективно парировать изменение всех внешних условий.

Основной недостаток ручных систем — сравнительно низкая надежность. Люди не могут долго работать без отдыха, а утомившись, совершают ошибки. Тот факт, что рулевое



управление автомобилем доверено человеку, — это тяжелый технический компромисс. Он связан с тем, что при современном уровне развития науки и техники пока не удается найти более эффективное решение. За этот компромисс приходится расплачиваться здоровьем людей, а иногда и их жизнями. Из-за ошибок в управлении автотранспортными средствами на дорогах планеты ежегодно погибают сотни тысяч человек, что заметно превышает количество жертв более автоматизированных авиационных, железнодорожных и морских перевозок.

Недостатки ручных систем управления

Автоматические системы управления (АСУ) способны функционировать без участия человека. Правильно спроектированные АСУ имеют высокую надежность и эффективность. Во многих случаях они также демонстрируют высокую экономичность эксплуатации.

Автоматические системы управления (АСУ)

Вместе с тем, экономичность эксплуатации не означает дешевизну системы. Стоимость первоначального внедрения АСУ обычно намного превышает стоимость внедрения ручных систем управления. Еще одним важным недостатком АСУ является недостаточная гибкость. Как правило, автоматические системы можно применять только в тех условиях, для которых они были спроектированы. Так, например, автопилот пассажирского самолета нельзя использовать для управления боевым самолетом и, тем более, морским судном.

Недостатки автоматических систем

Автоматизированные системы управления

В *автоматизированных* системах ручное управление сочетается с автоматическим. Таковы, например, системы управления поездами метро. Человек управляет поездом вручную, но параллельно действует автоматическая система, контролирующая его действия и предупреждающая возможные ошибки.

Автоматизированные системы применяют там, где необходимо сочетать повышенную гибкость с повышенной надежностью. Они позволяют снизить психическую и физическую нагрузку на оператора и, тем самым, уменьшают риск возникновения ошибок управления.

К автоматизированным относят также компьютеризированные или, иначе говоря, центрально-автоматизированные системы. Мы рассмотрим их немного погодя, когда познакомимся с электронными системами управления.

Классификация систем управления по принципу действия

Принцип действия определяет физические параметры и свойства системы управления. От него в значительной степени зависят силовые, скоростные и точностные характеристики системы.

По принципу действия различают механические, гидравлические, пневматические, электромеханические и электронные системы управления. С исторической точки зрения наиболее ранними стали *механические* системы управления. С их элементами вы знакомы по школьным урокам физики. Это рычаг, блок, клин (наклонная плоскость), цепь, зубчатое колесо, винтовая пара. Основное достоинство механических систем управления — простота конструкции, а основной недостаток — повышенный износ в узлах трения, в результате которого точность управления не остается постоянной. Чем выше физическая нагрузка на систему, тем выше интенсивность ее изнашивания.

Механические системы

Для механических систем величина развиваемого усилия и точность управления — это взаимно противоречивые требования.

Гидравлические системы

Гидравлические системы управления способны развивать большие усилия и при этом обеспечивают высокую точность. Их применяют, когда эти требования важны одновременно. Например, на малых спортивных самолетах система управления может быть механической, состоящей из рычагов и тросов, но на боевых самолетах привод рулевых плоскостей нуждается в значительных усилиях, поэтому в них применяют гидравлические системы.

Для гидравлических систем противоречивыми требованиями являются величина развиваемого усилия и скорость срабатывания.

Когда необходимо развить большое усилие, в гидравлическую систему включают силовой агрегат (насос), закачивающий в нее жидкость, а происходит это сравнительно медленно. Для примера понаблюдайте за действием гидравлических агрегатов дорожно-строительных машин.

Пневматические системы

Пневматические системы отличаются от гидравлических тем, что в них энергия передается не через жидкость, а через газ. Газы, в отличие от жидкостей, сжимаемы, а это значит, что они способны запасать энергию. Расширяются газы очень быстро (это происходит со скоростью звука[1]), поэтому пневматические системы, в отличие от гидравлических, позволяют сочетать значительные усилия с высокой скоростью срабатывания. В частности, системы управления тормозами на большегрузных автомобилях — пневматические. Для них важна как величина усилия, так и скорость срабатывания.

Из курса физики вы знаете, что произведение силы на скорость пропорционально мощности. То есть, пневматические системы управления выгодно применять там, где требуется развить повышенную мощность за короткое время. В особых случаях, когда требуется не просто повышенная, а огромная мощность, используют процесс взрыва. Такие системы называются *пиротехническими*. Мы на них специально останавливаться не будем, но напомним, что мгновенное заполнение

Пиротехнические системы

[1] Сжатые газы расширяются со скоростью звука, но надо иметь в виду, что скорость звука в сжатом газе отличается от скорости звука в том же газе при нормальных условиях и может быть значительно выше.

подушек безопасности при аварии автомобиля происходит от специальных патронов, наполненных взрывчатым веществом (пиропатронов).

Для пневматических систем противоречивыми требованиями являются мощность и точность.

Электромеханические системы

В *электромеханических* системах управление исполнительным устройством (электродвигателем или электромагнитом) осуществляется изменением тока или напряжения в силовой электроцепи. Основные достоинства электромеханических систем:

- возможность управления на больших расстояниях;
- простота дублирования системы;
- относительная простота прокладки линии связи.

За несколько минут электропровод можно проложить через помещение, за несколько часов — через здание, а за несколько дней — через океан. Для гидравлических и пневматических систем такая скорость прокладки линий связи немыслима.

Характерный пример электромеханической системы управления — рулевая система крупных судов и авиалайнеров. Из-за большой протяженности коммуникаций в них трудно использовать гидравлическую систему.

Характерные недостатки электромеханических систем — потребность в источнике электроэнергии и сложность обеспечения высокой точности.

Для электромеханических систем, как и для механических, противоречивыми требованиями являются величина развиваемого усилия и точность.

Электронные системы управления

Электронные системы основаны на уникальных свойствах полупроводниковых элементов. Характерные особенности таких систем: простота автоматизации, широкие возможности выбора линии связи (она может быть электрической, оптической, электромагнитной), сверхбольшие дистанции связи. Имеется опыт электронного управления космическими летательными аппаратами на расстоянии свыше миллиарда километров.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ	ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ	ПРОСТОТА АВТОМАТИЗАЦИИ
МЕХАНИЧЕСКИЙ	• Гибкость • Экономичность • Доступность	• Повышенный износ при высоких нагрузках • Недостаточная надежность	**Недостаточная** На механическом принципе обычно основывают ручное управление
ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ	• Высокая точность при больших нагрузках • Высокая надежность при правильной эксплуатации	• Низкая скорость при больших нагрузках • Сложность технической эксплуатации	**Удовлетворительная** Гидравлические автоматы применяют там, где требуются высокая точность и большие усилия, а скорость срабатывания особого значения не имеет
ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ	• Высокая скорость срабатывания • Возможность создания больших физических усилий • Экономичность	• Повышенные требования по технике безопасности • Низкая точность • Шумность	**Удовлетворительная** Пневматические автоматы применяют там, где требуется сочетать большие усилия и высокую скорость
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ	• Возможность управления на очень больших дистанциях • Простота дублирования • Доступность	• Средняя точность • Потребность в непрерывном электропитании	**Хорошая** Электромеханические системы автоматизируют с помощью электромеханических датчиков, выключателей, реле, микроконтактов
ЭЛЕКТРОННЫЙ	• Наивысшая скорость срабатывания • Возможность управления на любых дистанциях • Простота взаимодействия с системами управления других типов	• Потребность в непрерывном электропитании • Малая мощность • Сложность защиты от несанкционированного дистанционного воздействия	**Максимальная** Электронные системы управления легко автоматизируются, способны гибко адаптироваться к изменяющимся внешним условиям, способны к программированию. **Автоматизация электронных систем часто основана на компьютеризации**

Недостатки электронных систем

Первый характерный недостаток электронных систем управления — малая мощность. Электронные системы работают с низкими значениями напряжений и токов. Поэтому когда мы говорим, например, о том, что бортовой компьютер автомобиля управляет расходом топлива, надо понимать, что это техническая метафора. На самом деле он управляет не расходом топлива, а исполнительными устройствами, которые, в свою очередь, управляют расходом топлива.

Второй характерный недостаток электронных систем управления — *сложность индивидуализации канала связи*. Говоря по простому, электронный канал достаточно сложно защитить от доступа посторонних лиц. На рычаг, руль или педаль можно повесить замок. Провода или трубопроводы прокладывают так, чтобы исключить к ним случайный доступ. А электромагнитные волны распространяются во все стороны, поэтому индивидуализировать их (сохранить доступ к ним только за собой) весьма непросто.

Индивидуализация канала связи

Решается эта проблема следующим образом: индивидуализируют не линию связи, а протокол связи. Делают это специальным шифрованием команд и данных. Электронная система управления исполняет команды только того оператора, который использовал при шифровании правильный ключ.

Если нельзя индивидуализировать линию связи, индивидуализируют канал связи.

Компьютеризированные системы управления и принцип центральной автоматизации

Поскольку компьютер является электронным прибором, он наиболее просто сопрягается с электронными системами управления. Основной целью компьютеризации систем управления, как правило, является их автоматизация.

Системы управления, основанные на средствах вычислительной техники, называют компьютеризированными системами управления.

Компьютеризация позволяет реализовать принцип центральной автоматизации машин, приборов, сооружений, жилищ.

При центральной автоматизации один компьютер обеспечивает автоматическую работу множества систем. Например, в автомобиле бортовой компьютер способен:

- управлять расходом топлива;
- контролировать действия водителя;
- оценивать угрозы со стороны других участников движения и управлять пассивной безопасностью;
- управлять тормозной системой при прохождении поворотов на высокой скорости;
- контролировать износ важнейших деталей;
- предупреждать водителя о необходимости технического обслуживания узлов и агрегатов;
- обеспечивать работу системы защиты от угона;
- управлять бортовыми средствами связи;
- обеспечивать работу навигационной системы;
- управлять климатической обстановкой в салоне;
- дистанционно выполнять финансовые расчеты при движении по платным автомагистралям, мостам, туннелям, а также при использовании других коммерческих сооружений.

§ 17. Интерфейсы систем управления

Системный интерфейс

Технические системы управления никогда не работают сами по себе. Они обязательно взаимодействуют либо с другими системами, либо с человеком. Совокупность средств, с помощью которых организуется необходимое взаимодействие с системой управления, называется *системным интерфейсом*.

В зависимости от природы взаимодействующих объектов различают несколько классов интерфейсов. Технические средства, отвечающие за взаимодействие устройств, называют *аппаратными интерфейсами*. Взаимодействие между компьютерными программами обеспечивают *программные интерфейсы*, взаимодействие программ с устройствами — *программно-аппаратные интерфейсы*. Но особое значение для информатики имеют средства, обеспечивающие взаимодействие технических средств (как аппаратных, так и программных) с людьми. Их называют *интерфейсом пользователя*.

Интерфейс пользователя

Типы интерфейсов систем управления

Интерфейсы систем управления реализуют две функции: информационную функцию и функцию управления. Через информационный интерфейс оператор получает сведения о состоянии контролируемого объекта или системы, а через интерфейс управления он ими управляет.

Разработка и обобщение принципов и методов создания эффективных интерфейсов пользователя — одна из задач информатики.

От организации интерфейса управления во многом зависит производительность оператора и уровень психофизических нагрузок, действующих на него. Это сказывается на утомлении оператора и возможности совершения им операционных ошибок. В тех случаях, когда ошибки ведут к вероятной утрате здоровья и жизни людей, интерфейс должен быть организован так, чтобы исключить неблагоприятные сочетания наиболее критических факторов и воздействий на систему.

ПРИМЕР

Правильный интерфейс управления электрической мясорубкой не позволяет включить ее, если контейнер, содержащий ножи, открыт. Интерфейс управления современными автомобилями не позволяет запустить двигатель, если не пристегнут ремень безопасности. Система управления современной газовой плитой автоматически прекращает подачу газа к горелкам, если нет горения.

Поскольку все процессы управления по своей сути являются информационными, информатика уделяет большое внимание интерфейсам управления. В информатике различают четыре основных способа организации управления:

- командное управление;
- пакетное управление;
- диалоговое управление;
- адаптивное управление.

Соответственно, различаются командные, пакетные, диалоговые и адаптивные интерфейсы управления. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. У каждого способа организации управления своя область применения.

Командное управление

При командном управлении оператор выдает отдельные команды управляемому объекту, который их получает, распознает и исполняет. Оператор может:

- сам формировать команды;
- брать их из своей памяти;
- черпать команды из источника данных, например из инструкции по работе с системой;
- получать команды по информационным каналам от вышестоящих элементов системы управления.

Командный способ управления наиболее прост в технической реализации. В вычислительной технике команды обычно вводят с помощью клавиатуры. Даже если компьютер совершенно новый и пока не оснащен программным обеспечением, он способен понимать некоторые команды. Это позволяет начать с ним работу и постепенно расширять возможности управления путем установки дополнительных программ.

Достоинства командного способа управления

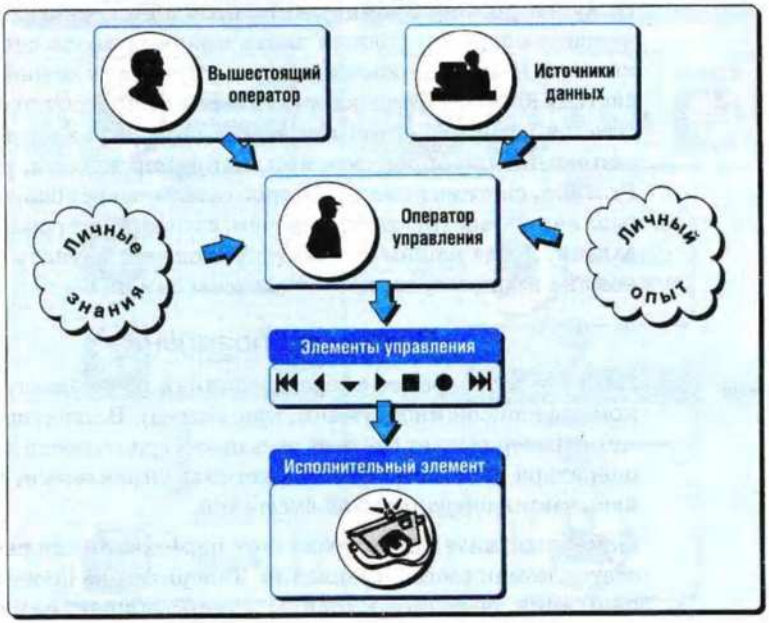


Рис. 4.1. Модель командной системы управления

ПРИМЕР

Традиционный пример командного управления — взаимодействие с водителем автомобиля посредством голосовых команд: ПРЯМО, НАПРАВО, НАЛЕВО.

Если же команды подавать не голосом, а жестами, то можно управлять водителем, разговаривающим на иностранном языке.

Недостатки командного способа управления

Помимо достоинств командный способ управления имеет и недостатки. Первый недостаток относится к системе в целом — это низкая производительность работы. Она вызвана тем, что, завершив исполнение одной команды, техническая система должна ждать, пока оператор выдаст очередную команду. Хорошо, когда роль оператора исполняет микроконтроллер. А если оператором выступает человек, то он снижает возможную производительность системы в миллионы раз. Тем не менее, на это приходится идти по экономическим соображениям, а также в тех случаях, когда принятие решений нельзя доверить технике.

Второй недостаток командного управления связан с тем, что человек-оператор должен знать правила ввода системных команд. Человеку обычно трудно управлять устройствами, система команд которых составляет хотя бы десятки пунктов. Что уж говорить о прямом командном управлении современными микропроцессорами, например такими, как *Intel Pentium*, система команд которого насчитывает более тысячи различных инструкций. Впрочем, существуют специальные задачи, когда людям все-таки приходится изучать системы команд процессоров, как бы сложны они ни были.

Пакетное управление

Пакет команд

Пакет — это заранее сформированная последовательность команд (список инструкций, программа). В пакетном режиме оператор выдает системе весь пакет сразу, после чего роль оператора выполняет часть системы управления, которая называется *операционной системой*.

Пакетный интерфейс позволяет парировать первый недостаток командного управления. Теперь она не простаивает в ожидании очередной команды, а сама забирает ее из общего пакета.

Пакетный режим эффективен и производителен, но не освобождает оператора от необходимости знать систему команд исполнительного элемента. Более того, он должен не только знать команды системы управления, но и уметь их записывать в том виде, который предусмотрели создатели системы.

ПРИМЕР

Традиционный пример пакетного взаимодействия с водителем автомобиля выглядит так. Пассажир передает водителю список действий, которые следует выполнить на перекрестках, лежащих по маршруту движения. Например: первый — ПРЯМО; второй — НАПРАВО; третий — ПРЯМО... Передав список, пассажир может отдыхать. По прибытии в конечную точку водитель его разбудит.

На практике процесс управления осуществляется в два этапа. Первый этап — подготовительный. На этом этапе готовятся командные пакеты. Второй этап — исполнительный. На этом

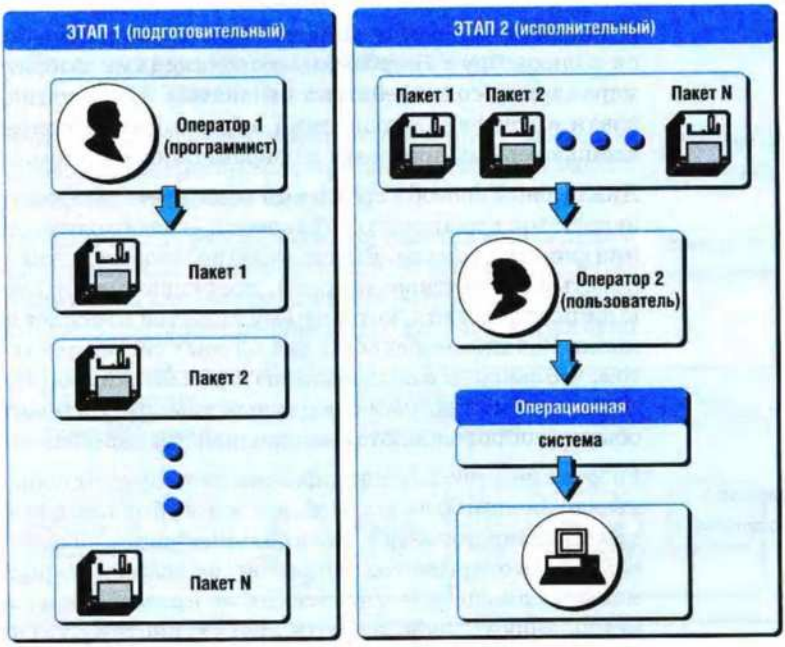


Рис. 4.2. Модель пакетной системы управления

этапе пакеты команд исполняются. Порядок их исполнения, как правило, совпадает с порядком включения команд в пакет. Исключением являются специальные команды, позволяющие управлять порядком следования команд.

Двуступенчатый характер управления

Подготовкой пакетов обычно занимаются специально обученные люди — программисты. Если пакет команд (программа) аккуратно подготовлен и тщательно проверен, реализовать управление технической системой с его помощью может и не очень квалифицированный оператор, то есть обычный пользователь. Так, например, выбирая программу стирки в современной стиральной машине, домохозяйка реализует пакетное управление. Пакеты команд, необходимые для работы устройства в заданном режиме, хранятся в самом устройстве. На долю пользователя остается только выбор нужного пакета.

Диалоговое управление

В диалоговом режиме управляемая система сама обращается к оператору с запросами, позволяющими выбрать способ управляющего воздействия на систему. Именно так организован интерфейс управления в большинстве современных компьютерных программ и операционных систем.

Диалоговый способ управления позволяет парировать второй недостаток командного управления — необходимость изучения системы команд. Вместо этого пользователь анализирует простые и понятные запросы, поступающие от системы, и выбирает действия, которые ему кажутся наиболее правильными. Важная особенность диалоговых систем заключается в том, что запросы к пользователю могут быть неформальными, записанными простым и понятным языком. На практике они обычно сопровождаются необходимыми разъяснениями.

Квалификация пользователя

Работа с диалоговым интерфейсом не требует от пользователя квалификации более высокой, чем это необходимо для выполнения осознанного выбора. Если пользователь не находит нужной команды в открытом меню, значит, он должен открыть другое меню. Если система управления не предоставляет нужного меню, значит, надо избрать другую систему управления. Поскольку в вычислительной технике системы управления в

большинстве случаев реализованы программно, это означает, что надо просто сменить программу.

Недостатки диалогового управления

Недостаток диалогового интерфейса — очень низкая техническая эффективность. Компьютерная система тратит огромные ресурсы на организацию удобного интерфейса для работы пользователя. В результате она вынуждена подолгу работать вхолостую (не простаивать, а именно работать, хотя и вхолостую) в ожидании, пока пользователь выберет то, что ему нужно. Итоговая эффективность диалоговых систем в десятки раз ниже, чем у систем пакетного управления.

ПРИМЕР

Классический пример диалогового управления автомобилем выглядит так. Перед каждым перекрестком автомобиль останавливается и между водителем и пассажиром начинается следующий диалог:

— Направо? — Нет. — Налево? — Нет.
— Значит, поедем прямо.

Замкнутая система управления. Обратная связь

Открытая модель управления

До сих пор мы рассматривали открытые системы управления. В открытой модели оператор получает информацию от одного объекта, а управляет другим (рис. 4.3).

Замкнутая модель управления

Однако в жизни нам гораздо чаще приходится иметь дело с системами управления замкнутого типа. В замкнутой системе происходит управление тем самым объектом, от которого непосредственно поступает информация (рис. 4.4). Примерно



Рис. 4.3. Модель открытой системы управления

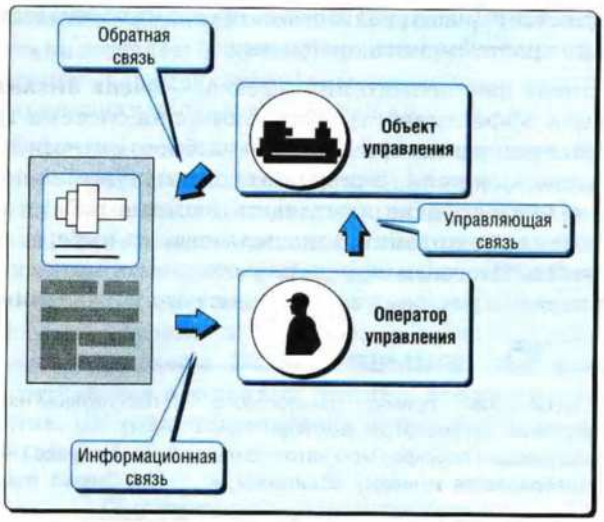


Рис. 4.4. Модель замкнутой системы управления

так мы пишем и рисуем. Мы наблюдаем след, который оставляет инструмент. Если результат нас не устраивает, мы вносим поправки в движение инструмента.

Обратная связь

Как показано на рисунке 4.4, модель замкнутой системы имеет дополнительную информационную связь, которую обслуживает отдельный канал связи. Он соединяет объект управления с источником управляющей информации и действует в направлении, обратном управляющей связи. Поэтому данная связь называется *обратной связью*. Через нее оператор получает информацию о состоянии управляемого объекта.

Адаптивное управление

Роль и значение обратной связи

Наличие обратной связи позволяет достичь цели управления даже в особо сложных условиях, когда внешние помехи выводят систему управления из устойчивого состояния. Обратная связь позволяет парировать действие неожиданных, не предусмотренных заранее помех, влияющих на состояние объекта управления, оператора и источника информации. На использовании обратной связи основан принцип *адаптивного управления*.

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ	ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
КОМАНДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ	• Простота реализации • Экономичность • Доступность	• Вынужденные простои в ожидании команд оператора • Негибкость системы, сложность ее развития • Необходимость знания оператором набора команд, распознаваемых системой	• Большинство гидравлических, пневматических и электромеханических систем ручного управления. Некоторые электронные системы • Системы управления лифтом, телевизором, магнитофоном, телефонным аппаратом и др. • **В вычислительной технике:** простейшие калькуляторы
ПАКЕТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ	• Относительная простота реализации • Высокая производительность • Функциональная гибкость (пакеты управляющих команд можно готовить в отрыве от системы)	• Потребность в кадрах высокой квалификации для подготовки управляющих пакетов (программ)	• Устройства с программируемым электронным управлением: СВЧ-печи, стиральные машины, развитые средства бытовой электроники, смартфоны (категория программируемых сотовых телефонов) • **В вычислительной технике:** персональные компьютеры с неграфическими операционными системами типа MS-DOS
ДИАЛОГОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ	• Простота эксплуатации • Доступность кадров	• Сложность реализации • Низкая эффективность (значительная часть ресурсов управляемой системы расходуется на диалоговое взаимодействие с пользователем)	• Компьютеризированные приборы и устройства, отдельные сервисы в устройствах бытовой техники, персональные коммуникаторы (портативные компьютеры, оснащенные средствами сотовой телефонии). • **В вычислительной технике:** персональные компьютеры с графическими операционными системами типа Windows
АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ	• Простота реализации • Экономичность • Доступность	• Ограниченная производительность • Недостаточная надежность	• Системы ручного управления, системы управления с обратной связью • **В вычислительной технике:** координатно-позиционные устройства управления: мышь, трекбол, джойстик и др.

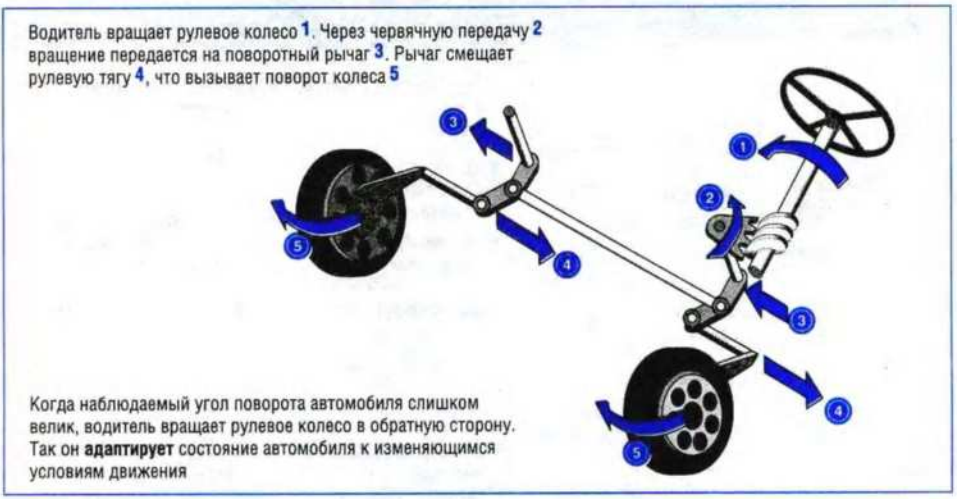


Рис. 4.5. Характерный пример адаптивной системы управления

Адаптация

Адаптация — это процесс активного приспособления к условиям и обстоятельствам окружающей среды. При адаптивном управлении оператор гибко управляет своими действиями, учитывая информацию, поступающую от объекта управления по каналу обратной связи. Он как бы адаптирует состояние элементов системы управления, сообразуясь с изменяющимися условиями окружающей среды.

Естественность адаптивного управления

Для человека адаптивное управление — наиболее естественный способ управления. Люди адаптивно управляют своим телом при ходьбе. Адаптивно происходит управление зрением и слухом, дыханием и кровообращением.

Адаптивное управление в вычислительной технике

В вычислительной технике адаптивный механизм действует при управлении мышью, джойстиком, тачпадом, трекболом и другими манипуляторами. Щелчок кнопкой мыши — это пример командного управления, но наведение указателя мыши на графический элемент управления — это пример адаптивного управления, основанного на визуальной обратной связи. Попробуйте разорвать обратную связь (закрыть глаза или выключить монитор). Удастся ли вам навести указатель мыши в нужную точку?

Краткое содержание темы

- Управление — это целенаправленная деятельность по заданному изменению состояния управляемого объекта или системы.
- Управление заключается в воспроизведении управляемой системой заданного состояния или в исполнении ею заданной последовательности команд.
- Данные, описывающие заданное состояние управляемой системы или последовательность команд, подлежащих исполнению, передаются средствами информационного обмена. Поэтому можно говорить о том, что *все процессы управления имеют информационное содержание, а все системы управления являются информационными системами.*
- Информационный обмен в системах управления осуществляется по каналам связи, основанным на линиях связи.
- Системы управления классифицируют по степени автоматизации, по принципу действия и по интерфейсу управления.
- По степени автоматизации различают ручные, автоматизированные, автоматические и компьютеризированные системы управления.
- По принципу действия наиболее широко распространены механические, гидравлические, пневматические, электромеханические и электронные системы управления.
- По интерфейсам управления различают командные, пакетные, диалоговые и адаптивные системы управления.
- *Интерфейс управления* — это совокупность средств, обеспечивающих взаимодействие технических систем друг с другом и с человеком.
- Интерфейсы играют важную роль в управлении техническими системами. Через интерфейс оператор узнает о состоянии управляемой системы. Через элементы интерфейса он оказывает управляющие воздействия на систему.
- Самый простой интерфейс управления — *командный*. Пользователь выдает команды системе управления, а та их исполняет.

- Самый эффективный интерфейс управления — *пакетный*. Программист предварительно формирует пакет команд (программу), а потом пользователь передает его операционной системе. *Операционная система* — это часть системы управления, отвечающая за интерпретацию поступающих команд.
- Самый удобный (для пользователя) интерфейс управления — *диалоговый*. Пользователь формирует команды, обращенные к системе, в форме простейших ответов на запросы, выставляемые самой системой.
- Самый естественный (для человека) интерфейс управления — *адаптивный*. Адаптивный интерфейс основан на механизме обратной связи.
- *Обратная связь* — информационная связь, с помощью которой оператор управления получает сведения о состоянии управляемого объекта.

Контрольные вопросы и задания

1. В высотном здании управление лифтом производится непосредственно из его кабины. Расстояние между элементами управления (кнопками панели) и исполнительными органами (электродвигателем) является переменным и может достигать нескольких десятков метров. Какой принцип действия системы управления следует избрать?
2. В 1967 г. состоялась первая в мире автоматическая стыковка космических аппаратов на орбите Земли (аппараты «Космос-186» и «Космос-188»). Как вы думаете, ручная стыковка космических аппаратов состоялась до этой даты или после нее?
3. Почему в легковых автомобилях используют гидравлическую систему управления тормозами, а в грузовых — пневматическую?
4. Почему в дорожно-строительной технике широко применяют гидравлические системы управления, в то время как пневматические системы тоже способны развивать большие усилия, причем за более короткое время?

5 На крупном авиалайнере использована гидравлическая система управления рулем и закрылками. Из соображений безопасности ее решено продублировать. На каком принципе действия следует основывать дублирующую систему?

6 Обоснуйте утверждение о том, что все процессы управления имеют информационное содержание.

7 Какую роль в системах управления играет информационный обмен?

8 Возьмите любой знакомый предмет бытовой техники и опишите его пользовательский интерфейс своими словами. В описании отразите:

а) для чего предназначено устройство;

б) какова его степень автоматизации;

в) какие элементы представляют интерфейс;

г) для чего служат эти элементы;

д) с чем взаимодействуют эти элементы;

е) каков порядок приведения устройства в действие.

9 Дайте характеристику интерфейсу рассмотренного устройства:

- простой/сложный (требует длительного изучения);
- удобный/неудобный (работа с ним быстро утомляет);
- безопасный/опасный (ошибки управления могут иметь необратимые последствия).

10 Приведите примеры интерфейсов устройств, измеряющих время.

11 Зачем в интерфейсы мобильных телефонов встраивают виброзвонок? Почему такого элемента нет в интерфейсах стационарных телефонов?

12 Зачем в интерфейсы стационарных телефонов встраивают лампу, сигнализирующую о входящем звонке? Почему такого элемента нет в мобильных телефонных аппаратах?

13 На рисунке представлен интерфейс устройства (программы), предназначенный для управления просмотром (прослуши-

ванием или иным воспроизведением) информационных объектов. Интерфейс представлен семью кнопками. Попробуйте догадаться о назначении каждой из них.



14 Перед вами некое незнакомое устройство, в пользовательском интерфейсе которого можно различить элементы управления. Назовите две основные функции, которые выполняет этот интерфейс.

Основы объектного моделирования

5

Понятие «объект» столь часто встречается в учебных и научных дисциплинах, что нередко его считают общедоступным и используют без определения. В курсе информатики мы так поступить не можем. Дело в том, что, начиная с 80-х годов прошлого века, большинство вычислительных систем работают в так называемой объектно-ориентированной модели. И если мы хотим, чтобы слова «объектная модель», «объектное моделирование», «объектно-ориентированное программирование» были для нас не пустым звуком, а выражали вполне определенный способ мышления, нам, безусловно, надо дать определение понятию «объект». Однако, прежде чем мы это сделаем, нам необходимо ввести еще одно понятие — понятие «субъекта».

Наша цель — понять объектно-ориентированные механизмы построения моделей и создания программ и систем

§ 18. Основные понятия объектного моделирования

Субъект информационного процесса

Слово «субъект» происходит от латинского слова *subjicio* — *кладу в основу*. То есть, в своем первоначальном значении «субъект» — это инициатор рассматриваемого действия.

Большинство научных дисциплин заимствуют понятие «субъект» у философии, где субъектом называют «носителя предметно-практической деятельности и познания». Это либо индивид, либо социальная группа. Правда, для задач, связанных с изучением принципов и приемов организации информационного обмена в обществе, это определение не очень подходит, хотя и ничему не противоречит. Поэтому мы дадим другое, частное определение.

Субъект — участник процесса

Субъект информационного процесса — это сторона общественных отношений, в рамках которых действует данный процесс.

Допустим, мы что-то покупаем в магазине, то есть вступаем в экономические общественные отношения. Покупка и расчет — это информационные процессы. Их субъектами являются продавец и мы. Если продавца нет и покупка происходит в автомате, суть от этого не меняется. Все равно имеет место смена собственника: товар переходит в одни руки, а деньги — в другие. В этом случае субъектами информационного процесса являемся мы и владелец автомата.

Субъект — всегда лицо или социальная группа

В информационных процессах субъект — это всегда либо лицо, либо группа лиц. Мы особо обращаем на это внимание, потому что в последнее время усиленно распространяются теории, согласно которым субъектом информационных отношений якобы может быть активное устройство или активный вычислительный процесс (работающая программа).

1. Умейте всегда находить в настройках устройств и программ выражение интересов людей, организаций и социальных групп!

2. Умейте различать в работе технических устройств реализацию общественных отношений!

Субъектами информационных процессов не могут быть ни устройства, ни программы

Никогда не считайте технические средства субъектами общественных отношений и информационных процессов. Чтобы быть субъектом каких-либо отношений, активности мало. Для этого надо еще обладать волей. **Воля — это то, чем обладают только люди и не обладают ни устройства, ни программы.**

Объекты информационных процессов

Слово «объект» происходит от латинского слова *objicio* — *противопоставляю*. То есть, в своем первоначальном значении объект — это то, что противостоит субъекту (в частности, человеку). Отсюда вытекает простейшее определение объекта.

Объект — это то, что противостоит субъекту во время его деятельности.

Это определение требует некоторых пояснений.

1. Объект непременно рассматривается в процессе деятельности субъекта. Если деятельность не предполагается и не подразумевается, то нет и объекта, вовлеченного в нее. Следовательно, нечего рассматривать и не о чем говорить.
2. Слово «противостоит» не надо понимать как «противодействует». В данном случае «противостоит» следует понимать буквально: как нечто, «находящееся напротив». То есть объект — это то, на что напрямую направлена деятельность субъекта, с чем происходит взаимодействие. Таким образом, указывая объект, мы неявно определяем цель деятельности, в которую он вовлекается.
3. Деятельность — это всегда процесс. Следовательно, для любого объекта можно указать процесс, который его определяет и характеризует. Поэтому слово «объект» нередко употребляют вместе с указанием на процесс, который его порождает. Вот несколько примеров.

Порождающий процесс

   - Оперативная память компьютера **НЕ является объектом** рассмотрения в рамках данной темы.
   - Принцип образования информационных связей между таблицами баз данных **является объектом** рассмотрения в рамках данной темы.
   - В процессе движения автомобиля его положение относительно дороги и других участников движения **является объектом управления**.
   - Состояние лакокрасочного покрытия автомобиля **НЕ является объектом управления** в процессе движения автомобиля, **но является объектом обслуживания** в процессе подготовки автомобиля к эксплуатации.
   - Электронные документы, хранящиеся на компьютере в виде файлов, **являются объектами** операционной системы компьютера, потому что доступ к ним обеспечивается операционной системой.
   - Электронные документы, хранящиеся на компьютере в записях баз данных, **НЕ являются объектами** операционной системы компьютера, потому что доступ к ним не обеспечивается операционной системой. Для этого необходимы дополнительные процессы, реализуемые специальными программами.

Свойства объектов

Объекты в информатике

Приведенное выше определение объекта относится к философии. Информатика же нуждается в другом, частном определении, таком, которое характеризовало бы информационный процесс, связанный с объектом. Вот это определение.

В информатике объектами называются рассматриваемые сущности, имеющие различимые свойства.

Характеристика деятельности здесь заключена в слове «рассматриваемые», то есть имеет место информационный процесс рассмотрения сущности. Целевая характеристика процесса заключена в словах «различимые свойства». То есть, процесс направлен на выявление свойств объекта и установление их значений.

Информационные объекты

Рассматриваемые сущности могут быть как физическими (предмет, явление, процесс), так и логическими (высказывание, сообщение, документ). В последнем случае речь идет об *информационном объекте*.

Информационными объектами называются рассматриваемые логические сущности, имеющие различимые свойства.

К информационным объектам относятся также информационные связи; их свойства определяются свойствами источника информации и ее потребителя, а также свойствами канала связи, соединяющего обе стороны. Кроме того, к информационным объектам относятся упорядоченные совокупности команд (алгоритмы), как находящиеся в режиме хранения (программы), так и находящиеся в режиме исполнения (вычислительные процессы).

Изучая математику, в качестве информационных объектов мы рассматриваем цифры, числа, выражения, функции, а изучая русский язык, — буквы, слова, предложения и знаки препинания. Таблицы, диаграммы, графики, чертежи, планы, схемы, рисунки и многие другие структуры данных — это тоже информационные объекты.

Объекты и элементы

Объекты

Если, рассматривая некую сущность, мы различаем ее характерные свойства, значит, это действительно объект рассмотрения; а если свойства сущности не различимы, значит, в данном случае это не объект данного рассмотрения. Рассмотрев ту же сущность иначе (изменив контекст), можно найти ее различимые свойства, и тогда она станет объектом рассмотрения.

Элементы

Наблюдая стаю птиц, мы различаем ее свойства: форму стаи, направление и высоту полета. Мы понимаем, что стая состоит из птиц, но в данном контексте каждая отдельная птица не является объектом рассмотрения — это элемент вышестоящего объекта, то есть элемент стаи.

В то же время мы можем рассмотреть отдельно взятую птицу. Тогда мы выделим в ней такие свойства, как размер, вес, пол, окрас оперения. Если птица нам почему-то особенно важна (например, если это домашнее животное), мы можем даже дать ей такое свойство, как имя. В таком контексте птица действительно является объектом рассмотрения, но при этом в ней можно найти множество неразличимых элементов, например перьев.

Продолжая изучение птицы, можно рассмотреть отдельно взятое перо и найти в нем свойства, отличающие его от других перьев, — тогда перо тоже станет объектом рассмотрения. Но в то же самое время в его структуре можно найти множество других составляющих элементов, неразличимых на данном уровне рассмотрения.

Составные части объектов, неразличимые по своим свойствам, называются элементами объектов.

Элементы информационных объектов

Информационные объекты тоже могут иметь элементы. Например, мы можем рассмотреть книгу и отличить ее от других книг по имени автора, названию произведения, году издания, количеству страниц. На этом уровне мы не различаем отдельные страницы книги — это ее элементы. Но если мы рассмотрим какую-либо страницу и подойдем к ней как к информационному объекту, то найдем в ней различимые свойства, например порядковый номер. В то же самое время,

мы найдем и неразличимые на данном уровне элементы содержания (заголовки и абзацы), а также элементы оформления страницы (колонтитулы, поля и другие).

СПРАВКА

В информационных объектах элементы содержания и оформления удобно рассматривать порознь, потому что у них разная роль в процессах информационного обмена. Элементы оформления воспринимаются на уровне представления образов, а элементы содержания — на уровне интерпретации данных. Тем не менее, как те, так и другие элементы служат одной цели — эффективному решению той задачи, ради которой реализуется информационный обмен. Поэтому при создании информационных объектов, например документов, следует придерживаться базового принципа единства содержания и оформления.

Уникальность набора свойств объекта

С каждым объектом по определению связаны его свойства. Отдельные свойства разных объектов могут совпадать, например: древесина, уголь и нефть — горючие материалы. Но полный набор свойств объекта уникален, ведь иначе этот объект был бы неразличим среди других подобных сущностей и был бы, соответственно, не объектом, а составным элементом другого объекта.

Обеспечение уникальности свойств

Уникальность свойств — это не свойство объектов, а требование, предъявляемое к ним. Если оно не выполняется, необходимо либо выявить дополнительные свойства объекта (провести исследование), либо создать их (присвоить объекту имя, разместить его в известном контейнере и т. п.), либо отказаться от рассмотрения сущности как объекта и признать, что на самом деле это элемент объекта более высокого уровня.

Есть несколько простых практических приемов обеспечения уникальности свойств объектов. В информатике обычно используют следующие два.

Различение объектов по именам

1. Объекту можно дать имя. Например, все люди имеют имена. Если у человека по какой-то причине нет имени, значит, либо он еще не стал частью общества (новорожденный), либо имела место какая-то потеря информационных связей с обществом (всегда трагическая).

   Часто имена дают домашним животным. Давая имя своему питомцу, мы не просто выделяем его среди других

животных. Мы вовлекаем его в область человеческих общественных отношений, а именно: заявляем свои права собственности на это животное.

В некоторых сообществах принято давать собственные имена особо важным предметам, от которых зависит жизнедеятельность человека, например: боевому оружию, архитектурным сооружениям, музыкальным инструментам. В технике собственные имена дают проектам, когда хотят подчеркнуть их важность. Например, операционная система *Windows 95* разрабатывалась под кодовым наименованием «Проект Чикаго», а *Windows 98* — как «Проект Мемфис».

Создание информационного объекта (документа) начинается с задания его имени. Создавая новую тетрадь по какому-либо предмету, мы сначала ее надписываем. Создавая файл с электронным документом, мы сначала сохраняем его под избранным именем, даже если файл пуст и не содержит данных.

2. Хранение объектов можно организовать так, чтобы у каждого объекта был свой уникальный адрес, указывающий на его местоположение. Файлы с электронными документами на компьютере сохраняют не как попало, а в специально указанных местах.

Различение объектов по адресам

В информатике адрес хранения информационного объекта рассматривается как одно из его основных свойств. С точки зрения информатики, в мире нет и не может быть двух одинаковых информационных объектов. Если даже они никак не различаются по содержанию, оформлению, составу, размеру, наименованию и дате создания, все равно их можно различить хотя бы по адресу хранения. Это важнейшее требование для надежной работы автоматических систем.

Методы объектов. Функциональность объектов

Свойства-признаки

Состав различаемых свойств объектов может быть произвольным. Каждый наблюдатель вправе избрать те свойства, которые ему важны для целей работы с объектом. Но для удобства в информатике раздельно рассматривают два вида свойств: свойства-признаки и свойства-действия. Например, свойствами-признаками карандаша являются его цвет, форма,

Свойства-действия

качество заточки и место хранения. Свойства-действия объекта — это действия, которые данный объект может выполнять или которые с ним связаны. Если тот же карандаш рассмотреть как предмет труда, то с ним связаны такие действия, как письмо и рисование.

Методы объектов

В информатике действия, которые связаны с информационными объектами, называют ***методами объектов***. То есть, информационные объекты могут иметь свойства и методы.

Функциональность объекта

Совокупность методов объекта называют его ***функциональностью***. Например, буква — это информационный объект, знак. Ее функциональность заключается в том, что она выражает

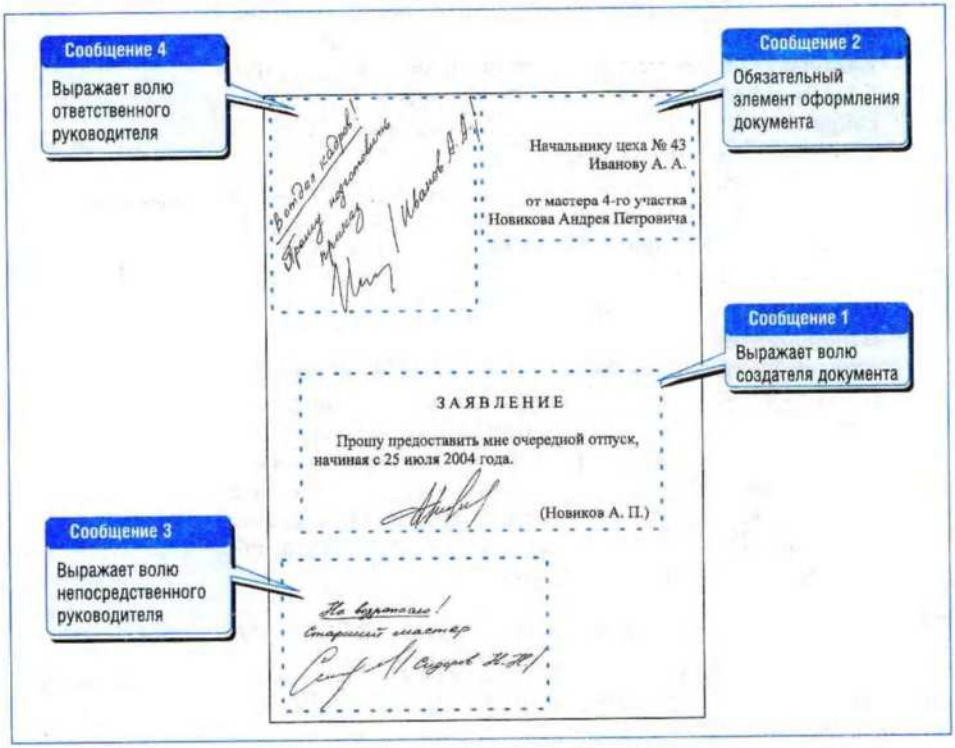


Рис. 5.1. Документ составлен из сообщений. Сообщения выражают волю своих авторов. Документ в целом выражает общественные отношения (в данном случае — трудовые)

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

ОБЪЕКТ	ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ	ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ
БУКВА	Совокупность графических элементов	Выражает звук или совокупность звуков
СЛОВО	Совокупность букв	Выражает предмет, понятие, признак, действие, характеристику или отношение
ПРЕДЛОЖЕНИЕ	Совокупность слов и знаков препинания	Выражает законченную мысль
СООБЩЕНИЕ	Совокупность предложений	Выражает состояние объекта, мнение или высказывание субъекта, волю своего создателя
ДОКУМЕНТ	Совокупность сообщений	Выражает общественное отношение

звук устной речи. В некоторых языках имеются буквы, которые сами по себе никаких звуков не выражают (например, «Ь»), но зато участвуют в том, как формируют звуки другие буквы, то есть выражают способ образования звука.

Функциональность буквы

Печатное слово — информационный объект более высокого уровня, чем буква. Несмотря на то что оно состоит из букв, его свойства отличаются от свойств букв. Соответственно, у слова иная функциональность, отличная от функциональности буквы. Слово выражает предмет, понятие, признак, характеристику, действие, состояние или отношение.

Функциональность слова

Хотя предложение состоит из слов (а в конечном счете и из букв), это информационный объект более высокого уровня, чем слово или буква. Слова, буквы и знаки препинания — это лишь элементы предложения. Функциональность предложения заключается в том, что оно выражает законченную мысль.

Функциональность предложения

Далее мы можем постепенно переходить к объектам все более и более высоких уровней: к сообщениям и документам. На каждом уровне мы будем находить новую функциональность. Так, например, сообщение может состоять из одного предложения. Но если для анализа свойств предложения личность его автора не имеет никакого значения, для сообщения его авторство — характерное свойство. От авторства часто зависит правильность интерпретации содержания сообщения. Вам,

Функциональность сообщения. Свойство авторства

наверное, известна ситуация, когда одна и та же фраза в разных устах может звучать как похвала и как оскорбление.

Функциональность документа

С помощью сообщений люди осуществляют информационный обмен. Если эти сообщения фиксируются (регистрируются), они приобретают новую функциональность — начинают выражать общественные отношения и становятся документами.

§ 19. Объединение объектов

Цель объединения объектов — либо получение объекта с новыми свойствами, либо эффективное хранение объектов

Возможно, вы заметили, что объединение нескольких объектов способно порождать новый объект, имеющий свойства, которых не было у исходных объектов. Так, например, объединив несколько букв, можно получить слово, а объединив несколько слов — предложение, и так далее.

Действительно, образование новых объектов с принципиально новыми свойствами — важный повод для объединения имеющихся объектов. Однако для этого есть и другие причины, например организация эффективного хранения объектов.

Компоновка и группировка объектов

Соответственно, различают два принципиально разных способа объединения (комбинирования) объектов: компоновку и группировку. В результате компоновки получаются *объекты-композиции*, а в результате группировки — *коллекции объектов*.

Обратите внимание на то, что компоновка порождает новый объект с новыми свойствами. В свою очередь группировка новый объект не порождает. Коллекция — это не объект, а

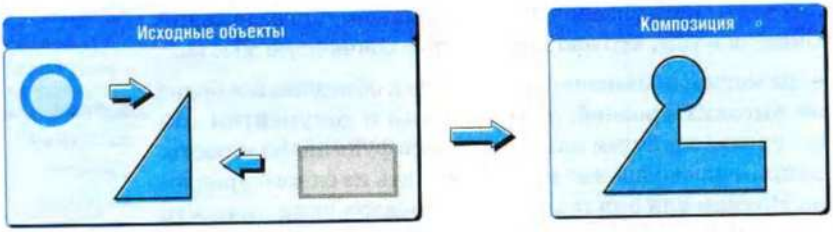


Рис. 5.2. В результате компоновки объектов образуется композиция — новый объект с новыми свойствами

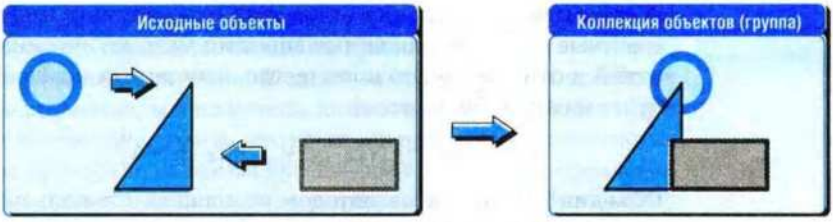


Рис. 5.3. В результате группировки объектов образуется коллекция объектов, сохранивших свои исходные свойства

совокупность исходных объектов, каждый из которых по-прежнему остается различимым, несмотря на свою принадлежность общей коллекции.

Компоновка объектов

Композиция

При компоновке объектов образуется новый объект, который называется *композицией*. Композиционный объект обладает свойствами, которых не было у исходных объектов, вошедших в композицию.

В создании новых объектов с новыми свойствами заключается основная цель формирования композиций.

Взяв несколько слов и объединив их определенным (не произвольным) образом, можно получить композиционный информационный объект, который называется предложением. У предложения есть свойство, которого не было ни у одного из вошедших в него объектов: оно выражает законченную мысль. Слова и знаки препинания, образующие предложение, порознь этим свойством не обладают.

Точно так же, взяв несколько цифр и объединив их определенным образом, мы получаем новый композиционный информационный объект — *число* или *числовое выражение*. Посмотрите, например, сколько разных композиций можно получить, используя всего три цифры:

$$314;\ 3^{14};\ 31^{4}$$

А если при объединении элементов использовать информационные связи, выраженные знаками математических действий и отношений, то количество возможных композиций будет намного больше:

$$3+1+4;\ (3+1)\cdot 4;\ 3{,}14;\ 3{,}(14)...$$

Объединение объектов методом компоновки используют не только для создания информационных объектов, но и для создания объектов физической, химической и любой иной природы. Например, взяв двигатель, кузов, колеса, добавив к ним несколько агрегатов и определенное количество расходных материалов, можно получить принципиально новый объект — автомобиль. Основное свойство автомобиля заключается в том, что он является транспортным средством, в то время как ни один из его исходных объектов этим свойством не обладает.

Элементы композиции

В момент образования композиции исходные объекты могут:

- утрачивать свои свойства;
- изменять свойства;
- приобретать новые свойства.

При этом обобщенно говорят, что ***исходные объекты композиции не сохраняют свои свойства***. Этот факт наглядно проиллюстрирован рисунком 5.2.

Объекты становятся элементами

Мы употребили выражение «исходные объекты», хотя, строго говоря, это не совсем корректно, потому что изменив или утратив свои свойства, они перестали быть различимыми объектами. Тот факт, что исходные объекты после компоновки не сохраняют свои свойства, означает, что в рамках композиции их следует рассматривать как составные элементы.

Утрата свойств элементами композиции

Отрез ткани имеет определенные товарные свойства. Однако после того, как из него пошили костюм или платье, товарные свойства ткани утрачиваются. Далее ткань рассматривается не как объект, а как элемент нового объекта — костюма или платья. Это пример утраты свойств исходными объектами.

Приобретение новых свойств

Слово — это объект, основным свойством которого является выражение предмета, понятия, признака, характеристики, действия или отношения. Взяв несколько слов и объединив их в предложение, мы получаем композиционный объект. При этом можно обнаружить, что в рамках предложения отдельные слова приобрели новые свойства — свойства членов предложения (подлежащее, сказуемое, определение и др.). Это пример приобретения исходными объектами новых свойств.

Изменение исходных свойств

Допустим, нить имеет прочность на разрыв 100 Н. Сгруппировав (сложив) десяток нитей, можно получить суммарную прочность 1000 Н. Но если нити не сгруппировать, а скомпоновать (свить или сплести), то получится новый композиционный объект — канат, прочность которого заметно превышает суммарную прочность входящих в него нитей. Это пример изменения свойств исходных объектов композиции.

Натрий (*Na*) — это химическое вещество, при нормальных условиях проявляющее свойства металла.

Хлор (*Cl*) — это химическое вещество, проявляющее при нормальных условиях свойства газа.

В результате взаимодействия этих веществ образуется новое вещество — поваренная соль, которое при нормальных условиях не проявляет ни свойств металла, ни свойств газа, зато обладает новыми свойствами, например кулинарными, которых не было у входящих в него объектов.

При компоновке объектов образуется композиция — новый объект, имеющий свойства, которых не было у исходных объектов. Исходные объекты, составившие композицию, не сохраняют свои свойства и становятся ее элементами.

Группировка объектов

Образование коллекций

Второй способ объединения объектов — группировка. При группировке образуется не новый объект, а группа объектов, которая называется *коллекцией*.

Возьмем двигатель, четыре колеса, кузов и другие компоненты автомобиля. Собранные объекты запакуем в большой ящик.

Можно ли утверждать, что в ящике хранится автомобиль? Нет, потому что основное свойство автомобиля — способность выполнять функции транспортного средства, а содержимое ящика транспортным средством очевидно не является.

Аналогично обстоит дело и с информационными объектами. *Не всякая группа слов образует предложение, а только группа, выражающая законченную мысль.*

Коллекция слов — не предложение

Возьмем классический пример: КАЗНИТЬ НЕЛЬЗЯ ПОМИЛОВАТЬ. В данном случае это не предложение, а набор слов, то есть коллекция. Чтобы коллекция стала композицией, ей не хватает всего лишь одной запятой, но поставленной в нужном месте.

Коллекция цифр — не число

Еще один пример рассмотрим на цифрах. Не всякий набор цифр образует число. Так, например, если на трамвае указан номер маршрута 23, то это не число 23, а группа цифр «2» и «3».

Числа, как и числовые выражения, имеют характерное свойство: у них есть числовое значение. Поэтому их можно складывать, вычитать, делить, умножать. В нашем примере номер трамвая не выражает никакого числового значения — это просто обозначение маршрута. Нет никакого математического смысла в сложении маршрута № 7 с маршрутом № 3.

Аналогично не являются числами:

- номера домов;
- телефонные номера;
- номера денежных купюр;
- серии и номера паспортов и других документов;
- регистрационные номера автомобилей.

Несмотря на то что эти и многие другие обозначения, как и числа, записываются цифрами, это не композиции, а коллекции, то есть просто наборы (группы) цифр.

При группировке объектов новый объект не образуется, а образуется группа объектов, коллекция. Исходные объекты полностью сохраняют в коллекции свои свойства и остаются в ней различимыми объектами.

Цели формирования коллекций

Создание коллекций служит для решения нескольких задач, например:

- упорядочения объектов;
- организации их эффективного хранения;
- упрощения доступа к объектам.

Все эти задачи решаются одним эффективным приемом — размещением коллекции объектов в общем контейнере. Именно возможность использования объектов контейнерного типа и является основным поводом для образования коллекций.

§ 20. Контейнерные объекты и их свойства

Утверждение о том, что коллекции, в отличие от композиций, не образуют новый объект, на первый взгляд, плохо согласуется с повседневным опытом. Так, например, опыт подсказывает, что, взяв пустой ящик и сгруппировав в нем узлы автомобиля, мы получаем полный ящик деталей, а это полноценный объект, имеющий характерные свойства. Аналогично, сгруппировав несколько тетрадей в пустой папке, мы получаем полную папку, которая тоже является полноценным объектом.

Размещение коллекций в контейнерах

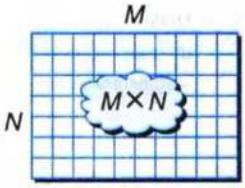
На самом деле эти примеры вовсе не демонстрируют создание новых объектов. Они демонстрируют совсем другую операцию — размещение группы исходных объектов (коллекции) внутри объекта, имеющего контейнерные свойства.

Контейнерами называются объекты, предназначенные для группировки других объектов.

Свойства контейнеров

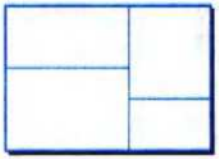
Контейнерные объекты характеризуются четырьмя основными свойствами:

- емкостью (вместимостью);
- структурой;
- заполненностью;
- положением указателя (текущим фокусом).

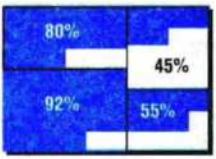


Емкость

Емкость контейнера определяет, как много исходных объектов можно включить в коллекцию. Так, например, если папка — это контейнер для группировки листов бумаги, то ее емкость определяется максимальным количеством листов, которое может поместиться в этой папке.

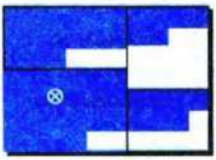

Структура

Структура контейнера определяет, как много разных коллекций можно в нем разместить. Выбирая квартиру, люди интересуются не только общей площадью, но и количеством комнат. Площадь — характеристика емкости, а количество комнат — характеристика структуры.



Заполненность

Заполненность определяет остаточную емкость частично заполненного контейнера. Рассмотрим, например, жесткий диск персонального компьютера. Его общая емкость — товарное свойство. Оно задается при изготовлении прибора. Структура диска — эксплуатационное свойство. Владелец компьютера сам создает себе такую структуру жесткого диска, какая ему необходима. Заполненность жесткого диска — тоже эксплуатационное свойство. Оно определяет техническую готовность диска к работе.


Положение указателя

Если контейнер имеет большую емкость и сложную структуру, то найти нужный объект в нем не всегда бывает просто. На помощь приходит специальное контейнерное свойство, которое называется *положением указателя*. Представьте себе папку со вшитой закладкой. Закладка и выполняет роль указателя. Ее положение между какими-то листами — это не свойство листов, а свойство папки (переменное).

Обычно указатель наведен на тот объект, который использовался последним. Так, во время операций по наполнению или опустошению контейнеров указатель отмечает последний поступивший элемент или последний оставшийся. В ряде случаев указатель называют *фокусом ввода*. Так, например, диалоговые окна компьютерных программ — это графические контейнеры, содержащие элементы управления. При открытии диалогового окна один из его элементов управления уже готов к работе. В таких случаях говорят, что «он имеет фокус ввода». Фокус можно передать другому элементу управления щелчком основной кнопки мыши или клавишей TAB.

Фокус ввода

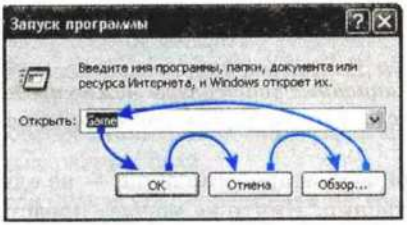


Рис. 5.4. Диалоговое окно — это контейнер, содержащий элементы управления. Клавишей TAB можно передавать фокус ввода между ними

Информационные контейнеры

Списки

Квартира, шкаф, ящик, портфель — это примеры физических контейнеров. Но контейнеры могут быть не только физическими, но и логическими, информационными. Очевидные примеры информационных контейнеров — это списки и таблицы. Элементы сообщений, хранящиеся в списках, принято в информатике называть *элементами списков*.

Таблицы

Таблицы имеют более сложную структуру, чем списки. Элементы структуры таблицы называют *полями*. Информационные объекты, хранящиеся в таблице, называют *записями*. При графическом представлении таблицы ее поля представляются *столбцами*, а записи — *строками*. На пересечении столбцов и строк образуются *ячейки* — это наименьшие элементы структуры таблицы.



Рис. 5.5. Таблица и список — самые распространенные информационные контейнеры

Химия ▸ 8:30 ▸ 9:15 ▸ 27 ● Английский язык ▸ 9:20 ▸ 10:05 ▸ 14 ● Информатика ▸ 10:20 ▸ 11:05 ▸ 22...

Рис. 5.6. Информационные контейнеры можно представлять одной строкой, если есть договоренность о формате ее записи

Графическое представление — не единственное возможное для таблиц. Ничто не мешает представить таблицу, например, в виде длинной строки. В нашем примере, приведенном на рисунке 5.6, в таблице нет ни строк, ни столбцов, а элементы структуры (поля и записи) отделяются друг от друга специальными символами, которые называются *разделителями*. В нашем учебном примере вы легко догадаетесь, какой символ-разделитель обозначает конец поля, а какой — конец записи. Однако на практике догадываться не положено. Все должно быть однозначно определено и согласовано. Подобные соглашения и договоренности называются *форматами записи данных*.

Формат записи данных

Из курса математики вам, конечно же, знакомы и более сложные информационные объекты, например такие, как диаграммы и графики. Это тоже информационные контейнеры, причем имеющие весьма сложную структуру. В нее входят:

- начало координат и его обозначение;
- оси графика, их направление и обозначение;
- шкалы (для каждой оси), определяющие масштаб;
- элементы обозначения данных (для каждой оси) в соответствии с выбранным масштабом;

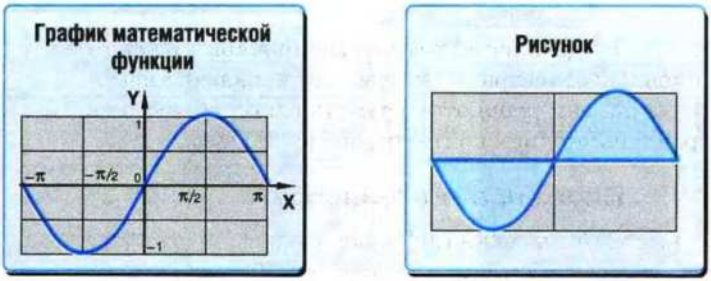


Рис. 5.7. График синусоиды выражает гармонический колебательный процесс. Что выражает рисунок, известно только его автору

- линии разметки данных (их можно не создавать, если используется бумага со специальной разметкой, например «в клетку»);
- линия графика, обеспечивающая соответствие между элементами данных разных осей.

Если каких-то элементов структуры контейнера не хватает, то это не график математической функции, а совсем другой информационный объект, например рисунок.

§ 21. Принципы адресации к объектам

Коллекции служат целям упорядоченного хранения объектов и упрощения доступа к ним. Это особенно важно для хранения информационных объектов: у каждого из них должен быть уникальный адрес. Впрочем, адреса тоже надо где-то хранить. Если не предпринять специальных мер, адресные данные по размеру могут оказаться больше тех объектов, на место размещения которых они указывают.

Адресные данные

ПРИМЕР

Рассмотрим гипотетический эксперимент. Допустим, мы вырежем из книги каждую букву, завернем ее в отдельный пакетик и напишем на нем номер страницы, строки и позиции буквы в строке (например, 213:32:44). Затем сложим все пакетики в один большой ящик и будем считать, что в нем хранится книга. Теоретически, это допустимый режим хранения книги — к ней можно обратиться. Но на практике это требует таких несоразмерных усилий, что вряд ли подобное хранение информации можно считать эффективным.

Разработка и исследование эффективных приемов хранения информационных объектов — это важнейшие задачи информатики. Обычно они решаются группировкой объектов в контейнерах и вложением контейнеров друг в друга.

Вложение контейнеров

Контейнерные объекты можно вкладывать друг в друга. Этот прием называется *вложением контейнеров*. Тетрадь можно положить в папку, а папку — в портфель. Совокупность вложенных контейнеров образует иерархическую структуру.

Иерархическая структура

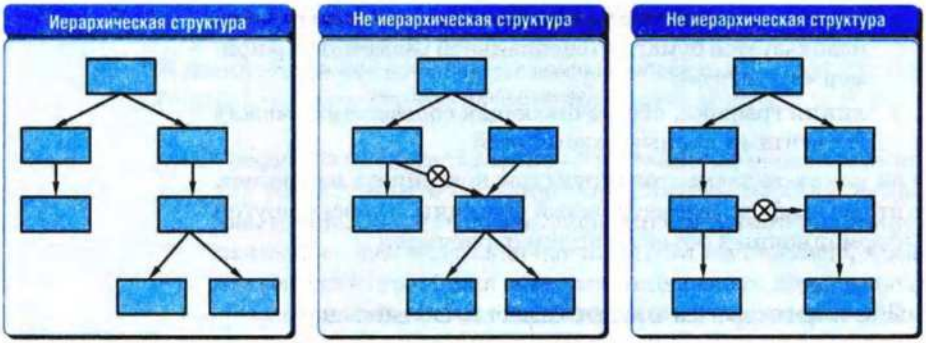


Рис. 5.8. Примеры сложных стрктур

Иерархическими называют связные структуры соподчиненных объектов, обладающие следующими признаками:

- каждый объект связан отношением соподчинения ровно с одним объектом вышестоящего уровня;
- не существует отношений соподчинения между объектами одного уровня.

Отношения вложенности

Отношения соподчинения могут быть самыми разными, например: руководитель — исполнитель; предок — потомок и другие. В нашем случае в качестве отношений соподчинения выступают отношения вложенности: контейнер более высокого уровня может содержать несколько контейнеров низших уровней, а контейнер низшего уровня всегда вложен в один и только один контейнер высшего уровня.

Путь доступа к объекту

Вложение контейнеров позволяет упростить доступ к объектам и записывать адреса объектов в форме пути доступа к ним.

Путь доступа к объекту — это символьная форма представления адреса объекта в иерархической структуре хранения. Путь доступа выражается последовательностью имен всех контейнеров, содержащих искомый объект, записанных в порядке действия отношений вложенности, начиная с контейнера высшего уровня.

Гостиная ▸ Шкаф ▸ Третья полка ▸ Портфель ▸ Пенал ▸ Карандаш

Россия, г. Тула, ул. Гагарина, д. 15, кв. 47
Сидорову Ивану ивановичу

Рис. 5.9. Примеры записи адресов в форме пути доступа

Основное достоинство записи адресов в форме пути доступа заключается в том, что это символьная форма. Она считается наиболее удобной для людей и издавна применяется для обслуживания общественных информационных отношений.

С созданием технических средств информационного обмена люди продолжают придерживаться формы записи адреса в виде пути доступа и применяют ее при информационном взаимодействии с техническими системами. Так, например, запись телефонных номеров по своей сути тоже является записью пути доступа к абоненту.



Рис. 5.10. Телефонные номера записываются в форме пути доступа

Особую роль понятие пути доступа приобрело в связи с развитием вычислительной техники. В информационном обмене между техническими системами обычно используются числовые формы записи адресов объектов, но когда с технической системой работает человек, символьная форма предпочтительнее.

Разрешение конфликтов адресации

Когда мы ранее говорили о том, что в мире не может существовать двух информационных объектов с тождественными свойствами, мы прежде всего имели в виду следующее правило.

В одной системе хранения два информационных объекта не могут иметь идентичные имена и идентичные пути доступа одновременно.

Это правило вытекает из определения объекта, так как если бы объекты имели идентичные именные и адресные свойства, они были бы неразличимы для системы хранения и, соответственно, не могли бы рассматриваться как объекты этой системы.

Возникновение конфликтов адресации

К сожалению, приведенный выше запрет не предотвращает попыток создания двух объектов с одинаковыми именами в одном контейнере. В этом случае техническая система должна сама автоматически зарегистрировать конфликт адресации и запретить действие. Далее обычно предлагается выбрать одно из четырех возможных продолжений:

- отказаться от создания (сохранения) объекта;
- заменить старый объект новым;
- поместить новый объект в иной контейнер;
- дать новому объекту иное имя.

Принцип двойной адресации

Существует два принципиально разных способа адресации к объектам: символьная и числовая. Они различаются способом записи адресов: с помощью символов или с помощью чисел. У каждого способа есть как достоинства, так и недостатки.

Символьная адресация

С символьной формой представления адреса объекта мы уже знакомы на примере записи пути доступа к объекту в иерархической структуре данных. Символьную адресацию используют в информационном обмене, обслуживающем общественные отношения. Она наглядна, удобна и привычна. Но особенно важно то, что она соответствует этическим нормам, принятым в обществе. Обращение к людям по номерам считается оскорбительным. Исключением являются специальные случаи общественных отношений. Например, участники боевых расчетов и спортивных команд могут обращаться друг к другу по номерам, но только во время совместных действий[1].

[1] Исключение делают, когда требуется особая эффективность совместных действий.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИНЦИПА ДВОЙНОЙ АДРЕСАЦИИ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	ЧИСЛОВАЯ АДРЕСАЦИЯ	СИМВОЛЬНАЯ АДРЕСАЦИЯ	СРЕДСТВО ПЕРЕСЧЁТА
В КНИГАХ 	Физическая структура книги представлена страницами, имеющими уникальные номера. Любую страницу книги можно найти по ее порядковому номеру	Логическая структура книги выражена заголовками разных уровней. Раздел можно разыскать по его названию (имени), пролистав всю книгу	Большинство книг имеет таблицу соответствия логических разделов физическим страницам. Она называется **содержанием** или **оглавлением**. По оглавлению нетрудно найти номер страницы нужного раздела
Оглавление помогает находить нужные данные в книге без необходимости просматривать каждую страницу			
В НОСИТЕЛЯХ ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ 	Носитель данных логически разделен (размечен) на области хранения данных, условно именуемые **кластерами**. Любой кластер можно найти по его порядковому номеру (как страницу в книге)	Каждый файл в системе хранения имеет символьное имя, определяющее **путь доступа к нему в данной системе хранения.** Зная имя, человек находит файл, руководствуясь алгоритмом следования по пути доступа	Носители данных имеют служебную область, в которой хранятся справочные таблицы, устанавливающие соответствие между символьными именами файлов и числовыми номерами кластеров, в которых эти файлы хранятся. Обслуживанием этих таблиц занимается **операционная система компьютера**
В разных носителях данных по-разному реализован механизм размещения файлов. Операционная система компьютера позволяет успешно работать с разными носителями, не зная этого механизма			
В ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ УСТРОЙСТВ 	Ячейки оперативной памяти компьютера пронумерованы. Номер ячейки является ее числовым адресом. Зная его, из ячейки можно получить хранящиеся в ней данные. Числовой доступ к памяти реализуют устройства и программы	Людям неудобно запоминать номера миллионов ячеек памяти. Для хранения данных они ввели понятие **переменной.** Переменная имеет уникальное имя, которое записывается символами и заменяет числовой адрес ячейки памяти	При записи программы на **языке программирования высокого уровня (ЯВУ)** переменные выражаются символьными именами. При переводе программы в машинный код вместо имен переменных подставляются номера (адреса) ячеек памяти. Эту подмену выполняет **программа-транслятор**
В разных моделях компьютеров действуют разные механизмы размещения данных в ячейках оперативной памяти. Языки программирования высокого уровня позволяют создавать программы, не зная этого механизма			
В ИНТЕРНЕТЕ 	Каждое устройство, являющееся абонентом Интернета (**хост**), имеет уникальный адрес, записываемый четырьмя целыми числами в диапазоне от 0 до 255. Этот числовой адрес называется ***IP*-адресом**	Наряду с *IP*-адресами в Интернете действует система символьной адресации в форме **доменных имен.** Для человека эта форма удобнее. Доменные имена выразительны. Они запоминаются проще, чем числа	Для соединения с удаленным хостом можно использовать как *IP*-адреса, так и доменные имена. Если использовано доменное имя, запрос сначала обрабатывается серверами **службы доменных имен (*DNS*)**. В ее базах данных, распределенных по всему миру, хранятся сведения о соответствии доменных имен *IP*-адресам
Служба доменных имен упрощает доступ к удаленным источникам данных. Она избавляет нас от необходимости запоминать многозначные и невыразительные числовые адреса			

Числовая адресация

В специальных случаях, например в военное время, общество может принудительно вводить методы числовой адресации. В частности, на числовой адресации основана система военно-полевой почты, введенная Петром I в 1716 году. Она позволяет скрыть географическое положение войсковых частей от противника[2].

Недостатки символьной адресация

У символьной адресации много достоинств и один большой недостаток — неэффективность. Она связана с избыточностью записи адреса. Нетрудно представить себе сообщение, для которого адрес доступа имеет размер больший, чем само сообщение. Поэтому в технических системах символьной адресации избегают. Если информационный обмен между элементами технических систем осуществляется автоматически, в нем используют числовую адресацию.

Принцип двойной адресации

В тех случаях, когда информационный обмен происходит между людьми и техническими устройствами, используют принцип двойной адресации. Люди вводят в систему (или получают от нее) адрес в символьной форме, а система преобразует его в числовую форму и передает другой технической системе (устройству).

Чтобы реализовать принцип двойной адресации, должно быть предусмотрено средство пересчета адресов из одной формы в другую. В простейших случаях его роль выполняет справочная таблица. В компьютере ответственность за общение людей с устройствами возлагается на операционную систему.

§ 22. Простейшие структуры данных

Характерные особенности коллекций

Чтобы ввести числовую адресацию для доступа к информационным объектам, хранить их следует не как попало, а в виде упорядоченных коллекций данных. Коллекции, в отличие от композиций, обладают рядом полезных свойств, позволяющих эффективно использовать их для хранения информационных объектов.

[2] В годы Великой Отечественной войны в Красной Армии действовали пятизначные адреса военно-полевой почты. В них первые три цифры соответствовали войсковому объединению или соединению (армия, корпус, дивизия), а последние две цифры обозначали войсковую часть или отдельное подразделение.

1. Исходные объекты, вошедшие в коллекцию, сохраняют в ней свои свойства. Это позволяет различать объекты как до, так и после их объединения в коллекцию. На этом основана сама теоретическая возможность доступа к объектам, хранящимся в коллекциях.

Различимость объектов после объединения

2. При поступлении в коллекцию объект логически приобретает порядковый номер, выражающий его положение в данной коллекции относительно других членов коллекции. Номер в коллекции — уникальное свойство объекта, принадлежащего коллекции. Двух элементов, имеющих одинаковые номера, в одной коллекции быть не может.

Нумерация элементов коллекции

3. Порядок нумерации объектов коллекции избирает создатель коллекции. Он может придерживаться любого порядка, хотя естественным считается тот порядок нумерации, который совпадает с порядком поступления объектов в коллекцию.

Естественный порядок нумерации

4. Владелец коллекции по своему желанию может изменить порядок нумерации элементов — перенумеровать коллекцию. Это позволяет сортировать коллекции — располагать объекты в порядке возрастания или убывания значений какого-то общего свойства.

Возможность сортировки коллекций

5. Поскольку номер объекта в коллекции является уникальным свойством, к любому объекту можно обратиться по его номеру. Например, если коллекция определена, приобретают смысл следующие высказывания.
   - Тетради находятся во *втором* шкафу.
   - *Четвертая* серия кинофильма будет показана во вторник.
   - *Пятое* задание имеет повышенную сложность и приведено для тех, кто претендует на высшую оценку.

Числовая адресация к объектам

6. Всякая коллекция хранится в контейнере. Если ее не поместили в специальный контейнер, она сама его образует, например:
   - несколько яблок — кучка;
   - несколько вагонов — состав;
   - несколько животных — стадо;
   - несколько человек — коллектив.

Связь с контейнером

Адресация по указателю (адресация по индексу, индексная адресация)

7. Хранение коллекции в контейнере открывает дополнительные возможности адресации, связанные с указателем контейнера (§ 20). Так, например, для коллекций определены следующие команды: **Вперед, Назад, В начало, В конец, На месте, Вперед на X позиций, Назад на Y шагов.** Соответствующие операции доступа к объектам можно применять в любых коллекциях. Особенно часто они встречаются в работе с базами данных.

Множественность проявлений одного объекта

8. Тот факт, что объект, поступивший в коллекцию, не утрачивает в ней своих свойств и продолжает оставаться различимым, позволяет одному объекту участвовать одновременно в нескольких коллекциях. В каждой коллекции он остается различимым и имеет уникальный порядковый номер.

Понятие экземпляра объекта

Поскольку один и тот же объект может одновременно участвовать в любом количестве коллекций, нам необходимо разобраться, какой статус имеет каждое его проявление в любой из этих коллекций.

Множественные проявления одного объекта в разных коллекциях называются экземплярами объекта.

Экземпляр — не копия объекта

Экземпляр — это не копия объекта. Это именно его проявление. Например, один учащийся может быть одновременно записан и в библиотеку, и в театральную студию, и в спортивную команду. На театральной сцене и на спортивной площадке он проявляет себя по-разному, но это все-таки одна и та же личность.

Вычислительный процесс — проявление работающей программы, ее экземпляр

Многие компьютерные программы можно запускать по нескольку раз. При каждом запуске в оперативной памяти порождается новый вычислительный процесс. Тот факт, что на экране одновременно воспроизводятся три похожих окна программы, не означает, что работают три разные программы или три копии одной программы. Имеют место три вычислительных процесса, представляющих три проявления одного программного объекта. Программа продолжает храниться на жестком диске компьютера, а в оперативной памяти в это время работают три порожденных ею процесса, три ее экземпляра.

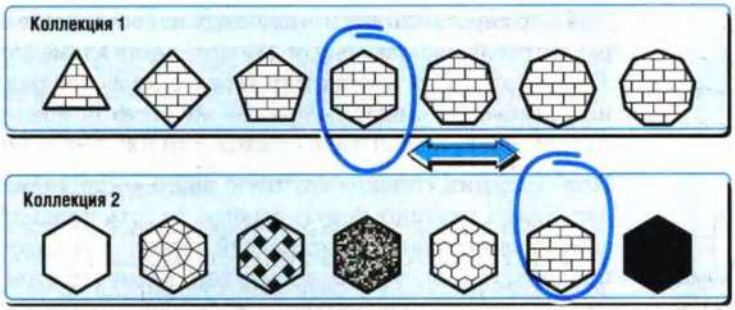


Рис. 5.11. Два экземпляра одного объекта, присутствующие в разных коллекциях, образуют реляционную связь между этими коллекциями

Реляционные отношения между коллекциями

Образование реляционных отношений

Из того факта, что один объект может своими экземплярами одновременно присутствовать в нескольких коллекциях и при этом остается различимым в каждой коллекции, вытекает возможность образования информационных связей между контейнерами. Такие связи называют *реляционными связями, или реляционными отношениями.*

Использование реляционных связей

Реляционные связи очень широко используются в технологиях работы с базами данных. Так, например, если из одной таблицы следует, что автомобиль марки «Москвич» № К 787 ЕС 77 принадлежит гражданину Иванову Петру Федоровичу, а из другой таблицы следует, что этот автомобиль не прошел государственный технический осмотр, система способна автоматически принять решение о том, кому и куда следует отправить напоминание.

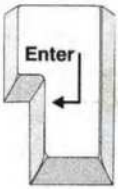
Список

Список (*list*)— это линейная (одномерная) коллекция однотипных информационных объектов, в которой каждый объект однозначно определяется своим порядковым номером.

Вот примеры некоторых списков:

- Зима, Весна, Лето, Осень — список времен года;
- 33, 42, 255, 196, 38... — список целых чисел;
- Иванов, Петров, Сидоров... — список людей.

Для формирования списка необходимо соглашение о символе-разделителе, используемом для отделения элементов данных друг от друга. В наших примерах в качестве разделителя использована «запятая», но с тем же успехом можно было бы использовать любой иной символ или их комбинацию.



При создании списков вручную часто «естественным» разделителем считают новую строку, то есть каждый элемент списка записывают на отдельной строке. При этом негласно предполагается, что после каждого элемента стоит невидимый символ «конец строки», который вводится нажатием клавиши ENTER.

Для списков доступ к элементам данных осуществляется очень просто. Чтобы обратиться к элементу с порядковым номером k, надо просмотреть список с самого начала, последовательно пересчитать разделители от первого до $k-1$-го и взять все символы, стоящие после него, вплоть до очередного разделителя.

Вектор данных

Часто бывает заранее известно, что все элементы списка не только относятся к одному типу данных, но также имеют одинаковый размер. В этом случае можно обойтись без символов-разделителей. Такие упрощенные виды списков называют *векторами данных*. Например, если известно, что регистрационный номер автомобиля всегда записывается только восемью знаками, то в следующем списке-векторе нетрудно выяснить, где кончается один элемент и начинается другой. Чтобы найти элемент с порядковым номером k, достаточно отсчитать от начала вектора $N(k-1)$ знак и взять последующие N знаков. Здесь N — объявленная длина каждого элемента (в нашем примере $N = 8$).

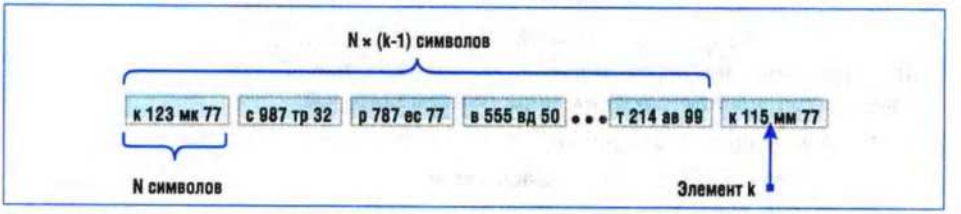
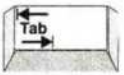


Рис. 5.12. Поиск элемента в векторе данных

Запись

Поля данных

Запись (*record*) очень похожа на список, но отличается тем, что в списке все объекты представлены данными одного типа, а запись может содержать данные разных типов. Для каждого типа данных в записи выделено отдельное поле. Поля образуют структуру записи.



Данные соседних полей отделяются друг от друга символом-разделителем. Часто для этой цели используют невидимый символ, который называется *кодом табуляции*. Он вводится нажатием клавиши TAB.

О том, какие именно данные содержатся в том или ином поле и как поля отделены друг от друга, знает только создатель записи. Получатель записи тоже может об этом знать, если вместе с данными он получает соглашение об используемом формате. На практике обычно передается не описание формата, а программа, предназначенная для воспроизведения записей, представленных в этом формате. Так, например, приобретая компакт-диск с компьютерной игрой, мы получаем на нем множество записей с разнообразными данными: текстами, музыкой, графикой. Не зная формата, в котором записаны эти данные, мы не можем их воспроизвести иначе как запустив авторскую программу.

Пустая запись

Для доступа к заданному элементу данных следует сначала по формату выяснить его номер поля (k), после чего отсчитать в записи $k-1$ разделитель и взять все данные вплоть до следующего разделителя. Если запись не содержит ни одного элемента данных, она все равно является записью и называется *пустой записью*. Размер пустой записи отнюдь не нулевой, потому что даже пустая запись имеет метки полей.



Рис. 5.13. Структура записи образована полями и обозначена разделителями

Таблицы

Таблица представляет собой информационный объект контейнерного типа. Цель использования таблиц заключается в обеспечении эффективного доступа к данным.

Таблица — это коллекция записей, имеющих одинаковую структуру полей, представленную общим заголовком.

Каждая запись, поступающая в таблицу, приобретает в ней уникальный порядковый номер, по которому может быть разыскана. Таблица может быть пустой — в этом случае она содержит только структурные данные, хранящиеся в заголовке.

Размерность таблицы определяет необходимое число разделителей

Двумерную таблицу, например такую, какая показана на рисунке 5.14, можно построить, используя только два типа разделителей: разделители полей и разделители записей. Для трехмерной таблицы необходимы три типа разделителей. Соответственно, для представления многомерной таблицы необходимо столько разделителей, сколько размерностей имеет таблица.

Говоря о таблицах, мы часто представляем себе графические таблицы, имеющие столбцы и строки. Следует помнить, что



Рис. 5.14. Таблица — это коллекция записей, имеющих тождественную структуру

графические таблицы — это лишь частный случай таблиц, а столбцы и строки — это одно из возможных средств визуального представления табличных полей и записей. На самом деле, когда таблица хранится в памяти компьютера или записана на каком-либо носителе данных, ни о каких строках и столбцах говорить не уместно. Вот почему говорят только о полях и о записях.

Графические таблицы — частный случай

§ 23. Сложные структуры данных

Простейшие структуры данных можно комбинировать друг с другом по мере необходимости. Комбинирование производится путем создания информационных связей между контейнерами. Действие этих связей обеспечивается наличием общих экземпляров информационных объектов в разных контейнерах. Цель комбинирования структур состоит в повышении эффективности работы с данными.

Структуры данных комбинируют ради повышения эффективности работы с данными

Комбинирование структур данных

На рисунке 5.15 приведен пример комбинированной структуры данных, содержащей результаты розыгрыша спортивного турнира. Данные представлены в виде трех взаимосвязанных таблиц и одной иерархической структуры. Базовая табли-

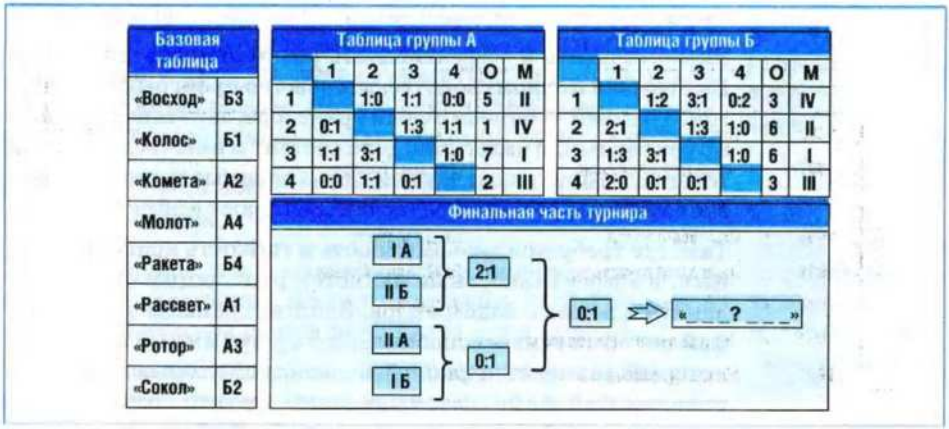


Рис. 5.15. Кто победил в турнире?

ца увязывает все данные в одну завершенную структуру. Попробуйте удалить любой контейнер — узнать, кто победил в турнире, станет невозможно.

В этом примере эффективность достигается за счет того, что названия команд вводятся только один раз — в базовую таблицу. В прочих структурах эти данные повторять не приходится. Программное обеспечение, предназначенное для обслуживания турнира, может быть универсальным — оно не зависит от названий спортивных команд. Без переделки его можно использовать для организации других турниров.

Структуры данных часто комбинируют ради повышения удобства доступа. Это особенно важно, когда с одними и теми же данными работают как люди, так и устройства. Людям удобно выражать адреса в символьной форме. А технические средства работают наиболее эффективно, когда адрес записан числом.

Требования к хранению данных

Экономичность и эффективность — противоречивые требования

Существуют разные требования к условиям хранения данных, но обобщенно их можно свести к двум: к требованию экономичности и требованию эффективности. Экономичность предполагает минимальные материальные затраты на хранение одной условной единицы данных, а эффективность — минимальные затраты времени на обращение к нужным данным.

Экономичность и эффективность редко уживаются вместе. Выигрывая в одном свойстве, мы обычно проигрываем в другом. Трамвай — экономичный транспорт, зато такси — очень эффективный. Аналогично дело обстоит и в вычислительной технике: эффективные технологии — не самые экономичные, а экономичные решения редко обеспечивают эффективность.

Экономичность хранения обеспечивают файловые системы

Там, где требуется экономичность и гибкость хранения данных, а эффективность не является решающим фактором, данные хранят в виде файлов. Запись, хранение и доступ к файлам обеспечивает специальный программный комплекс, который называется *файловой системой компьютера*. Как правило, файловые системы связаны с носителями данных, то есть каждый носитель имеет свою файловую систему.

Там, где требуется эффективность работы с данными, а экономичностью можно жертвовать, используют так называемые *базы данных*. Хранение данных в базах — способ, альтернативный файловому, хотя на практике они часто взаимно дополняют друг друга. Запись, хранение и доступ к данным, хранящимся в базе, обеспечивают специальные программы, которые называют *системами управления базами данных* (*СУБД*).

Эффективность доступа к данным обеспечивают базы данных

Файл

При выборе системы для хранения данных следует решить важный вопрос о том, каким должно быть соотношение между размером адресных данных и размером содержательных данных, на которые адрес указывает. Согласитесь, было бы расточительно заводить отдельную библиотечную карточку для регистрации каждой книжной страницы. Гораздо удобнее уделить отдельную карточку всей книге. Не правда ли?

Когда хранят физические объекты, например носки или ботинки, размер контейнера согласуют с размером объекта. А как быть, если это информационный объект? Каким должен быть оптимальный размер условной единицы хранения данных, для которой не жалко выделить уникальный адрес?

Практика показала, что если не слишком сильно задумываться над эффективностью хранения, то оптимального размера для единицы хранения данных не существует. Она не имеет определенного размера. Можно сказать и иначе: она имеет неопределенный размер. Такую единцу хранения данных неопределенного размера назвали *файлом*.

Не существует оптимального размера для единицы хранения данных

Файл — это совокупность данных, имеющая собственное имя.

С одной стороны, в определении файла ничего не сказано о его размере. Это важно. Файл может иметь любой размер, в том числе и нулевой (такой файл называется *пустым*).

С другой стороны, в определении файла особое внимание уделено его имени. Это тоже очень важно. Имя файла выполняет роль его адреса. Файлы различаются именно именами.

Адресная роль имени файла

Файловая система

Файловая система — часть операционной системы

Программное средство, предназначенное для операций с файлами, называется *файловой системой*. Она имеется практически во всех персональных компьютерах и входит в состав операционной системы.

Файловая система предназначена для исполнения операций с файлами. К ним относятся:

- создание нового файла;
- переименование (изменение имени файла);
- копирование файла (в другой контейнер);
- перемещение файла (в другой контейнер);
- удаление файла (из контейнера и с носителя).

К файловым операциям также относится создание контейнера для размещения файлов (папки, каталога и т. п.).

Файловая система определяет правила записи имен файлов. Чем более совершенна файловая система, тем больше гибкости она допускает в этом вопросе.

1976 — 1981

Ранние файловые системы позволяли создавать имена файлов длиной 6–8 символов, используя для этой цели только буквы английского алфавита и цифры, например: Document, Letter, A12345.

1983 — 1995

Впоследствии имя файла было расширено дополнительными тремя символами, которые получили название расширения



Рис. 5.16. Файловая структура носителя данных (упрощенная модель)

имени файла. Расширение записывалось после точки и указывало на тип данных, хранящихся в файле:

1995 — н. в.

Letter.txt — текстовый документ;

Picture.wav — звукозапись;

Sound.bmp — рисунок.

Современные файловые системы позволяют использовать в именах файлов символы национальных алфавитов, пробелы и некоторые знаки препинания. Допустимая длина полного имени файла может достигать 256 символов. Однако надо иметь в виду, что к «полному» имени файла относится также путь доступа к нему в файловой системе.

База данных

Записи — контейнеры фиксированного размера

Второй подход к хранению данных основан на том, что главным критерием ставят не экономичность, а эффективность хранения. Практика показывает, что контейнер, оптимальный для решения такой задачи, должен иметь фиксированный размер, достаточный для хранения всех элементов данных информационного объекта. Главное — чтобы этот размер был постоянным. (На морских судах и по железной дороге легковые автомобили и ночные шлепанцы перевозят в одинаковых стандартных контейнерах. Это не всегда экономично, зато всегда эффективно.)

Принцип хранения объектов в фиксированных контейнерах реализован в базах данных. Объектами баз данных являются записи. Записи, как и файлы, содержат элементы данных, но, в отличие от файлов, записи не имеют имен — только номера. Таким образом, в базах данных, в отличие от файловых систем, реализован не символьный, а числовой принцип адресации.

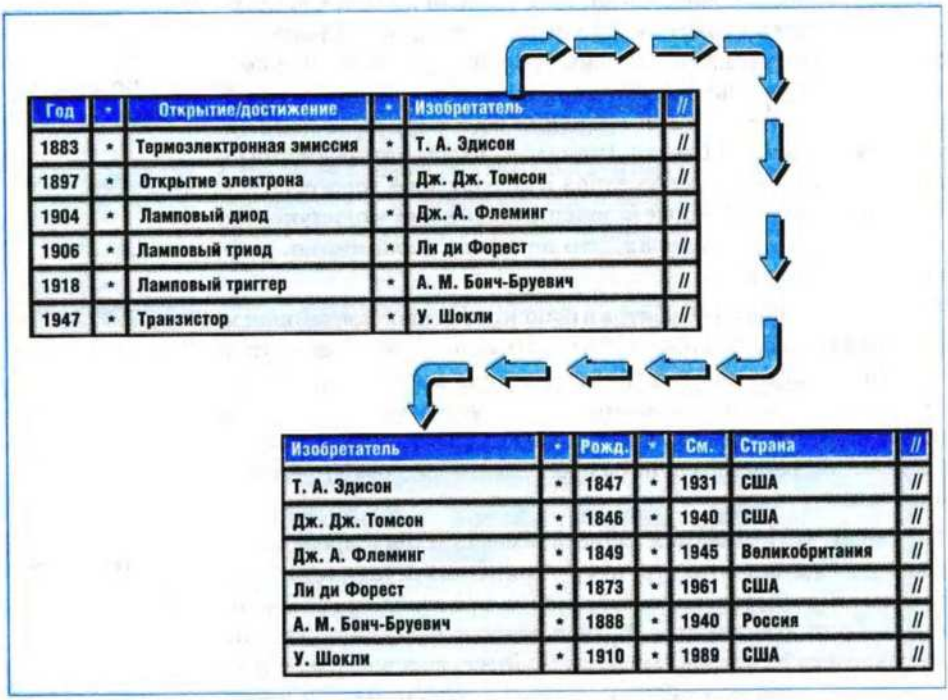
Реляционные базы данных

Мы знаем, что коллекция записей, имеющих фиксированный размер и одинаковую структуру полей, представляет собой таблицу. Соответственно, таблицы — это основные объекты простейших баз данных. Более сложные базы данных (так называемые *реляционные базы данных*) содержат не одну, а несколько взаимосвязанных таблиц. Связи между ними основаны на том, что один объект может одновременно присутствовать в нескольких коллекциях своими экземплярами.

Называются такие связи *реляционными связями*. Вы убедитесь в том, какое значение имеют реляционные связи, если сумеете воспользоваться реляционной базой данных, представленной на рисунке 5.17, для ответа на следующие вопросы.

- В каком году родился изобретатель лампового диода?
- В какой стране был впервые создан ламповый триггер?
- Сколько лет было Уильяму Шокли, когда он изобрел транзистор?

Обратите особое внимание на то, что порознь ни одна из представленных таблиц не позволит ответить на эти вопросы. Именно реляционные связи превращают базы данных в мощный инструмент для ***автоматической*** работы с данными.



Год	Открытие/достижение	Изобретатель
1883	Термоэлектронная эмиссия	Т. А. Эдисон
1897	Открытие электрона	Дж. Дж. Томсон
1904	Ламповый диод	Дж. А. Флеминг
1906	Ламповый триод	Ли ди Форест
1918	Ламповый триггер	А. М. Бонч-Бруевич
1947	Транзистор	У. Шокли

Изобретатель	Рожд.	См.	Страна
Т. А. Эдисон	1847	1931	США
Дж. Дж. Томсон	1846	1940	США
Дж. А. Флеминг	1849	1945	Великобритания
Ли ди Форест	1873	1961	США
А. М. Бонч-Бруевич	1888	1940	Россия
У. Шокли	1910	1989	США

Рис. 5.17. Реляционная связь между двумя таблицами превращает базу данных в мощный инструмент для автоматической работы с данными

Краткое содержание темы

- В информатике *объектами* называют сущности, имеющие различимые свойства. Если эти сущности имеют не физическую, а логическую природу, их называют *информационными объектами*.
- Объекты состоят из элементов. Составные части объектов, не различимые по своим свойствам, называются *элементами*.
- Полный набор свойств объекта уникален. Уникальность набора свойств — это требование, предъявляемое к сущности для ее рассмотрения в качестве самостоятельного объекта.
- Если требование уникальности набора свойств сущности по каким-то причинам не выполняется, эта сущность является не объектом, а элементом объекта более высокого уровня.
- Чтобы обеспечить принцип уникальности свойств объекта, вводят в рассмотрение или создают специально дополнительные свойства. В информатике особенно часто используются приемы присвоения сущности уникального имени или размещение ее для хранения по уникальному адресу. Часто эти приемы комбинируют и используют адрес хранения объекта в качестве его имени или наоборот.
- В составе свойств объектов порознь рассматривают свойства-признаки и свойства-действия. Свойства-действия — это действия, связанные с объектом. Эти свойства называют *методами объектов*.
- Совокупность методов объекта называется его *функциональностью*. Функциональность составных объектов может значительно отличаться от функциональности составляющих их элементов.
- Существует два способа объединения объектов: *компоновка* и *группировка*. В результате компоновки образуется новый объект — *композиция*. В результате группировки образуется группа объектов — *коллекция*. Коллекция, в отличие от композиции, объектом не является.
- Исходные объекты в композиции не сохраняют свои свойства и входят в нее на правах элементов.

- В коллекции исходные объекты полностью сохраняют свои свойства и входят в нее на правах объектов.
- Цель создания композиций — получение объектов с новыми свойствами.
- Цели создания коллекций — упорядочение объектов, организация их эффективного хранения, упрощение доступа к объектам.
- Для достижения основных целей создания коллекций их размещают в объектах, обладающих контейнерными свойствами: *емкостью, структурой, заполненностью и текущим положением указателя*.
- Емкость контейнера определяет предельный размер размещаемой коллекции.
- Структура контейнера определяет предельное количество размещаемых коллекций.
- Заполненность определяет остаточную емкость частично заполненного контейнера.
- Положение указателя определяет местоположение в коллекции текущего объекта — объекта, использованного последним.
- Контейнеры можно вкладывать друг в друга. Контейнеры, находящиеся внутри других контейнеров, называются *вложенными*.
- Совокупность вложенных контейнеров образует *иерархическую структуру*.
- В любой заданной иерархической структуре для каждого хранящегося в ней объекта можно указать единственно возможный *путь доступа к объекту*. Он является уникальным свойством объекта и может выполнять функцию адреса объекта.
- Создатель коллекции может избрать любую структуру для ее хранения, но предпочтительно использовать типовые структуры. Для них известны стандартные приемы доступа к объектам и способы записи их адресов. Наиболее распространенными типовыми структурами данных являются списки, записи и таблицы.

- Существует два метода адресации к данным, представленным в стандартной структуре хранения: символьная и числовая. Символьной адресацией люди пользуются в общественных отношениях. Числовая адресация используется в технических системах.
- Методы символьной адресации удобно реализуются в иерархических структурах данных. Роль адреса в них выполняет путь доступа к объекту.
- Методы числовой адресации удобно реализуются в списках, записях, таблицах. Роль адреса в них выполняет целое число или комбинация чисел.
- В тех случаях, когда с техническими системами работают люди, принято использовать принцип двойной адресации. В этом случае должно существовать специальное средство перевода адресов из одной формы в другую.
- Сложные структуры данных образованы комбинацией простых структур. В вычислительной технике особенно широко распространены системы для работы с файловыми структурами (файловые системы) и со структурами баз данных (системы управления базами данных).
- Если главное требование к системе хранения данных — экономичность, используется файловая система. Ее основной метод адресации — символьный. Основная единица хранения данных — файл. Файл имеет уникальное имя в своей системе хранения и не имеет определенного размера.
- Если главное требование к системе хранения данных — эффективность, используется система управления базой данных. Структура базы данных — табличная. Ее основной метод адресации — числовой. Основная единица хранения данных — запись. Запись имеет уникальный номер в своей системе хранения, а также не имеет определенного размера.
- Таблицы баз данных могут быть взаимосвязаны с помощью информационных связей, основанных на наличии в разных коллекциях нескольких экземпляров одного объекта. Такие связи называются *реляционными отношениями*. Реляционные отношения делают базы данных мощным инструментом для работы с данными.

Контрольные вопросы и задания

1. Театральный билет — это документ. Он выражает договорные экономические отношения, которые возникают между человеком, пожелавшим посмотреть спектакль, и администрацией театра. Какие информационные сообщения, важные для зрителя, должны присутствовать на билете?
2. Какие общественные отношения выражают следующие информационные объекты: паспорт, свидетельство о рождении, акция предприятия, авиабилет, водительское удостоверение? Выберите из перечисленных: отношения собственности, родственные отношения, отношения гражданства, правовые отношения, экономические отношения.
3. В каких случаях люди дают клички животным?
4. На компьютерах электронные документы обычно хранятся в виде файлов. Файл — это информационный объект. Назовите известные вам свойства файла. Какие из них обеспечивают требование его уникальности?
5. Поваренная соль — это сложное вещество. Рассмотрите его в качестве объекта. Какими свойствами оно обладает? Из каких элементов оно состоит? Различимы ли свойства этих элементов в составе вещества?
6. Учащийся решил несколько задач по своему выбору, изложил их решение на произвольном листе бумаги и передал этот лист другу. Что он передал: сообщение или документ?
7. Назовите два альтернативных способа объединения объектов.
8. Какова основная цель создания композиций?
9. Назовите основные цели создания коллекций.
10. Футбольная команда состоит из одиннадцати человек. Что представляет из себя команда: коллекцию или композицию футболистов? Обладает ли команда свойствами, отличными от свойств ее участников? Может ли она вступать в общественные отношения, недоступные для отдельных футболистов? Может ли футболист во время матча вступать в общественные отношения, не предусмотренные правилами проведения соревнований?

11 Молодой человек взял новую книгу, обернул ее красивой бумагой, обвязал лентой, а под ленту положил поздравительную открытку. Что он получил: коллекцию или композицию? Какое новое свойство приобрели исходные объекты после описанной процедуры?

12 В книжном магазине города *N* придумали способ увеличения торгового оборота. К каждой книге популярного автора продавцы прикладывали по две-три книги, не пользующиеся спросом. Полученный комплект именовался «подарочным». Как должен относиться к нему покупатель: как к коллекции объектов или как к композиции?

13 В цветочном магазине города *Q* придумали способ улучшения обслуживания покупателей. Им дали возможность приобретать не только отдельные растения, но и готовые букеты. Как должен покупатель рассматривать букет: как коллекцию объектов или как композицию? Справка: профессионально составленный букет обладает свойством выразительности, отличным от выразительности его отдельных компонентов.

14 Говорят, что «ложка дегтя портит бочку меда». Что имеется в виду: коллекция этих веществ или их композиция?

15 Назовите два альтернативных способа адресации к информационным объектам.

16 Какой способ адресации к информационным объектам традиционно используется в обществе?

17 Какой способ адресации к информационным объектам принят в технических системах?

18 Как выбирается способ адресации, если в информационном обмене одновременно участвуют и люди, и технические средства?

19 Что общего между списком и записью? Чем различаются эти структуры данных?

20 В каких случаях верно утверждение о том, что таблица образована строками и столбцами?

21 Что общего и в чем различия между файловыми системами и системами управления базами данных?

6 Кодирование и запись информации

Бóльшую часть поступающей информации люди используют для управления своими действиями, своим состоянием и мышлением. Однако у информационного обмена есть и вторая задача: передача, приобретение и накопление знаний.

Чтобы поступающая информация стала знанием, она должна быть упорядочена и сохранена (запомнена). С базовыми приемами упорядочения информационных объектов мы уже знакомы и теперь готовы рассмотреть основные принципы сохранения информации.

§ 24. Основные понятия кодирования и записи информации

Запись как процесс

Информация хранится в форме данных. Поскольку данные представляют собой зарегистрированные сигналы, можно сделать вывод, что сохранение информации заключается в регистрации сигналов. Происходит это во время процесса, который называется *записью*. В рамках предыдущей темы мы говорили о том, что запись — это один из видов простейших структур данных. В данном случае речь идет о записи как о процессе. По контексту всегда понятно, что имеется в виду.

Запись информации и запись данных

Прежде всего, научимся различать *запись данных* и *запись информации*. Эти понятия очень похожи. И в том и в другом случае происходит регистрация, но различие все-таки есть, причем очень существенное. Оно заключено в управляемости процесса. Неучет этой особенности ведет к удивительным, но лженаучным и антинаучным «открытиям».

Запись данных — это процесс регистрации сигналов. Запись информации — это управляемый процесс регистрации сигналов.

Запись информации — управляемый процесс

Управляемость — очень важная характеристика процесса записи информации. Упущение ее из виду позволяет незаметно для непосвященных обосновывать антинаучные концепции и оккультное мировоззрение. На этом, в частности, основываются лженаучные идеи поиска «информации» в «записях» бесконечных чисел типа π и $\sqrt{2}$. На этом основаны попытки найти источник абсолютной истины в известном «парадоксе обезьяны»[1].

Критика оккультных теорий

Прежде чем выполнять запись, нужно решить три взаимосвязанных вопроса.

- Чем делать запись?
- На чем делать запись?
- Как делать запись?

Инструмент и материал записи совместно образуют *средство записи*. При выборе средства записи следует руководствоваться экономическими, техническими, организационными и морально-этическими критериями. При выборе учитывают:

Средство записи

- стоимость и доступность средств записи;
- режим хранения записи и расчетную продолжительность хранения;
- режим распространения записи, потребность в ее транспортировке, скорость и стоимость транспортировки.

СРЕДСТВО ЗАПИСИ = ИНСТРУМЕНТ ЗАПИСИ + МАТЕРИАЛ ЗАПИСИ

[1] Представим себе обезьяну, работающую за компьютером. Нажимая клавиши произвольным образом, она вполне способна случайно записать какое-нибудь полноценное слово. Теоретически можно предположить, что она может случайно записать и предложение. Далее можно предположить, что бесконечно большое стадо обезьян за бесконечно большое время способно записать роман «Война и мир». Не исключено, что при этом будут также созданы версии романа, отличающиеся на запятую, на слово, на главу, а также версии с другим развитием сюжета и иной судьбой героев. Развивая эту логику, можно предположить, что будут созданы и другие документы, например описания доселе не открытых законов природы, пророчества, предсказания и т. п. Отсюда остается всего один шаг до обоснования существования абсолютного источника информации (см. § 6).

Сделанный выбор обязательно проверяют на соответствие морально-этическим и правовым нормам. Например, технология записи информации гвоздем на стене очень доступна, но в цивилизованном общении вряд ли допустима.

Кодирование информации

Процесс кодирования

Прежде чем записать информацию, следует определить, как именно информационные объекты должны представляться наборами данных. Информация представляется данными посредством кодирования.

Кодирование — это управляемый процесс представления элементов информационных объектов элементами данных.

Метод кодирования

Мы вновь обращаем особое внимание на управляемость. Элементы информационных объектов представляются элементами данных по определенному закону. Кодирование — процесс не случайный. Он происходит согласно избранному информационному методу, который исполняет роль *метода кодирования.*

Метод кодирования информации устанавливает соответствие между элементами записываемого информационного объекта и элементами данных, полученных в результате записи.

Выбор метода кодирования

Выбор метода кодирования информации — важный вопрос технологического раздела информатики. Он должен быть согласован с выбором инструмента и материала записи. Он также должен удовлетворять критериям, о которых сказано выше.

Схемы кодирования

Для удобства изучения методы кодирования информации принято рассматривать по категориям. Роль этих категорий выполняют так называемые *схемы кодирования.*

Существуют три основные схемы кодирования. Это аналоговое, табличное и цифровое кодирование.

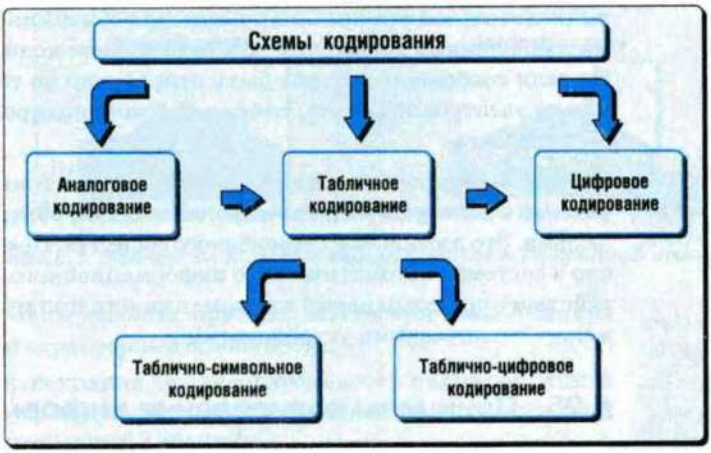


Рис. 6.1. Классификация схем кодирования

Схемы аналогового кодирования

Схемы аналогового кодирования распространены в живой природе. В ходе развития научно-технического прогресса общество постепенно адаптировало их под свои нужды. Именно аналоговое кодирование нашло наиболее раннее применение при записи изображений, звука, видео.

Схемы табличного кодирования

Схемы табличного кодирования не имеют и не могут иметь реализаций в живой природе — это изобретение общества. Люди пользуются табличным кодированием с того момента как научились на пальцах обозначать предметы, животных, людей. На табличном кодировании основаны все виды письменности. Табличное кодирование обеспечивает большинство потребностей неавтоматизированного общественного информационного обмена.

Среди табличных схем кодирования особо выделяют две самостоятельные категории:

- схемы таблично-символьного кодирования;
- схемы таблично-цифрового кодирования.

Таблично-символьное кодирование широко используют при непосредственном информационном обмене, а схемы таблично-цифрового кодирования применяют, когда информационный обмен между людьми осуществляется с помощью средств

вычислительной техники. Например, для обмена письменными сообщениями достаточно схем символьного кодирования. Но если сообщение должно быть отправлено по телеграфу или по электронной почте, то без цифрового кодирования не обойтись.

Схемы цифрового кодирования

Цифровое кодирование не имеет реализаций ни в живой природе, ни в непосредственном информационном обмене между людьми. Это достижение современного общества. Применяется оно в системах автоматического информационного обмена и действует при сохранении информации или при ее передаче между техническими устройствами.

§ 25. Принципы кодирования информации

Вопросы, связанные с кодированием информации, относятся к технологическим разделам информатики. В основе каждой технологии преобразования информации в данные лежат свои принципы. Они связаны с избранной схемой кодирования.

Аналоговое кодирование

Цель аналогового кодирования

Аналоговое кодирование основано на понятии подобия. Цель аналогового кодирования — изменение физической природы последовательности данных. Это бывает полезно для увеличения плотности записи, надежности хранения, скорости перемещения, удобства воспроизведения и других свойств данных.

Аналоговое кодирование — это способ кодирования, основанный на принципе регистрации непрерывной последовательности сигналов определенной физической природы в виде подобной ей последовательности данных другой физической природы.

Применение аналогового кодирования

Характерными техническими системами, реализующими аналоговое кодирование, являются:

- фотографические устройства (кроме цифровых);
- магнитофоны и видеокамеры (не цифровые);
- устройства приема и передачи радиосигналов.

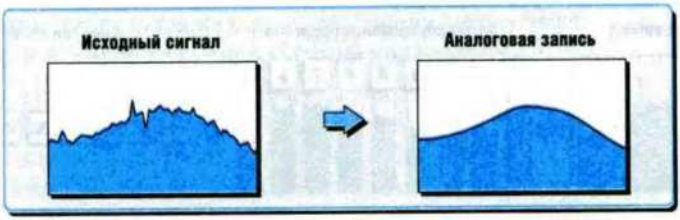


Рис. 6.2. В основе аналогового кодирования лежит принцип подобия

Непрерывность и подобие — основные принципы аналогового кодирования

Согласно определению, принцип аналогового кодирования имеет две характерные особенности:

- как исходная последовательность сигналов, так и результирующая последовательность данных имеют непрерывный характер;
- результирующие данные подобны исходным сигналам по избранному критерию подобия.

С принципами непрерывности и подобия связано широкое распространение аналогового кодирования информации в живой природе. Например, при получении визуальной информации человеку важны два фактора: яркость и цвет объекта наблюдения. Яркость определяется амплитудой световой волны, а цвет — ее длиной (частотой).

Табличное кодирование

Дискретность табличного кодирования

Табличное кодирование — это информационная технология, основанная на *периодическом* сравнении элементов сигнала с имеющимися модельными образцами. Поскольку сравнение не непрерывное, а периодическое, по его результатам формируется не непрерывная, а *дискретная* последовательность данных. Эту последовательность называют *выборкой данных*. Выборка данных состоит либо из самих модельных образцов, взятых из справочной таблицы, либо из числовых кодов, указывающих на положение данных образцов в справочной таблице.

Выборка данных

В первом случае кодирование называется *таблично-символьным*. Результатом таблично-символьного кодирования является символьная строка — последовательность символов. Модель технологии показана на рисунке 6.3.



Рис. 6.3. При таблично-символьном кодировании выборка данных представляет собой последовательность символов, взятых из справочной таблицы

Во втором случае кодирование называют таблично-цифровым. Результатом этого кодирования тоже является выборка данных, но состоящая не из символов. а из числовых указателей, обозначающих местоположение образцов в справочной таблице (в таблице кодирования). Модель технологии показана на рисунке 6.4.

Табличное кодирование — это способ кодирования, основанный на принципе формирования дискретной выборки данных по результатам периодического сопоставления регистрируемого сигнала с элементами-образцами предварительно заданного набора.

К таблично-символьным технологиям кодирования относится хорошо знакомая нам письменность. В ее основе лежит, как вы знаете, запись звуков речи (непрерывных аналоговых сигналов) с помощью дискретных символов — букв. Сюда же относится и запись музыки с помощью нот. Примером таблично-цифрового кодирования может служить, например, замена



Рис. 6.4. При таблично-цифровом кодировании выборка данных представляет собой последовательность чисел, указывающих на элементы таблицы кодирования

букв группами цифр, выражающими положение этих букв в алфавите или в какой-либо иной таблице кодирования.

Принцип дискретной выразительности

Как видите, в основе табличного кодирования лежит не принцип непрерывности, характерный для аналогового кодирования, а принцип дискретной выразительности. Два звука «*а*...» разной протяженности, громкости и тональности выражаются дискретно одной и той же буквой[2] — «А».

В табличном кодировании не соблюдается также и принцип подобия. Так, например, из того факта, что буква «Б» в азбуке имеет номер вдвое больший, чем номер буквы «А», никоим образом не следует, что при воспроизведении она должна звучать вдвое громче или вдвое дольше.

Роль и значение табличного кодирования

Табличное кодирование очень широко распространено в информационном обмене, обслуживающем общественные отношения. Достаточно сказать, что азбуки всех европейских языков — это таблицы образцов, устанавливающие соответствие между звуками и символами, используемыми для их записи. Вам, конечно, известно, что это соответствие, увы, не всегда бывает однозначным и нередко вызывает появление досадных ошибок в правописании. Поэтому при записи текстов следует руководствоваться не только азбукой, но и правилами орфографии, а также утвержденными словарями. Словари и правила тоже можно рассматривать как разновидности справочных таблиц.

Роль азбуки, словарей и правил правописания

Шифрование сообщений

Как таблично-символьное, так и таблично-цифровое кодирование всегда основаны на какой-то общественной договоренности, ведь таблица кодирования должна быть общеизвестной. Если это не так, значит, имеет место искусственное ограничение информационного обмена, известное как *шифрование*. В основе любого метода шифрования всегда лежит какой-то метод кодирования.

---

[2] Вы, конечно, знаете, что кроме европейских существуют и другие языки, в которых нет букв — там используется слоговое или иероглифическое письмо. В этих языках принцип кодирования остается тем же, изменяется лишь терминология. Кодируемые комбинации звуков называются ***фонемами***, а записываемые комбинации письменных знаков — ***лексемами***. Вместо термина «азбука» используется более широкое понятие — ***система письма***. Таким образом, система письма играет роль таблицы кодирования, устанавливающей соответствие между звуковыми фонемами и графическими лексемами.

Роль стандартов

Договоренности об используемой таблице кодирования часто опираются на общепринятые соглашения или на утвержденные стандарты. При изучении методов кодирования текстов мы встретимся с примерами международных, государственных и корпоративных стандартов.

Цифровое кодирование

Естественность аналогового кодирования

У аналогового кодирования есть одно замечательное достоинство: при его использовании соблюдается принцип подобия между записываемым сигналом и данными, полученными в результате записи. В одних случаях это позволяет сделать запись наглядной, а в других — существенно упрощает ее воспроизведение и восприятие. В итоге качественные аналоговые записи субъективно воспринимаются людьми как наиболее «естественные».

Лаконичность табличного кодирования

Важное достоинство табличного кодирования — лаконичность и однозначность, а важный недостаток — отсутствие подобия между записываемым сигналом и результатом записи. Из-за отсутствия подобия при воспроизведении записи не удается ограничиться сигнальным уровнем информационного обмена. Приходится задействовать второй и даже третий уровни (уровень распознавания образов и уровень интерпретации содержания). Поэтому воспроизведению записей, выполненных табличным кодированием, надо специально учиться. Продолжительность обучения — вся жизнь. Доколе человек остается в обществе, дотоле он находит новые, незнакомые ранее формальные знаки, символы, условные обозначения и другие средства дискретной выразительности.

Совместить принцип подобия, присущий аналоговому кодированию, с принципом дискретной выразительности, присущим табличному кодированию, позволяет так называемое цифровое кодирование.

Цифровое кодирование — это способ кодирования, основанный на принципе формирования выборки данных путем периодического измерения величины регистрируемого сигнала и записи числовых значений, пропорциональных результатам измерений.



Рис. 6.5. Применение схем кодирования информации в природе, обществе и технике (обобщенно)

Основное достоинство цифрового кодирования — эффективность. Она связана с широким использованием вычислительной техники для операций с выборками данных. Тот факт, что значения, хранящиеся в выборках, пропорциональны реальным физическим сигналам, позволяет использовать операции арифметики для работы с данными. А тот факт, что значения дискретны, позволяет применять к ним операции математической логики. Все это мы еще будем обсуждать. А пока благодаря развитию вычислительной техники цифровое кодирование с каждым днем находит все более широкое применение при записи и передаче звукозаписей, изображений и видео.

Эффективность цифрового кодирования

Аналого-цифровое преобразование

Цифровое кодирование, по сравнению с аналоговым, обеспечивает особую эффективность хранения информации. После преобразования аналоговой записи в цифровую обычно удается уменьшить объем хранимых данных примерно в десять раз. На одном компакт-диске цифровой звукозаписи, как правило, можно разместить десяток музыкальных альбомов, а на одном частотном канале обычного эфирного телевидения легко размещаются десять каналов телевидения цифрового.

Вместе с тем, есть объективные причины, по которым в настоящее время нельзя полностью отказаться от аналоговых схем записи и воспроизведения информации. Вот лишь некоторые из них:

- нельзя в одночасье заменить во всем мире обширный парк аналоговых технических устройств;

- в мире накоплены огромные архивы кино-, фото-, видео- и звуковых материалов, записанных в аналоговых форматах, — для их воспроизведения аналоговая техника остается необходимой;

Ограничения цифровых систем

- цифровые схемы кодирования вносят в запись дополнительные погрешности, связанные с самим принципом получения цифровой последовательности данных. При современном уровне развития техники (и технических стандартов) эти погрешности пока остаются достаточно заметными. Из-за них многие потребители пока не готовы отказаться от аналоговых устройств.

Необходимость работать одновременно с информацией, записанной разными технологиями, вызывает потребность в специальном классе приборов, выполняющих преобразование данных. Преобразование аналоговых данных в цифровые называется *аналого-цифровым преобразованием* (*АЦП*) — его применяют перед цифровой записью или передачей данных. Аналого-цифровой преобразователь имеется во всех моделях сотовых телефонов стандарта *GSM*, в цифровых фото- и видеокамерах, в сканирующих устройствах, а также в звуковых адаптерах персональных компьютеров.

АЦП

ЦАП

Обратное преобразование цифровых данных в аналоговый сигнал называется *цифро-аналоговым преобразованием* (*ЦАП*) —

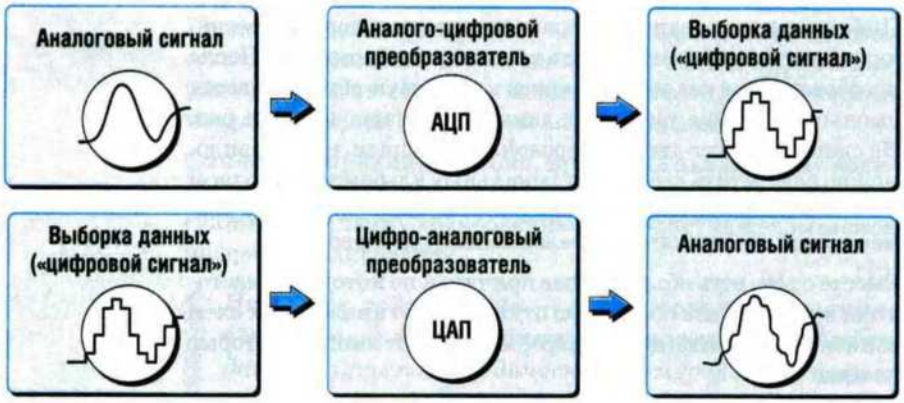


Рис. 6.6. Аналого-цифровое (АЦП) и цифро-аналоговое (ЦАП) преобразование

его обычно применяют перед воспроизведением данных. Характерный пример — видеоадаптер компьютера.

На рисунке 6.6 представлена принципиальная схема аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований. Обратите, пожалуйста, внимание на то, что если аналоговый сигнал был превращен в выборку данных, а затем по ней был вновь построен аналоговый сигнал, то итоговый сигнал неминуемо отличается от исходного. Искажения, вносимые во время аналого-цифрового преобразования, носят принципиальный характер. Избежать их невозможно, можно только стремиться к их уменьшению. В быту эти искажения часто называют «цифровым шумом».

«Цифровой шум»

§ 26. Основы цифрового кодирования

Продемонстрировав особенности различных технологий кодирования информации, мы переходим к технологиям таблично-цифрового и цифрового кодирования, как к наиболее эффективным для условий автоматизированного информационного обмена. Первые используются преимущественно там, где люди взаимодействуют с автоматизированными системами, а вторые — там, где программные и аппаратные средства вычислительной техники взаимодействуют друг с другом.

Системы счисления

Мы начнем обсуждение цифровых технологий кодирования информации с простейших вопросов записи чисел. Надо сказать, что они относятся к разделу математики, который называется *арифметикой*. Арифметика вводит в этой области следующую систему понятий.

Основные понятия арифметики

- Набор правил представления и наименования чисел называется *системой счисления*.
- Знаки, используемые для записи чисел, называют *цифрами*.
- Если значение, описываемое цифрой, зависит от ее позиции в форме записи числа, то система счисления называется *позиционной*.
- Положение цифры в форме записи числа в позиционной системе счисления называют *разрядом*.

Основание позиционной системы счисления

Основной параметр, характеризующий позиционную систему счисления, — ее *основание*. Это множитель, который определяет изменение значения, представляемого цифрой, при ее переносе в следующий по старшинству разряд. Следующий по старшинству разряд располагается слева от данного. Если основание системы счисления равно p, то систему счисления называют *p-ичной* (двоичной, троичной, десятичной и т. п.). Основание системы счисления совпадает с количеством разных цифр, используемых в ней для записи чисел.

Двоичный разряд и его особенности

Десятичная система счисления

В общественных отношениях мы обычно используем *позиционную десятичную систему счисления*. В этой системе единица старшего разряда (например, в числе 10) соответствует десяти единицам младшего разряда. Запись чисел производится при помощи десяти разных цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Двоичная система счисления

Для представления числовых данных в компьютерах и других электронных вычислительных устройствах используется *двоичная система счисления*. Основание этой системы равно двум. Соответственно, для записи чисел в этой системе необходимы только два символа: 0 и 1.

Основное свойство двоичного разряда

Если в разряде содержится минимальное число, для которого в системе счисления определен символ, значение этого разряда называется ***пустым***. Если в разряде содержится максимальное число, для которого в системе счисления определен символ, значение этого разряда называется ***полным***. Важная особенность двоичной системы счисления заключается в том, что...

Двоичные разряды всегда являются либо полными, либо пустыми.

Если при записи информации использовано таблично-цифровое или цифровое кодирование, а запись полученных чисел выполнена в двоичной системе счисления, можно сделать следующие выводы.

1. Поскольку разряд числа, записанного в двоичной системе, всегда либо полон, либо пуст и, в отличие от других систем

счисления, не имеет промежуточных состояний, можно утверждать, что *неопределенность значения двоичного разряда является минимально возможной* и равна $\frac{1}{2}$. В любых иных системах счисления неопределенность значения разряда выше, поскольку в них возможны промежуточные состояния разряда.

2. Поскольку неопределенность состояния разряда двоичного числа теоретически является минимально возможной, можно утверждать, что *количество информации, снимающее эту неопределенность, является минимальным регистрируемым количеством информации.*
3. Поскольку при записи информации образуются данные, мы можем утверждать, что *содержание двоичного разряда является минимальным количеством данных, которым может быть представлено минимальное регистрируемое количество информации при ее записи.*

Из сказанного вытекает, что двоичный разряд можно считать:

а) минимальной единицей измерения количества данных;

б) минимальной единицей представления информации при записи.

Бит

Полезные особенности двоичного разряда, позволяющие использовать его в качестве единицы представления информации и измерения количества данных, были заслуженно отмечены. Он получил индивидуальное название — *бит*[3]. Бит — это двоичный разряд.

В публикациях можно встретить утверждение о том, что «...бит является минимальной единицей информации о системе, вдвое уменьшающей неопределенность состояния этой системы». Надо иметь в виду, что это утверждение справедливо только для закрытых информационных систем, в которых количество возможных состояний конечно и известно заранее.

[3] Слово «бит» происходит от английского слова *bit*, которое, в свою очередь, является сокращением от словосочетания *binary digit — двоичная цифра.*

Минимальная единица представления информации

Полной закрытостью обладают только модели (§ 14). Эти искусственные информационные системы мы создаем специально для решения научных, технических, а иногда учебных задач. Однако бóльшую часть информации люди все-таки получают из открытых систем, количество возможных состояний которых бесконечно и оценке не подлежит. Поэтому более корректно говорить о том, что бит является не минимальной единицей самой информации, а минимальной единицей ее представления.

Информационное содержание бита

Информационное содержание бита — его целочисленное значение (0 или 1). Иногда в информатике также говорят, что информационным содержанием бита является его состояние (включен/выключен; полон/пуст; установлен/сброшен).

Байт

Единицы, производные от бита

Бит — очень мелкая единица, с которой не всегда удобно работать, поэтому для практических нужд вводят более крупные единицы. Например, *дибит* — это пара битов (композиция из двух соседних двоичных разрядов) — его информационным содержанием является одно из четырех различимых состояний. Аналогичны единицы *трибит* (имеет 8 различимых состояний) и *квадробит* (16 состояний).

Добавление каждого нового бита увеличивает количество различимых состояний системы в два раза. Наиболее устоявшейся единицей представления информации в вычислительной технике является *байт*. ***Байт — это композиция из восьми взаимосвязанных битов.***

Информационное содержание байта

В отличие от бита, байт может быть весьма разнообразен по информационному содержанию. Прежде всего, его информационным содержанием является одно из 256 различимых состояний ($2^8 = 256$). При кодировании положительных целых чисел информационным содержанием байта является число от 0 до 255. Но поскольку кодировать можно не только целые и не только положительные числа, информационное содержание байта может быть и иным. Например, байт может выражать отрицательное число, букву, цифру, цвет точки, громкость звука и многое другое.

Обратите особое внимание на то, что байт — это не группа из восьми последовательных битов, а именно композиция[4]. Разница между коллекциями и композициями нам известна. Байт имеет собственное информационное содержание, такое, какого не имеет ни один из входящих в него элементов.

Байт — это техническая единица представления информации, связанная с определенным уровнем развития техники. Сегодня байт считается восьмиразрядным, но так было не всегда. В прошлом существовали компьютеры, в которых данные представлялись семиразрядными и даже шестиразрядными байтами. В настоящее время представление о байте как о восьмибитной композиции считается общепринятым, и нет оснований предполагать, что оно может измениться в ближайшем будущем.

Производными единицами измерения количества данных являются:

- *килобайт* (*Кбайт*);
- *мегабайт* (*Мбайт*);
- *гигабайт* (*Гбайт*);
- *терабайт* (*Тбайт*).

В математике и физике принято считать, что приставка *кило-* перед названием единицы измерения обозначает более крупную единицу, отличающуюся от исходной в тысячу раз (приставка *мега* — в миллион раз). Однако в информатике используется иной подход. Здесь соответствие между основной и производной единицами устанавливается через масштабный множитель, являющийся степенью двойки ($2^{10} = 1024$).



[4] Иногда в информатике рассматривают последовательности, состоящие из восьми бит, не имеющие группового информационного содержания. Такие восьмибитные группы называют не байтами, а *октетами*. Понятие октета широко используется в системах передачи данных. Так, например, если компьютер получил последовательность из восьми бит, нельзя сказать, что он получил байт. Вполне возможно, что он получил «хвост» одного байта и «голову» другого.

1 килобайт (Кбайт) = 2^{10} байт = 1024 байт

1 мегабайт (Мбайт) = 2^{20} байт = 1 048 576 байт

1 гигабайт (Гбайт) = 2^{30} байт = 1 073 741 824 байт

1 терабайт (Тбайт) = 2^{40} байт = 1 099 511 627 776 байт

Килобайт

Килобайты часто используют в качестве единиц измерения текстовых данных. Условно считайте, что одна машинописная страница текста соответствует примерно двум килобайтам данных.

Мегабайт

Мегабайты используют для измерения объема оперативной памяти компьютеров, в которой размещаются программы и данные во время работы. Обычно он составляет сотни мегабайт.

Гигабайт

Гигабайты применяют для оценки емкости устройств хранения данных. Размеры современных магнитных жестких дисков, на которых хранятся программы и данные, измеряются сотнями гигабайт.

Терабайт

Терабайты — очень большие единицы. Например, объем текстового содержания всех книг, когда-либо написанных на русском языке, составляет всего лишь несколько терабайт. Однако, если рассматривать не текст, а графику и видео, то терабайт уже не выглядит столь внушительно[5]. Если взять кинофильм и записать числами цвет каждой точки для каждого кадра, то полученный объем данных составит несколько терабайт. Поэтому при цифровой записи кинофильмов используют специальные приемы кодирования данных со сжатием (см. §§ 38, 39). В результате уплотнения объем данных уменьшается в десятки, а иногда и в сотни раз, что важно как для их хранения, так и транспортировки.

Правила записи чисел в различных системах счисления

Десятичная система

В настоящее время в вычислительной технике используются десятичная, двоичная и шестнадцатеричная системы счисления. Десятичную систему используют традиционно, а дво-

[5] Общий объем информации, когда-либо зарегистрированной человечеством, включая кинофильмы, фотоснимки, звукозаписи и т. п., оценивается миллиардами терабайт.

ичную применяют, когда требуется описать логику работы простейших элементов вычислительной техники. Двоичной системой активно пользуются системные инженеры — люди, отвечающие за взаимодействие вычислительных устройств друг с другом.

Двоичная система

Характерный недостаток двоичной системы — низкая выразительность записей. Для человека двоичные последовательности выглядят длинными и непонятными. Кроме того, к недостаткам двоичной записи следует отнести ее низкую наглядность. В монотонной последовательности нулей и единиц люди легко путают разряды.

Эти недостатки успешно преодолевает шестнадцатеричная система. Поскольку ее основание является точной степенью двойки ($16 = 2^4$), перевод чисел из двоичной системы в шестнадцатеричную легко выполняется в уме, хотя для этого нужна минимальная тренировка.

Шестнадцатеричная система

Один разряд шестнадцатеричного числа позволяет выразить сразу четыре бита, то есть целый полубайт. Соответственно, на запись полного байта необходимы всего два шестнадцатеричных разряда. Таким образом, шестнадцатеричная система счисления обеспечивает компактность, выразительность и техническую наглядность записи. Пользуются шестнадцатеричной системой системные программисты — люди, отвечающие за взаимодействие программ с устройствами.

В прошлом в вычислительной технике использовалась также восьмеричная система. Как и в шестнадцатеричной системе, ее основание является целой степенью двойки ($8 = 2^3$), а один разряд позволяет выразить три двоичных бита. В те годы, когда на компьютерах еще встречались шестиразрядные байты, три двоичных бита составляли полубайт, и восьмеричная система была актуальной. Сегодня, когда байты повсеместно стали восьмиразрядными, восьмеричная система утратила свое значение и в практических задачах не применяется.

Восьмеричная система

Общее соглашение о записи чисел

Самый универсальный способ обозначения чисел, позволяющий записать число в любой системе счисления, состоит в использовании подстрочных индексов. Значение индекса

указывает на основание использованной системы счисления. Например:

$AAAA_{16} = 1010\ 1010\ 1010\ 1010_2$;
$12345_8 = 5349_{10}$;
$12345_{10} = 30071_8$.

В то же время, для наиболее распространенных систем счисления существуют и другие соглашения.

Специальные соглашения о записи чисел

Запись десятичных чисел

Если по контексту ясно, что запись сделана в десятичной системе, никаких специальных обозначений не требуется. При желании классы разрядов можно разделять пробелами.

123456; 543 210; 123,4567

Если по контексту не ясно, в какой системе сделана запись, можно использовать обозначение *DEC* или *d* (от слова *decimal — десятичный*).

DEC 123 456; 123,4567d

Ведущие нули в записи чисел не используются. В десятичной системе число всегда начинается со значащей цифры.

Запись двоичных чисел

Если по контексту ясно, что запись сделана в двоичной системе счисления, специальных обозначений не требуется. В длинных двоичных словах байты обычно разделяют пробелами. Для наглядности часто пробелами разделяют и полубайты.

1100 1010; 1111 1100 1000 0001; 0000 0001

Ведущие нули в записи байта проставляются всегда.

0000 0101; 0111 1111

Ведущие нули можно не ставить, если речь идет не о байте, а просто о битовой последовательности, например: 101. Читается такая последовательность: *один — ноль — один* (не *сто один*). Если по контексту не ясно, в какой системе счисления сделана запись, используют обозначение *BIN* или *b* (от слова *binary — двоичный*), например:

BIN 1100 1010; 101 BIN; 0000 0001b

Шестнадцатеричный разряд способен иметь до 16 различимых значений. Соответственно, для представления его зна-

чения необходимы 16 цифр. Первые десять цифр (от 0 до 9) заимствуются из десятичной системы, а остальные шесть обозначаются буквами латинского алфавита:

A — 10 B — 11 C — 12

D — 13 E — 14 F — 15

Независимо от контекста, шестнадцатеричные числа всегда должны иметь специальное обозначение, например: *HEX* или *h* (от слова *hexadecimal — шестнадцатеричный*), например:

```
HEX ABBA; 11h
```

В технической документации шестнадцатеричные числа иногда обозначают знаком #:

```
# 1234
```

Еще один способ обозначения шестнадцатеричных чисел — начинать их с префикса 0x:

```
0x12AA55FF
0x1345CDEF
```

В современной технической литературе восьмеричные числа встречаются крайне редко. Их обозначают комбинацией символов *OCT* (от слова *octal — восьмеричный*), например:

```
OCT 1234
```

Известен также прием записи восьмеричных чисел, начиная с нуля:

```
01234; 012,245.
```

Краткое содержание темы

- Информация сохраняется в форме данных. Происходит это в процессе, который называется *записью информации*.
- Существует три основных принципа кодирования информации: аналоговое, табличное и цифровое кодирование.
- В результате аналогового кодирования получается непрерывная последовательность данных определенной физической природы, подобная последовательности регистрируемых сигналов.

- В результате табличного кодирования получается дискретная выборка данных логической природы. Принцип подобия при этом не соблюдается.
- В результате цифрового кодирования получается дискретная выборка данных числовой природы. Принцип подобия соблюдается. Регистрируемое числовое значение пропорционально величине регистрируемого сигнала.
- Преобразование аналогового сигнала в цифровую запись называется аналого-цифровым преобразованием.
- Преобразование дискретной цифровой последовательности данных в непрерывный сигнал аналогового вида называется цифро-аналоговым преобразованием (ЦАП).
- Методы цифрового и таблично-цифрового кодирования позволяют записывать информационные объекты наборами числовых данных, представленных в избранной системе счисления.
- Систему счисления выбирает создатель записи. Основной критерий выбора — эффективность работы с записью.
- *Десятичная система* наиболее эффективна для организации информационного обмена в обществе.
- *Двоичная система* наиболее эффективна для организации информационного обмена между микроэлектронными устройствами.
- Для организации информационного взаимодействия между программными и аппаратными средствами вычислительной техники наиболее удобна *шестнадцатеричная система* счисления.
- Минимальное количество данных, которым можно представить минимальное количество информации при ее записи, содержится в одном двоичном разряде. Это количество данных называется *битом*. Информационным содержанием бита является одно из двух его возможных различимых состояний.
- Композиция из восьми битов называется *байтом*. Информационным содержанием байта является одно из двухсот пятидесяти шести различимых состояний.
- Более крупные единицы измерения количества данных образуются с помощью производного множителя $1024 = 2^{10}$.

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего люди записывают информацию?
2. Что включает в себя понятие «средство записи»?
3. В чем смысл процесса кодирования информации?
4. Назовите основные схемы кодирования информации.
5. Почему практическая реализация табличного кодирования возможна не ранее, чем образуется общество и возникнут общественные отношения?
6. Когда и в силу каких обстоятельств на Земле возникла ручная письменность? К какой схеме кодирования информации она относится?
7. Что такое бит?
8. При каких условиях двоичный разряд можно считать минимальной единицей представления информации?
9. Что такое байт?
10. Коля с Петей проводили маркетинговое исследование. Они регистрировали посетителей нового торгового центра. Когда в зал входил мужчина, Коля записывал единицу, а когда женщина — Петя ставил ноль. Можно ли считать битами знаки, записанные ребятами?
11. Когда мальчики зарегистрировали первых 8 посетителей, Петя заявил, что они собрали первый байт информации. Коля возразил, что это совсем не байт. Кто из ребят прав?
12. Можно затратить 8 бит данных на регистрацию восьми мужчин или женщин, но это — расточительство. Сколько мужчин и сколько женщин (порознь) смогли бы зарегистрировать вы с помощью 8 бит? Наводящий вопрос: каково информационное содержание полубайта?

7 Цифровое кодирование чисел и текстов

Мы знаем, что числа записываются с помощью цифр. Казалось бы, цифровое кодирование чисел должно быть простым и естественным. Увы, это не совсем так, ведь люди давно привыкли выражать числа в десятичной форме, а для вычислительной техники это неудобно. Принцип работы микроэлектронных устройств таков, что двоичная запись для них более эффективна. Поэтому числовую информацию перед записью тоже необходимо кодировать.

§ 27. Кодирование целых чисел

Целые числа используются в программировании для трех целей: для арифметических вычислений, для организации всевозможных счетчиков и для записи адресов данных в ячейках памяти. В первом случае важно хранить не только значение, но и знак числа — его тоже надо кодировать. В остальных случаях знак числа роли не играет, его можно не хранить и не кодировать.

Принцип кодирования целых чисел без знака

Целые числа без знака кодируются согласно правилам двоичной арифметики. Числа в диапазоне от 0 до 255 записываются одним байтом.

1. Число раскладывается в ряд по степеням двойки (этот ряд надо выучить наизусть):

   1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128.

2. Члены ряда представляются степенными выражениями.

   2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7.

3. Значения показателей степеней членов ряда указывают на номера включенных битов. Например, если в разложении числа присутствует член 2^5, значит, пятый бит в двоичном представлении числа включен, а если еще присутствует член 2^0, значит, дополнительно включен и нулевой бит.

Номера битов в байте отсчитываются справа налево, начиная с нуля, а сами биты обозначаются буквой A от A_0 до A_7 (здесь буква «A» соответствует слову «адрес»). Включенные биты обозначаются единицами, а выключенные — нулями.

Простейший алгоритм перевода целого десятичного числа в двоичную форму состоит в последовательном делении этого числа пополам со сносом остатка в двоичное представление, как показано на рисунке 7.1. При этом двоичное число формируется справа налево. Соответственно, остаток от первого деления формирует младший бит — A_0. Отсюда можно сделать вывод, что у четных чисел младший бит всегда равен нулю, а у нечетных — единице.



Рис. 7.1. Механизм кодирования целых чисел без знака

Кодирование длинных целых чисел без знака

Чем больше целое число, тем больше двоичных разрядов надо для его двоичного представления. Если число превышает 255, одного байта для его записи не достаточно. Такие числа в информатике называют «длинными» (*long*). В частности, для кодирования чисел от 0 до 65 535 необходима композиция из 16 бит (пара байтов). Такая композиция в информатике называется *двоичным словом*. Его информационным содержанием является одно из 65 536 (2^{16}) различимых состояний.

Двоичное слово

Соглашение о старшинстве байтов

Когда элемент данных записывается несколькими байтами, возникает потребность в специальном соглашении о том, каким должен быть старший байт: первым или последним (левым или правым)? Если старший байт — первый (левый), то порядок старшинства считается *прямым*. Он традиционно принят в арифметике. Если же старшим является последний байт (правый), то порядок старшинства считается *обратным*.

Четверть века назад в технических кругах кипели жаркие дискуссии о том, какой порядок лучше. Как и положено бесплодным дискуссиям, они не привели ни к какому соглашению, и сегодня в разных компьютерных системах реализован разный порядок старшинства байтов. Для компьютеров платформы *IBM PC* принят обратный подход: старший байт — последний. Он диктуется особенностями процессоров *Intel*.

Обратный порядок

В компьютерах некоторых других систем, например в компьютерах *Apple Macintosh*, принят прямой подход — там старшим является первый байт композиции. Это решение было связано с особенностями процессоров *Motorola*.

Прямой порядок

Двойное слово, учетверенное слово

Для записи более крупных целых положительных чисел используют *двойное слово* (32 бита) или *учетверенное слово* (64 бита). Так, например, учетверенным словом можно записать целое положительное число в диапазоне...

от 0 до 18 446 744 073 709 551 615.

На рисунке 7.2 приведен пример записи «длинного» целого числа 29 462. Сначала делением на 256 в нем был выделен старший байт (частное, 115) и младший байт (остаток, 22). Затем оба числа были порознь переведены в двоичную форму и записаны в обратном порядке (для компьютера *IBM PC*).

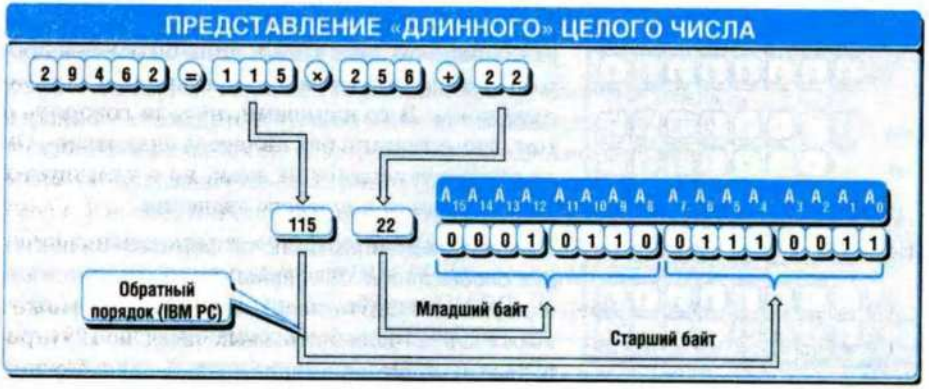


Рис. 7.2. Если величина кодируется несколькими байтами, начинает играть роль порядок их старшинства. Он может быть как прямым, так и обратным

Кодирование целых чисел со знаком

Проблема «двух нулей»

Теоретически, для знака числа можно было бы выделить один бит, например самый старший. Тогда оставшиеся биты позволили бы выразить числа с абсолютной величиной от 0 до 127. Однако при таком подходе возникают два различимых нуля: «плюс ноль» и «минус ноль», а это недопустимо.

Отсюда вывод: для записи целых чисел со знаком обычная двоичная арифметика не годится. Поэтому придумана специальная форма записи, которая называется *двоичной дополнительной*. Число в этой форме записывается в три приема. Мы рассмотрим их на примере отрицательного числа –99.

1. Сначала записываем целое число без учета знака — так, как будто оно положительное.

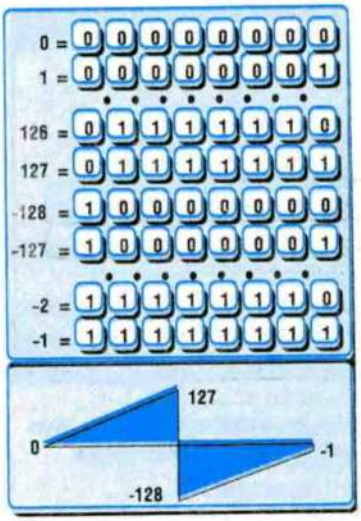


2. Если число отрицательное, то сначала оно инвертируется (каждый бит числа меняется на противоположный). Полученное число называется *инверсным*.



3. Затем инверсное число преобразуется в *дополнительное* (значение младшего бита увеличивается на единицу). Если при этом происходит переполнение разряда, то единица переносится в следующий разряд.





Здесь важно отметить, что *старший бит байта указывает на знак числа*. Если он равен нулю, то число положительное, а если единице — отрицательное. В то же время, нельзя говорить о том, что «старший бит является знаковым». Он не только указывает на знак, но и участвует в формировании числового значения.

У двоичной дополнительной формы записи есть две особенности. Во-первых, информационное содержание байта несимметрично: он может выражать 127 положительных чисел, но 128 отрицательных. Несимметричность — неизбежная расплата за уход от проблемы «двух нулей».

Вторая особенность заключается в том, что при постепенном наращивании значения байта переход от положительных чисел к отрицательным происходит скачком.

§ 28. Кодирование действительных чисел

Для действительных чисел, в отличие от целых, не существует единой схемы кодирования. В период 1945–1985 годов каждый производитель компьютерной техники реализовывал свою схему кодирования, позволяющую ему наилучшим образом подчеркнуть достоинства своего оборудования. Соответственно, числовые данные, записанные на одном компьютере, нельзя было без специальных преобразований использовать на компьютерах других моделей.

Разумеется, это было неудобно, но в те годы при каждом компьютере существовали подразделения программистов, создававших технологические программы для преобразования данных из одного формата в другой. Преобразование форматов было типичным занятием начинающих программистов.

Потребность в общепринятом стандарте

Необходимость в общем стандарте назревала десятилетиями, но технические противоречия между разработчиками компьютеров оставались непреодолимыми. Усадить конкурентов за стол переговоров удалось только к концу 70-х годов, когда стало очевидно, что будущее принадлежит персональным ком-

пьютерам, а к каждому персональному компьютеру группу программистов приставить невозможно.

Выработка первых соглашений заняла годы, но единого международного стандарта в этой области нет и поныне. Наиболее признанным является стандарт, предложенный Американским обществом инженеров-электриков (*IEEE*) и утвержденный в 1985 г. Институтом стандартизации США (*ANSI*). Этого стандарта придерживаются разработчики оборудования и программ для компьютерных платформ *IBM PC* (процессоры *Intel*, *AMD* и др.) и *Sun* (процессоры семейства *SPARC*). Впрочем, даже для этого ограниченного набора не удалось прийти к единому решению, поэтому стандарт предусматривает несколько разных форматов записи действительных чисел.

Несколько форматов в одном стандарте

Кроме компьютерной платформы выбор способа записи действительных чисел зависит также от того, на каком языке программирования создают программу для работы с этими числами. В большинстве языков программирования действительные числа выражаются четырьмя байтами. Многие языки позволяют записывать числа с двойной точностью, расходуя на каждое число восемь байтов. Стандарт также предусматривает специальную 80-разрядную форму записи действительных чисел, реализованную в конструкции процессоров компании *Intel*.

Простейшая форма представления действительных чисел

В простейшей форме числа записываются четырьмя байтами и представляются 32 двоичными разрядами (от A_0 до A_{31}), как показано на рисунке 7.3.

Самый старший бит выражает знак числа (0 — положительное; 1 — отрицательное). Внимательный читатель вспомнит, что обсуждая запись целых чисел со знаком, мы специально обращали внимание на то, что старший бит не является знаковым, но указывает на знак числа. В записи действительного числа он на самом деле является знаковым. Соответственно, для действительных чисел возможны два разных представления нуля: «+0,0...» и «–0,0...». В этом нет ничего страшного. Ячейки памяти, хранящие действительные числа, никогда

Представление знака числа

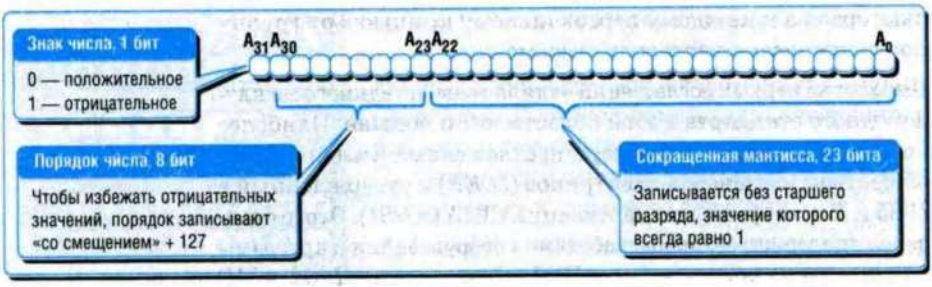


Рис. 7.3. Простейшая 32-разрядная форма представления действительных чисел

не используются для организации счетчиков (программисты за этим внимательно следят). В этих ячейках обычно хранят значения физических величин, которые в данном случае можно понимать как бесконечно малые положительные или отрицательные числа.

Скажем больше: двоичная форма записи действительных чисел позволяет выражать и такие экзотические значения, как «плюс бесконечность» и «минус бесконечность», а также иные «специальные» значения, но мы рассматривать их не будем. Запись двоичных действительных чисел выполняется в три этапа: *декомпозиция*, *нормализация*, *приведение* и, собственно, запись результата — *регистрация*.

Этап 1: декомпозиция действительного числа

На первом этапе действительное число, взятое без знака, разбивают на части. В нем порознь выделяются и преобразуются целая и дробная части. Так, например, число 27,425 разбивается на целое число 27 и десятичную дробь 0,425.

1. Преобразуем целую часть в двоичное представление так, как было показано ранее (§ 27):

$$27_{10} = 0001\ 1011_2$$

2. Дробную часть можно преобразовать разложением в ряд по степеням одной второй. Отрицательные значения показателей степеней членов ряда указывают на номера включенных битов в дробной части двоичного числа. Однако на практике применяют более наглядный алгоритм. Он состоит в последовательном удвоении исходной десятичной дроби со сносом значения целой

части полученных чисел в двоичное представление, как показано на рисунке 6.10.

Получив порознь двоичные значения для целой и дробной частей, можно записать двоичное число полностью:

$$27{,}425_{10} = 11011{,}011(0110)$$

Этап 2: Нормализация двоичной дроби

Далее полученное число нормализуется. Нормализация состоит в смещении дробной запятой влево или вправо таким образом, чтобы в целой части числа всегда стояла единица. Тот факт, что при этом изменяется значение числа, компенсируется его умножением на 2^N, где N — количество разрядов смещения. При смещении вправо (число увеличивается) значение N — отрицательно. При смещении влево (число уменьшается) значение N — положительно.

$$27{,}425_{10} = 1{,}1011011(0110) \times 2^4$$

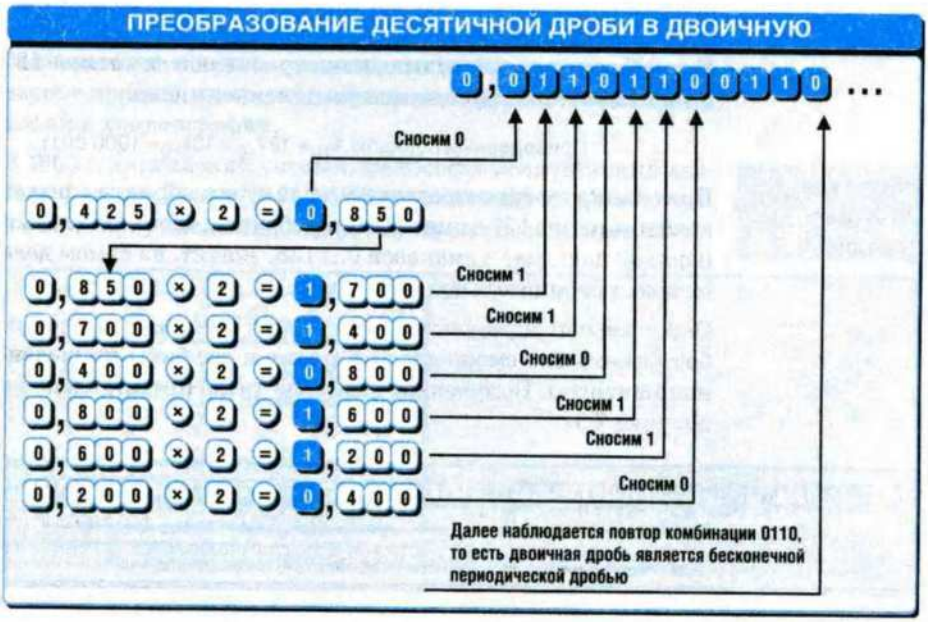


Рис. 7.4. Механизм преобразования десятичной дроби в двоичную

После нормализации числа раздельно рассматривают его мантиссу и характеристику (ее также называют *порядком* числа).

Мантисса: 1,1011011(0110)

Порядок: $4_{10} = 100_2$

Этап 3: Приведение мантиссы и порядка

У нормализованной мантиссы есть характерное свойство: ее целая часть всегда равна единице. Раз так, эту единицу можно не записывать: такой прием называется *приведением числа*.

Приведенная мантисса: 1011011(0110)

При воспроизведении числа об единице, утраченной в результате приведения, необходимо вспомнить.

У порядка тоже есть характерное свойство: он имеет знак. Мы уже знакомы с тем, как целые числа со знаком представляются в двоичной дополнительной арифметике, но в данном случае используется другой прием, называемый *смещением числа*. К полученному значению порядка прибавляется число + 127 и записывается искусственно увеличенное число.

Приведенный порядок: $4_{10} + 127_{10} = 131_{10} = 1000\ 0011_2$

Этап 4: Регистрация результата

При чтении (воспроизведении) числа от его порядка следует отнять лишние 127 единиц. Таким образом, если смещенный порядок попадает в диапазон 0... 126, значит, на самом деле он имеет отрицательное значение.

Окончательный результат записываем, компонуя знаковый бит, восемь бит смещенного порядка и все биты приведенной мантиссы. Полученное двоичное число представлено на рисунке 7.5.



Рис. 7.5. Преобразование произвольного числа в двоичную форму

§ 29. Ранние системы кодирования текстов

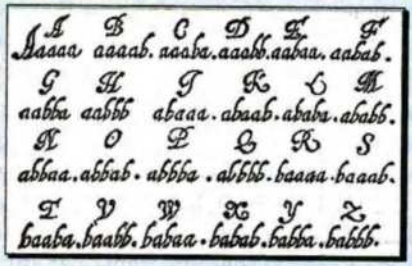
В первые двадцать лет своего развития компьютеры служили только для работы с числами. Не случайно в те годы их называли *электронными вычислительными машинами*.

Разумеется, даже самые ранние образцы компьютеров умели печатать данные на бумаге. Однако умение печатать буквы и умение работать с текстами — это далеко не одно и то же. Вплоть до 1963 г. вычислительная техника не имела своих стандартов кодирования текстов. Для ввода и вывода текстовых данных использовалось оборудование, заимствованное в телеграфной связи: телетайпы и электрические пишущие машинки. Вместе с оборудованием из телеграфии заимствовались и стандарты кодирования символов.

Двоичное кодирование текста. Система Бэкона

До появления телеграфии существовал лишь один стимул к кодированию текстов — преобразование записи в тайнопись. Сегодня этой цели служит не кодирование, а шифрование, но различать эти понятия стали сравнительно недавно. Так что первые приемы дискретного кодирования текстов имеют свои корни в криптографии.

В 1605 г. английский ученый, философ и политический деятель Фрэнсис Бэкон (1561–1626) опубликовал труд под названием «О приумножении наук», в котором впервые предложил



Во времена Бэкона английский алфавит насчитывал не 26 букв, как в наши дни, а только 24. Не различались буквы U и V, а также буквы I и J

Рис. 7.6. Система Бэкона — первая пятиразрядная система двоичного кодирования текстовой информации



Рис. 7.7. Самостоятельно постройте таблицу кодирования и определите закодированное слово

двузначную схему шифрования текста. В этой схеме каждая буква английского алфавита обозначалась пятисимвольной группой, составленной из двух знаков. Бэкон демонстрировал работу своей системы на знаках *a* и *b* (рис. 7.6). Разумеется, можно использовать и любые иные приемы дискретизации знаков — суть системы от этого не зависит.

Всего кодом Бэкона можно представить 32 (2^5) различимых письменных знака. Поскольку русский алфавит содержит 33 буквы, то, пожертвовав одной буквой (часто жертвуют буквой Ё), код Бэкона можно продемонстрировать и на русскоязычном тексте (рис. 7.7).

Схема Бэкона не выглядит эффективной, потому что количество знаков исходного сообщения увеличивается в пять раз. Однако цель Бэкона состояла не в том, чтобы сделать текст нечитаемым, а в том, чтобы скрыть сам факт наличия тайнописи.

Схема Бэкона не использует цифры, но ее вполне можно считать цифровой. Прежде всего, это дискретная система, а в дискретных системах совершенно все равно, какими знаками пользоваться. Заменив буквы *a* и *b* цифрами 0 и 1, мы получим таблично-цифровую систему пятиразрядного кодирования.

В соответствии с духом своего времени, Бэкон предполагал использовать изобретение для тайнописи. Однако он не упустил из виду возможности применения своей схемы для передачи сообщений с помощью колокольного звона, боевых труб, мушкетных выстрелов и вспышек света. Отметим также, что Бэкон обосновал использование пары различимых сигналов для передачи сообщений задолго до того, как Г. Лейбниц (1646–1716) впервые применил двоичную систему для представления числовых данных.

Двоичный код переменной длины. Система Морзе

В 1844 г., когда американский изобретатель Сэмюэл Морзе (1791–1872) готовил к запуску первую экспериментальную линию телеграфной связи между Вашингтоном и Балтимором, ему потребовалась удобная и эффективная система кодирования символов. Альфред Вейл, помогавший Морзе, предложил кодировать передаваемые символы с помощью двух электрических сигналов: длинного (тире) и короткого (точка).

В отличие от системы Бэкона, система Морзе несимметрична. В ней разные знаки алфавита кодируются разным количеством элементов (от одного до шести). Чем реже знак встречается в текстах, тем большее количество символов необходимо для его кодирования. Наиболее часто встречающиеся буквы E (•) и T (—) в системе Морзе кодируются одним элементом, а такие буквы, как Q (——•—) и L (•—••) — четырьмя[1].

Переменная длина кода Морзе позволила на 20–30% повысить скорость передачи сообщений

Система Бодо. Введение управляющих кодов

Третья четверть девятнадцатого века — это эпоха пара и телеграфа. Энергия пара позволила людям быстро перемещаться на большие расстояния. А телеграф позволил им при этом не разрывать социальные, экономические и культурные связи со своим сообществом. Механизация производственных процессов стала основным содержанием эпохи промышленной революции.

Потребовали механизации и телеграфные сети, охватившие к 1870 г. целые континенты. В то время с азбукой Морзе могли работать только подготовленные люди, способные воспринимать точки и тире «на глаз» или «на слух», а бурно развивающаяся экономика настойчиво требовала более простых телеграфных аппаратов.

Переменная длина кода, эффективная при передаче сообщений вручную, к середине 70-х годов XIX века стала препятствием

[1] Чтобы не заниматься частотным анализом букв в словах английского языка, Вейл просто посетил типографию местной газеты и пересчитал количество литер в наборной кассе. Чем чаще встречается буква, тем больше экземпляров ее литеры хранится в кассе.

Преимущества систем с кодами фиксированной длины

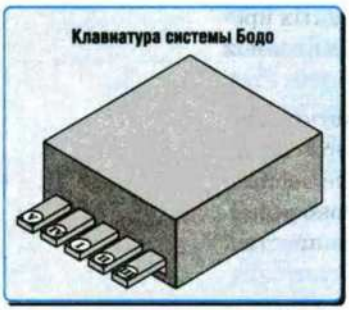
для механизации телеграфа. Чтобы приемный аппарат мог без участия оператора различить, где заканчивается один знак и начинается другой, надо либо ввести дополнительный разделительный элемент, либо кодировать все знаки одинаковым количеством элементов, как предлагал еще Фрэнсис Бэкон. Технический прогресс избрал второй путь.

В 1874 г. Эмиль Бодо во Франции разработал систему, которую назвали «печатающим телеграфом». Передающее устройство имело клавиатуру с пятью клавишами, похожими на фортепианные. Две левые клавиши (IV и V) приводились в действие левой рукой, а три правые (I, II и III) — правой.

Механизация приема сообщений

Приемное устройство распечатывало на бумажной ленте не точки и тире, как в аппаратах Морзе, а обычный текст. Внедрение системы Бодо имело огромный эффект. Отныне политики, банкиры и военачальники могли сами читать приходящие сообщения, не посвящая телеграфиста в конфиденциальное содержание.

Сочетаниями из пяти элементов можно выразить до 32 различных кодов ($2^5 = 32$). Бодо разместил их в таблице размером 4×8. Номер строки определяла одна из четырех возможных комбинаций клавиш для левой руки (0, IV, V, IV+V), а номер столбца — одна из восьми комбинаций клавиш для правой руки (0, I, II, I+II, III, I+III, II+III, I+II+III).


Клавиатура системы Бодо

В телеграфии необходимо передавать не только буквы, но также цифры и знаки препинания. Поэтому 32-символьной таблицы для Бодо было явно не достаточно. В принципе, он мог просто ввести шестую клавишу ($2^6 = 64$), но это усложнило бы обучение телеграфистов. Бодо решил действовать иначе — он ввел вторую таблицу из 32 кодов. В первой таблице он разместил буквы, а во второй — цифры и знаки препинания. Для переключения между основной и дополнительной

[2] Если бы Бодо ввел шестую клавишу, у него получилась бы первая в истории 6-разрядная таблица кодирования (64 знака), но он поступил иначе. Он оставил таблицу кодирования 5-разрядной (32 знака), но сделал ее двустраничной ($2 \times 32 = 64$). Для переключения между «страницами» ему и пришлось придумать управляющие коды.

таблицами Бодо ввел так называемые *управляющие коды*. Они не имеют символьного содержания, а сообщают приемнику о том, что следующие поступающие символы он должен декодировать по другой таблице.

Назначение управляющих кодов

В XX в. роль управляющих кодов значительно усилилась. В современных таблицах кодирования текстов выделены целые области, в которых размещаются коды, не имеющие текстового содержания, и ниже мы это увидим. Они предназначены исключительно для того, чтобы передатчик мог в какой-то степени управлять приемником.

Система Мюррея. Введение кодов форматирования

Механизация передачи сообщений

Аппаратура Бодо заметно упростила получение телеграфных сообщений. Для чтения текстов, принятых аппаратом Бодо, специалист не требовался, однако она мало помогла отправителю. Телеграфный ключ Морзе сменили клавиши, похожие на фортепианные, а потребность в квалифицированном операторе по-прежнему осталась. Для решения этой проблемы в 1901 г. новозеландский журналист Дональд Мюррей предложил использовать в передающем устройстве клавиатуру, заимствованную у пишущей машинки.

Вместе с клавиатурой у пишущей машинки были позаимствованы две операции: прокрутка листа бумаги на новую



Рис. 7.8. Коды форматирования позволяют передать не только содержание, но и оформление сообщения

строку и возврат каретки. Была также добавлена новая операция — удаление предыдущего символа как ошибочного. Для исполнения этих операций в таблицу кодирования были введены три новых управляющих кода, которых не было в системе Бодо. Эти коды сохранились до наших дней и выполняют функции форматирования текста:

Первые коды форматирования

- код *LF* (*Line Feeding*) — код подачи строки;
- код *CR* (*Carriage Return*) — код возврата каретки;
- код *DEL* (*Delete*) — код отмены символа.

Система Мюррея была создана ради упрощения ввода текстов, но она повлияла и на их вывод. Новые коды форматирования дали возможность печатать принятые сообщения не на длинной ленте, а на листах обычного формата. В 1908 г. эта возможность была реализована в аппаратах нового поколения, получивших название *телетайпов*.

Внедрение телетайпов

Система FIELDDATA. Введение кодов-разделителей.

Недостатки системы кодирования Мюррея стали заметны лишь тогда, когда появились первые компьютеры и пришла пора автоматизировать информационный обмен.

Первые компьютерные сети были созданы Министерством обороны США в 50-х годах XX в. Они соединяли посты наблюдения за воздушной обстановкой, службы управления воздушным движением, метеорологические службы. Обмен данными между компьютерами должен был проходить автоматически, но кодов телеграфной связи для этого оказалось мало. Так появилась группа военных стандартов под общим названием *FIELDDATA*, имевших следующие особенности:

- семиразрядное кодирование с возможностью представления до 128 различимых кодов ($2^7 = 128$);
- наличие кодов не только для прописных, но и для строчных букв английского алфавита;
- наличие специальных кодов-разделителей данных.

Введение в действие кодов-разделителей имело огромное значение для автоматизации информационного обмена. Ранее (см. § 22) мы уже говорили о разделителях записей полей в



Рис. 7.9. Коды-разделители позволяют передавать не только данные, но и структуру контейнера, в котором они хранятся

списочных и табличных структурах данных. Фактически, с введением специальных кодов-разделителей появилась возможность доступа к удаленным базам данных и автоматизации их информационного обмена. Одним из самых ярких проявлений новых возможностей информационного обмена стала электронная почта.

Вот несколько примеров простейших кодов-разделителей, реализованных в системе *FIELDDATA*. Их принцип действия наглядно продемонстрирован на рисунке 7.9.

- *SBK* (*Start of Block*) — начало блока данных. Сегодня этот код назвали бы «началом записи».
- *EBK* (*End of Block*) — конец блока данных («конец записи»).
- *EBE* (*End of Blockette*) — конец вложенного блока. Сегодня этот код, разделяющий между собой элементы одной записи, назвали бы «концом поля».
- *EOF* (*End of File*) — конец сообщения (конец передачи, конец файла данных).

Схема кодирования ASCII

Первая попытка стандартизировать коды символов для ЭВМ состоялась в 1963 г. в США, когда была создана первая версия стандарта *ASCII* (по-русски произносится как «*аски*»). Система кодирования получилась не совсем удачной, вызвала множество нареканий и вскоре была подго-

0		32	пробел	48	0	64	@	80	P	96	`	112	p		
		33	!	49	1	65	A	81	Q	97	a	113	q		
		34	"	50	2	66	B	82	R	98	b	114	r		
Коды управления устройствами		35	#	51	3	67	C	83	S	99	c	115	s		
		36	$	52	4	68	D	84	T	100	d	116	t		
		37	%	53	5	69	E	85	U	101	e	117	u		
		38	&	54	6	70	F	86	V	102	f	118	v		
Коды форматирования		39	'	55	7	71	G	87	W	103	g	119	w		
		40	(	56	8	72	H	88	X	104	h	120	x		
		41	)	57	9	73	I	89	Y	105	i	121	y		
Коды-разделители		42	*	58	:	74	J	90	Z	106	j	122	z		
		43	+	59	;	75	K	91	[	107	k	123	{		
		44	,	60	<	76	L	92	\	108	l	124	|		
		45	-	61	=	77	M	93	]	109	m	125	}		
		46	.	62	>	78	N	94	^	110	n	126	~		
31		47	/	63	?	79	O	95	_	111	o	127	неразрывный пробел		

Рис. 7.10. Таблица кодирования ASCII — это самый известный «компьютерный алфавит»

товлена вторая, более успешная версия, принятая в 1968 г. Она используется по сей день. Название стандарта расшифровывается как *American Standard Code for Information Interchange* — Стандартный код внутреннего информационного обмена США. Его ввел в действие Национальный институт стандартизации США (*ANSI, American National Standard Institute*).

Таблица *ASCII* предназначена для семиразрядного кодирования 128 различных символов ($2^7 = 128$). Этого достаточно, чтобы представить строчные и прописные буквы английского алфавита, знаки препинания, цифры, знаки математических действий, а также некоторые специальные знаки, например такие, как @, #, § и другие.

Первые 32 кода таблицы *ASCII* (от 0 до 31) не представляются печатными знаками. Эта область отведена для размещения специальных символов (см. рис. 7.10):

- управляющих кодов (служат для управления удаленными устройствами, например принтерами);
- кодов форматирования (служат для специального оформления сообщений);
- кодов-разделителей (служат для структурирования передаваемых наборов данных).

§ 30. Отечественные схемы 8-разрядного кодирования текстов

Активное внедрение национальных стандартов кодирования текстовых символов относится к 70-м годам XX века. Эти процессы затронули всю Европу. Не остался в стороне и Советский Союз: были утверждены первые национальные 8-разрядные схемы кодирования.

При 8-разрядном кодировании на запись символа отводится байт, имеющий 256 различимых состояний. Это позволяет кодировать двуязычные символьные наборы, например английский и русский. Англоязычную часть размещают в нижней части таблицы (коды от 0 до 127), а национальную часть — в верхней (коды от 128 до 255).

Схема кодирования ISO-8859

Кодировка ISO

Формально для России эта схема кодирования имеет наивысший приоритет, потому что утверждена Международным институтом стандартизации (*ISO — International Standard Organization*). В стандарте *ISO-8859* кодированию символов кириллицы (кириллицей называют письменную систему славянских языков) выделена так называемая «пятая кодовая страница», поэтому этот стандарт именуют также *ISO-8859-5*.

На практике документы, использующие эту схему, встречаются редко, особенно на компьютерах платформы *IBM PC*. Эту кодировку чаще можно встретить в документах, выполненных на компьютерах платформы *Sun*. Несмотря на малую распространенность, эта система кодирования имеет определенные перспективы. Она наиболее удобна для технических операций с текстовыми данными (поиск, преобразование и т. п.).

Схема кодирования CP 866

Кодировка ГОСТ-альтернативная

В 1974 г. Государственный комитет по стандартизации утвердил стандарт двоичного кодирования ГОСТ 19768-74, согласно которому внедрялись сразу две схемы кодирования. Одна из них получила название ГОСТ-альтернативной. Срок действия стандарта предусматривался до 1980 г.

Кодировка CP 866

Когда в начале 80-х годов XX в. началась поставка в СССР *IBM*-совместимых компьютеров, эта схема кодирования была принята для них в качестве основной. Впоследствии корпорация *IBM* опубликовала эту схему в своем корпоративном стандарте, и схема получила наименование *CP 866* (*Code page 866*).

Кодировка MS-DOS

В настоящее время данной кодировкой пользуются только устаревшие программы, работающие под управлением операционной системы *MS-DOS*, поэтому эту кодировку называют также *кодировкой MS-DOS*. Таким образом, сегодня мы имеем три разных наименования для одной и той же устаревшей схемы кодирования.

Схема кодирования Windows-1251

Кодировка Windows

Схема кодирования *Windows-1251* представляет наглядный пример корпоративного стандарта. Ввела ее в действие корпорация *Microsoft*, производитель операционных систем и программных продуктов, предназначенных для автоматизации работы с документами. Никакими государственными или международными стандартами данная схема кодирования не поддержана, но, тем не менее, является самой распространенной на компьютерах платформы *IBM PC*. Она считается основной для документов, созданных в таких программах, как *Microsoft Word*, *Excel*, *Access* и многих других. Большинство русскоязычных *Web*-страниц в Интернете имеют именно эту кодировку.

Схема кодирования КОИ-8Р

Кодировка КОИ-8Р

Схема кодирования КОИ-8 была одной из двух, утвержденных Госстандартом СССР в 1974 г., и в те годы называлась ДКОИ (двоичный код обмена информацией). Она стала основной для сетевых ЭВМ, работающих под управлением операционной системы *UNIX*. Важную область использования этой схемы представлял международный документооборот социалистических стран, объединенных Советом Экономической Взаимопомощи (СЭВ).

На персональных компьютерных платформах эту схему стали применять только после внедрения электронной почты Интернета.

Это связано с тем, что первое время работа электронной почты обслуживалась ЭВМ под управлением операционной системы *UNIX*. Сегодня данная схема кодирования называется КОИ-8 (код обмена информацией, восьмиразрядный). После распада СССР различают отдельные схемы кодирования для России и Украины: КОИ-8Р и КОИ-8У.

§ 31. Технология кодирования Unicode

Использование 8-разрядных таблиц кодирования заметно сдерживает возможности международного информационного обмена. Как мы видели на примере России, даже в одной стране могут одновременно действовать несколько стандартов, что затрудняет информационный обмен. Приходится создавать программы, способные работать с разными таблицами кодирования, а это нерациональные затраты средств.

Для разработки универсальной системы кодирования в конце 80-х годов XX века был создан международный консорциум *Unicode*, который классифицировал национальные письменные системы и изучил их особенности. По результатам этой работы был разработан международный стандарт кодирования. В его основе лежат три положения.

1. Каждый символ имеет уникальное имя. Например, справа показан символ с именем Cyrillic Capital Letter Iotified Little Yus (Прописная буква кириллицы юс малый йотированный). Символы могут совпадать по начертанию, но не по имени. Так, латинская, русская и греческая буквы «А» выглядят совершенно одинаково, но это разные символы с разными именами и кодами.



2. Каждый символ имеет уникальный номер, определяющий его позицию в таблице кодирования. Например, упомянутый выше прописной юс малый йотированный имеет десятичный порядковый номер 1168.
3. Каждый символ можно представить его позицией, выраженной 16-разрядным двоичным кодом. Например, прописной юс малый йотированный имеет следующий код: 0000 0100 0110 1000.

Теоретически, 16 битами можно закодировать 65 536 различных символов. Однако на самом деле напрямую кодируется

на 2048 символов меньше. Последние 2048 кодов разделены пополам и образуют дополнительную таблицу размером 1024 строки × 1024 столбца. В ячейках этой таблицы можно разместить еще более миллиона символов. Эти символы кодируются парами 16-разрядных значений, одно из которых выражает номер строки, а другое — номер столбца. Числовые коды этих символов называются *суррогатными парами*. Суррогатные пары представляют собой технологию 32-разрядного кодирования.

Суррогатные пары

Значение стандарта Unicode

Считается, что современные потребности информационного обмена человечества требуют более 200 тысяч различных символов. Несколько десятков тысяч символов уже каталогизировано и зарегистрировано в основной таблице *Unicode*. Они в значительной степени охватывают символы алфавитов европейских языков, арабских, индийских и других слоговых систем, а также знаки иероглифических систем Японии, Китая и Кореи. На очереди кодирование знаков «мертвых» письменных систем, что будет осуществлено с помощью механизма образования суррогатных пар.

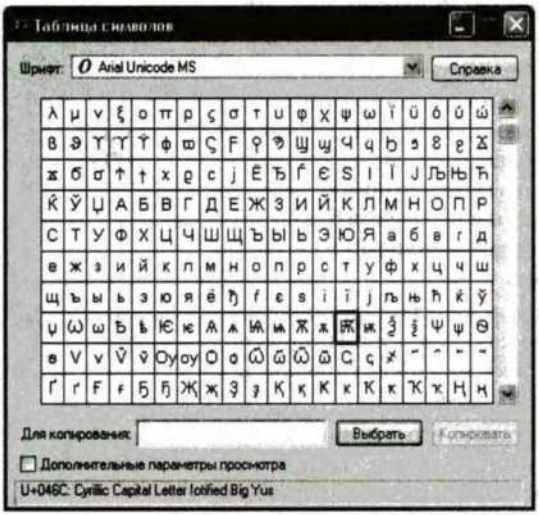


Рис. 7.11. Arial Unicode MS — самый полный символьный набор в мире

Познакомиться с тем, как закодированы первые десятки тысяч символов, можно на компьютере, работающем в операционной системе *Windows XP*. Это первая операционная система, полностью поддерживающая стандарт *Unicode*. Запустите стандартную программу Таблица символов и откройте в ней какой-либо символьный набор, имеющий формат *Open Type*. Рекомендуется использовать шрифт *Arial Unicode MS*. Сегодня это наиболее полный символьный набор из существующих в мире.

Механизмы трансформации Unicode

Наиболее распространенным заблуждением, касающимся схемы кодирования *Unicode*, является мнение о том, что «согласно этой схеме один символ кодируется двумя байтами». На самом деле стандарт ни слова не говорит о байтах, да и не может этого делать, потому что информационное содержание байта зависит от конкретных программ, которые записывают или воспроизводят данные. Стандарт обходит эту проблему, вообще избегая упоминаний о байтах.

В то же время, для практических целей надо как-то представлять данные байтами — этого ждут программы и устройства. Однако оказывается, что преобразовать 16 бит данных в байты можно далеко не единственным способом. Принципы этого преобразования называются *механизмами трансформации Unicode* (*Unicode Transformation Format*, *UTF*). Они реализуются конкретными программами.

Механизм UTF-8

Для устаревших программ

Механизм преобразования *UTF-8* служит для обеспечения совместимости с устаревшими программами, не рассчитанными на работу с символами в кодировке *Unicode*. Согласно этому механизму 16 бит кода представляются либо одним байтом (символы английского языка), либо двумя байтами (символы других европейских языков, в том числе русского), либо тремя байтами (символы восточных языков).

Механизм UTF-16

Для современных программ

Этот механизм рассчитан на современные программы, способные работать с символами в кодировке *Unicode*. Согласно этому механизму все символы, независимо от языковой группы, представляются парами байтов. Однако при этом возникает вопрос о том, какой байт считать старшим, а какой — младшим.

На компьютерах платформы *IBM PC* действует механизм преобразования *UTF-16 BE* (старший байт — последний), а на компьютерах *Macintosh* — механизм *UTF-16 LE* (младший байт — последний). Если кодировка указана просто как *UTF-16*, следует полагать, что это *UTF-16 BE*.

Механизм UTF-7

Для электронной почты

Механизм преобразования *UTF–7* рассчитан на задачи информационного обмена по электронной почте. Он учитывает технические особенности систем обработки электронной почты и делает их работу более эффективной. Согласно механизму *UTF–7* двоичный код символа представляется несколькими байтами, причем для символов, относящихся к разным языкам, количество байтов может быть весьма различным (до шести байтов на символ).

Выводы

1. Если готовится англоязычный документ, выгодно использовать преобразование *UTF–8*. Это позволяет в два раза уменьшить объем документа в байтах и, соответственно, сократить затраты на его хранение и транспортировку.
2. Для документов, исполненных на русском языке, все равно, использовать ли механизм *UTF–8* или *UTF–16*. Как в том, так и в другом случае каждый символ кодируется двумя байтами. Преобразование *UTF–8* применяют, когда работу с документами выполняют с помощью устаревших программ, созданных раньше, чем была введена схема кодирования *Unicode*.
3. Для языков народов Юго-Восточной Азии эффективнее использовать механизм *UTF–16*. Он позволяет сократить размер документа в полтора раза (два байта на символ вместо трех).
4. Если документ готовится для передачи по электронной почте, всем народам выгодно использовать преобразование *UTF–7*. Если документ не англоязычный, он увеличится в размере, зато не будет перекодирован в ходе передачи и в итоге будет передан быстрее и с меньшими затратами.

Дополнительные вопросы

1. *По какому принципу определен порядок следования символов в таблице ASCII?*

Разработчики схем кодирования прежде всего учитывают традиционные, исторически сложившиеся принципы сорти-

ровки записей. Допустим, в обществе принят следующий порядок сортировки записей.

Иванов Иван Иванович
Иванов, Петров, Сидоров
Ивановский Петр Сидорович

Это означает, что числовой код символа «пробел» должен быть меньше, чем числовой код символа «запятая», и оба они должны быть меньше, чем код любой буквы или цифры. Для примера посмотрите числовые значения этих кодов в таблице *ASCII*, представленной на рисунке 7.10.

Полные правила сортировки записей весьма сложны и разнообразны, причем у разных народов они разные. Именно с этим и связана организационная сложность создания международных стандартов кодирования текстов.

2. *Как кратко записать, что код буквы «А» равен 65?*

Для этого можно использовать функцию CODE (). Она преобразует символ в число. Символ должен быть указан в кавычках.

```
CODE ("A") = 65
CODE ("B") = 66
```

Важно отметить, что коды цифровых символов отнюдь не совпадают с числовым содержанием символа:

```
CODE ("0") = 48
CODE ("1") = 49
.....
CODE ("9") = 57
```

3. *В таблице ASCII большинство знаков препинания размещены перед цифрами. Почему же для двоеточия и точки с запятой сделано исключение? Чем они отличаются от других знаков препинания?*

Во времена создания стандарта *ASCII* в Великобритании действовали денежные единицы шиллинг и пенс (в одном шиллинге 12 пенсов). Специально для подсчета пенсов в финансовых программах была предусмотрена возможность

использования двоеточия вместо своеобразной цифры «десять», а точки с запятой — вместо цифры «одиннадцать».

```
.....
CODE ("9") = 57
CODE (": ") = 58
CODE ("; ") = 59
```

Вот почему эти знаки стоят отдельно от других знаков препинания. По правилам сортировки эти «псевдоцифры» должны следовать за обычными цифрами, а не предшествовать им.

4. *Как записать символ, имеющий заданный номер?*

Для этого можно использовать функцию CHR (). Она преобразует число в символ, то есть ее действие обратно действию функции CODE ().

```
CHR (65) = "A"
CHR (66) = "B"
```

Символы всегда записываются в кавычках, чтобы не перепутать, где символ, а где код. Это особенно важно для символов-цифр.

```
CHR (48) = "0"
CHR (49) = "1"
```

5. *В таблице ASCII номера позиций одноименных строчных и прописных букв отличаются ровно на 32. Это случайность или так проявляется тяга программистов к шестнадцатеричной системе счисления?*

Так проявляется стремление инженеров сделать работу вычислительной техники более эффективной. Простая формула:

```
CODE ("a") = CODE ("A") + 32
```

лежит в основе многих технических операций с текстом. Еще более интересные закономерности открываются при сравнении одноименных букв в двоичном представлении.

Коды прописных букв отличаются от кодов строчных букв содержанием одного-единственного бита. Этот факт используется в операциях преобразования, сравнения и поиска текста. Сравнение битов компьютеры выполняют намного быстрее, чем сравнение байтов.

Краткое содержание темы

- Кодирование чисел перед их записью выполняется преобразованием их в двоичную форму.
- Целые числа от 0 до 255 после двоичного кодирования представляются одним байтом.
- Длинными целыми считаются числа, большие 255. Эти числа записываются двумя байтами и более.
- Если целое число записано несколькими байтами, важно знать порядок старшинства байтов. На компьютерах платформы *IBM PC* принят обратный порядок старшинства: старший байт — последний.
- Для кодирования целых чисел со знаком используется двоичная дополнительная система счисления. В этой системе один байт представляет целые числа от –128 до +127.
- Существуют многочисленные форматы записи действительных чисел с разрядностью 32, 64 и 80 бит. Наиболее известный прием состоит в раздельном кодировании знака числа (1 бит), порядка числа (8, 11 или 15 бит) и нормализованной мантиссы (23, 52 или 64 бита соответственно).
- Текстовую информацию кодируют методами таблично-символьного кодирования.
- Количество различимых элементов в таблице кодирования определяется разрядностью кодирования. Введение каждого дополнительного разряда увеличивает количество различимых символов вдвое.
- Порядок следования символов в таблице кодирования определяется принципами упорядочения (сортировки) текстов, принятыми в обществе.
- Помимо обычных текстовых символов таблицы кодирования содержат специальные символы, предназначенные для служебных целей.
- Наиболее полной таблицей кодирования является таблица стандарта *Unicode*, в которой более 60 тысяч символов представляются уникальными 16-разрядными двоичными кодами.

Контрольные вопросы и задания

1. Восьмиразрядное двоичное число заканчивается единицей. Что можно сказать о его четности?
2. Некое восьмиразрядное двоичное число заканчивается нулем. Что можно сказать о его четности?
3. Десятичное число, не превышающее 255, нацело делится на 8. Что можно сказать о трех младших битах его двоичного представления?
4. В ячейке оперативной памяти записано целое число без знака: 1000 0001. Что это за число? Ответ дать в десятичной системе.
5. Сколько целых чисел без знака можно выразить одним байтом?
6. Сколько целых чисел без знака можно выразить двумя байтами? Какое максимальное целое число можно выразить таким способом?
7. В ячейке оперативной памяти записано целое число со знаком: 1000 0001. Что это за число? Ответ дать в десятичной системе.
8. Сколько положительных целых чисел со знаком можно выразить одним байтом?
9. Сколько отрицательных целых чисел со знаком можно выразить одним байтом?
10. Каково информационное содержание композиции из трех байтов (24 бита), если известно, что в них хранится целое число без знака?
11. Каково информационное содержание композиции из трех байтов (24 бита), если заранее не известно, какие данные они представляют?
12. Число одинарной точности записано в двоичной форме четырьмя байтами. Сколько двоичных разрядов представляют мантиссу? Скольким десятичным разрядам соответствует это представление?

13 Сколько различимых символов можно закодировать с помощью 5-разрядной таблицы кодирования?

14 Существуют технологии кодирования символов кодами переменной длины и кодами фиксированного размера. В каких случаях эффективнее первые и в каких — вторые?

15 Какую роль при кодировании текстов выполняют символы форматирования?

16 Какими свойствами обладает текстовый символ согласно стандарту *Unicode*?

17 Можно ли утверждать, что в системе кодирования *Unicode* каждый символ представляется двумя байтами?

18 Можно ли утверждать, что в системе кодирования *Unicode* каждый символ представляется 16 битами?

8 Цифровое кодирование изображений

Графические формы представления информации характерны тем, что воспринимаются не на уровне интерпретации содержания, как тексты и числовые выражения, а гораздо раньше — на уровне распознавания образов (см. § 9). Вот почему рассматривание картинок меньше утомляет, чем чтение сообщений. Вот почему создатель выразительных графических форм имеет преимущества в конкурентной борьбе за своего читателя–зрителя–покупателя.

Графические формы в информационном обществе

В современном обществе информационные потоки неуклонно растут, а информационные процессы усложняются. Соответственно, неуклонно возрастает значение графических форм, ведь с каждым годом приходится затрачивать все больше и больше усилий на доведение своей информации до потребителя, на выделение ее среди информационных потоков, поступающих от конкурентов. Это заметно в увеличении наружной рекламы, в расширении ассортимента рекламно-журнальной продукции, в увеличении спроса на услуги художников и дизайнеров, в появлении новых профессий, например *3D*-моделеров[1].

Недостатки графических форм

Вместе с тем, у графических форм представления информации есть характерные недостатки: высокая трудоемкость создания и высокая стоимость использования. Лишь небольшая часть людей обладает навыками, необходимыми для художественного творчества, и слишком мало людей получают необходимую для этого подготовку. Долгие годы человечество пыталось механизировать создание графических изображе-

[1] Так называют художников, аниматоров, архитекторов, конструкторов и дизайнеров, владеющих технологиями визуализации трехмерных графических образов с помощью средств вычислительной техники.

ний. Частично это удалось сделать благодаря изобретению фотографического процесса в XIX веке. Но потребовалось еще полтора века, чтобы стала возможной автоматизация графических работ с помощью вычислительной техники.

§ 32. Основы кодирования изображений

Тысячелетиями тексты служили основным средством информационного обмена в обществе. В текстовой форме передавались знания. Текстовыми документами сопровождались торговые сделки. Текстами записывались государственные законы и межгосударственные соглашения.

Кроме текстов людям давно знакомы и графические формы представления информации (рисунки, картины, схемы). В сочетании с текстом они обычно выполняют вспомогательную роль поясняющего или иллюстрирующего средства.

Математические модели изображений

Автоматизация работы с изображением основана на его представлении математической моделью. В настоящее время для этой цели используют несколько классов математических моделей, из которых наиболее известны следующие три:

- растровые модели;
- векторные модели;
- модели трехмерной графики (*3D*-модели).

Все модели служат одной цели: представить непрерывное аналоговое графическое изображение дискретной последовательностью чисел. Модели различаются между собой элементарными объектами, а также тем, как свойства элементарных объектов изображений кодируются числами.

Растровая модель компьютерной графики

В растровой модели изображение считается:

а) прямоугольным с фиксированными размерами по ширине и высоте;

б) состоящим из регулярной последовательности цветных точек (пикселов)[2].

[2] Слово «пиксел» происходит от английского словосочетания *picture cell* (ячейка изображения).

Растровая модель — базовая для воспроизведения изображений всех типов

Изображение, записанное в растровой модели, хранится как последовательность целых чисел, представляющих цвета отдельных точек в порядке развертывания прямоугольника слева направо и сверху вниз. Растровая модель — базовая для воспроизведения изображений. Храниться они могут в любой модели, но на экране или на принтере всегда воспроизводятся как растровые, потому что физически и экран, и принтер являются растровыми устройствами, формирующими изображение из точек.

Векторная модель

В векторной модели изображение представляется коллекцией независимых графических объектов, имеющих различимые свойства. Элементарным объектом векторного изображения является линия (кривая). Она имеет следующие свойства:

- форму (описывается коэффициентами алгебраического уравнения третьего порядка);
- местоположение (описывается числовыми координатами характерных точек);
- параметры контура (выражают толщину и цвет линии);
- замкнутость контура (логическое свойство, имеющее двоичное значение Да или Нет);
- параметры внутренней заливки контура, если он замкнут (цвет, узор, текстура).

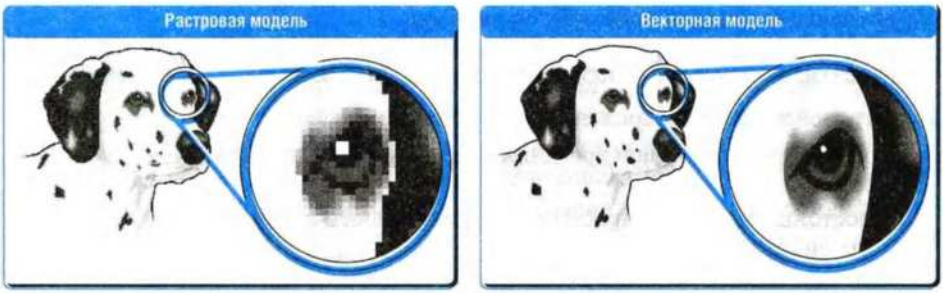


Рис. 8.1. Растровая и векторная модели представления изображений

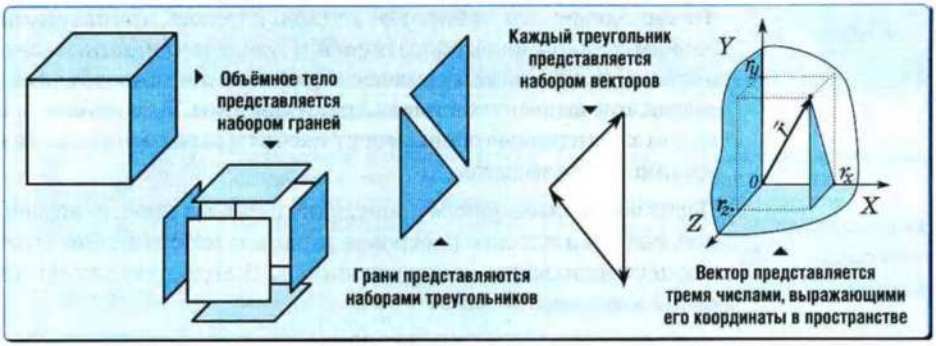


Рис. 8.2. Математическая модель трехмерной графики

Изображения, записанные в векторной модели, хранятся как таблицы свойств объектов. Благодаря такой форме хранения они очень экономно расходуют память компьютера, но для их воспроизведения и преобразования требуются весьма сложные процедуры.

Трехмерная графическая модель

Элементом трехмерного изображения является плоский треугольник (треугольник не может быть не плоским). Если нужно изобразить в пространстве более сложную фигуру, ее предварительно разбивают на треугольники[3]. Четырехугольник делят на два треугольника, пятиугольник — на три и так далее. Объемные тела сначала представляются коллекциями граней, после чего грани представляются коллекциями треугольников, где каждый треугольник — это коллекция трех векторов, образующих его стороны, а каждый вектор описывается тремя числовыми значениями, выражающими его координаты относительно точки, принятой за начало отсчета.

Адекватность трехмерной модели зависит от глубины декомпозиции. Чем больше треугольников содержит модель, тем лучше трехмерная сцена отражает реальность, но тем больше операций требуется для ее обработки. На практике коли-

[3] Разбиение произвольной фигуры на треугольники называется *декомпозицией*.

чество элементов избирают, руководствуясь принципами экономической целесообразности и коммерческой достаточности. В современном кинематографе применяют объекты, состоящие из десятков тысяч треугольников. В то же время в целом характерные сцены могут насчитывать до нескольких миллионов элементов.

Визуализация трехмерной графики

Перед воспроизведением происходит пересчет пространственной модели в плоское растровое экранное изображение. Этот процесс называется *визуализацией*. В ходе визуализации компьютер рассчитывает:

- порядок расположения элементов по оси, направленной к наблюдателю (элементы, скрытые от наблюдателя другими элементами, не должны воспроизводиться на экране);
- какой стороной (лицевой или обратной) элементарные треугольники обращены к наблюдателю (у разных сторон могут быть разные свойства поверхностей);
- как поверхности элементарных треугольников взаимодействуют с лучами света, исходящими от источников освещения. Свет может поглощаться, отражаться, рассеиваться и преломляться. Характер взаимодействия зависит от физико-оптических свойств поверхности.

Характеристика графических моделей

Достоинства растровой модели

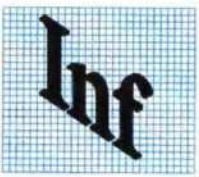
Растровую модель удобно использовать в тех случаях, когда точность воспроизведения цветовых оттенков важнее точности передачи формы. Каждая точка растра способна иметь собственный цвет, и потому композиция точек может передавать весьма сложные механизмы образования оттенков. Растровую модель используют в цифровой фотографии, а также в полиграфии. В этой модели работают компьютерные мониторы и мультимедийные проекторы.

Достоинства векторной модели

Вместе с тем, разбиение изображения на точки (пикселы) приводит к искажению геометрических форм, что заметно при увеличении изображения. Этот дефект называется *пикселизацией*. Поэтому в тех случаях, когда форма объекта важнее,

[4] В специальной литературе используется также термин *рендеринг*.

ОСОБЕННОСТИ ГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

МОДЕЛЬ	ОБЪЕМ ДАННЫХ	СЛОЖНОСТЬ АЛГОРИТМОВ
РАСТРОВАЯ 	**Относительно большой** Пропорционален физическому размеру изображения и связан с качеством его записи. Может грубо характеризовать пригодность изображения для разных методов воспроизведения	**Относительно малая** Там, где требуется высокая скорость операций, обычно используют растровую графику. Распространены открытые алгоритмы (разрешенные к использованию без лицензионных отчислений в адрес авторов)
ВЕКТОРНАЯ 	**Относительно малый** Не связан ни с размером изображения, ни с качеством его записи. Характеризует структурную сложность изображения (количество его элементов)	**Относительно высокая** Разные компании активно внедряют свои алгоритмы, но требуют лицензионных выплат за право их использования. Открытый алгоритм векторной графики — большая редкость
ТРЕХМЕРНАЯ 	**Средний** Пропорционален количеству элементов в сцене. Не связан с физическим размером изображения, но может характеризовать качество его записи	**Очень высокая** Процедуры, реализующие алгоритмы, поставляются наборами (библиотеками). Наиболее известны библиотеки **OpenGL** и **DirectX**. Библиотека OpenGL открыта, а библиотека DirectX принадлежит компании Microsoft и распространяется на условиях ограниченной лицензии

чем его цвет, используют векторные модели. Характерные примеры: чертежи, схемы, выкройки. Поскольку в векторной модели компьютер хранит не само изображение, а коэффициенты алгебраического уравнения, качество изображения не зависит от масштаба его увеличения.

Достоинства трехмерной модели

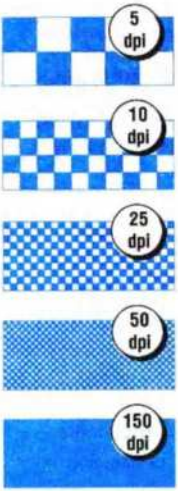
Трехмерные модели позволяют передать не только сведения о цвете и форме объектов, но и об их взаимодействии в пространстве сцены. Полностью достоинства трехмерных моделей раскрываются, когда изображение динамически меняется и зритель может управлять воспроизведением. Поэтому трехмерные изображения либо просматривают с помощью специальных программ, позволяющих управлять углом зрения, либо их динамическое изменение предварительно записывают в видеоряд. Первый подход применяют в виртуальном моделировании, а второй — в кинематографии.

§ 33. Кодирование растровых изображений

Изображение может храниться и обрабатываться в любой модели, но перед воспроизведением оно всегда преобразуется в растровое. Это связано с конструкцией и принципом действия большинства экранных и печатных устройств. Поэтому в автоматизированном информационном обмене растровые изображения играют особую роль.

Схема кодирования растровых изображений — табличная. Кодирование выполняется в два этапа: сначала прямоугольное изображение представляется прямоугольной матрицей цветных точек, потом цвет каждой точки записывается числом или группой чисел.

Оптическое разрешение изображения



Кодирование растрового изображения начинают с представления его в виде прямоугольной матрицы точек. Параметр, характеризующий частоту следования точек, называется *разрешающей способностью изображения* или *оптическим разрешением*. Оно измеряется количеством элементов изображения (в данном случае — пикселов), приходящимся на единицу длины изображения.

Системной единицей измерения длины является, как известно, метр (сантиметр, миллиметр). Однако в вычислительной технике традиционно используется внесистемная единица — дюйм, и оптическое разрешение измеряется количеством точек, приходящихся на один дюйм[5] длины изображения — *dpi*, (*dots per inch, англ*). Это грубое отступление от международных стандартов имеет столь прочные корни, что в большинстве случаев целесообразнее принять его к сведению, чем преодолевать. Так, например, максимальное оптическое разрешение технических устройств, выраженное в единицах *dpi*, является их стандартной технической характеристикой. Некоторые характерные значения для распространенных устройств приведены в таблице 8.1.

[5] Один дюйм равен 25,4 мм, но для большинства практических задач можно считать, что в одном дюйме примерно 25 мм.



Рис. 8.3. Если при изменении размера рисунка пропорционально изменяется его оптическое разрешение, то количество точек растра остается постоянным. При этом информационное содержание изображения не меняется

***Таблица 8.1.** Характеристика устройств для работы с изображениями*

Оптическое разрешение, dpi	Характеристика разрешения	Характеристика устройства
72...250	Экранное разрешение	Устройства экранного воспроизведения
300	Низкое разрешение	Принтеры и сканеры бюджетного класса, предназначенные для обслуживания внутреннего документооборота предприятий
600	Среднее разрешение	Принтеры и сканеры экономического класса
1200	Высокое разрешение	Принтеры и сканеры представительского класса, предназначенные для обслуживания внешнего документооборота предприятий
2400	Полиграфическое разрешение	Полиграфические устройства
4800	Сверхвысокое разрешение	Репродукционные устройства

Глубина цвета

Субъективная оценка изображения зависит не только от его количества точек, но и от количества различимых цветов. Монохромное изображение имеет два различимых цвета: цвет фона и цвет красителя. Если краситель — черный, а бумага — белая, то изображение — черно-белое.

При записи черно-белых изображений цвет точки регистрируется одним битом:

1 — черный цвет;

0 — белый цвет.

Чем больше двоичных разрядов выделено для записи каждого цвета, тем большее количество различимых цветов можно записать. В частности, одним байтом можно закодировать любой цветовой оттенок из 256-цветной палитры.

Глаз человека способен различить свыше 30 000 цветовых оттенков. Теоретически, это означает, что 16-разрядной палитры (65 536 различимых цветов) должно быть достаточно, чтобы



Рис. 8.4. Чем больше разрядность кодирования цвета, тем выше количество различимых цветов изображения

Таблица 8.2. Характеристика стандартных цветовых палитр

Разрядность	Область применения
1	Монохромные черно-белые изображения. Чертежи, схемы, тексты
8	Полутоновые одноцветные изображения. Черно-белые фотоснимки
24	Полноцветные изображения, подготовленные к воспроизведению на экране
32	Полноцветные изображения, подготовленные к воспроизведению печатным способом
36, 42, 48, 64	Палитры с разрядностью выше 24/32 являются технологическими и служат для временного хранения изображений в процессе их обработки. По окончании обработки лишние разряды можно отбросить. Вместе с ними отбрасывается существенная часть технологических погрешностей (шумов)

описать все богатство различимых красок. Однако на самом деле это не так. Дело в том, что в разных цветовых диапазонах различимость цветовых оттенков — разная. Самая высокая различимость — в зеленых тонах, а самая низкая — в синих. Чтобы гарантированно выразить все различимые оттенки во всех тоновых диапазонах, нужна более представительная палитра. Обычно применяют 24-разрядное кодирование, что позволяет представить более 16,5 миллионов цветов. Этого вполне достаточно для адекватного кодирования цвета во всех диапазонах. При этом на запись цвета каждой точки расходуется 3 байта данных.

Количество различимых цветов, содержащихся в палитре изображения, называется *глубиной цвета* или *цветовым разрешением* изображения. Удобной мерой цветового разрешения служит двоичная разрядность числовой записи цвета. Некоторые общепринятые значения приведены в таблице 8.2.

Кодирование цвета

Физика цвета

Цвет — это ощущение, которое испытывает человек при воздействии на его органы зрения электромагнитных волн определенной длины (от 375 нм[6] до 780 нм). Характер этого

[6] 1 нм (нанометр) = 10^{-9} м.

ощущения таков, что каждой длине электромагнитной волны соответствует условное представление об определенном цвете: (400 нм — фиолетовый; 500 нм — зеленый; 700 нм — красный и т. п.). Электромагнитные излучения с длиной волны короче 375 нм или длиннее 780 нм не воспринимаются органами зрения, то есть невидимы. В первом случае их называют *ультрафиолетовыми*, а во втором случае — *инфракрасными*.

Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение

Трехцветность зрения

Физиология цвета

Опытным путем была установлена неравномерность чувствительности здорового глаза к лучам света разной длины волны. В диапазоне видимого света были выявлены три максимума, соответствующие синему, зеленому и красному цветам. Это объясняется тем, что глаз имеет рецепторы (они называются «колбочками»), проявляющие повышенную чувствительность к электромагнитным излучениям с длинами волн 450 нм, 550 нм и 600 нм.

Психофизиология цвета

Кроме колбочек в образовании ощущения цвета важную роль играет центральная нервная система. Поэтому принято говорить не о физиологическом, а о психофизиологическом механизме формирования цвета. Этот механизм имеет важную особенность, которая заключается в трехцветности зрения. Благодаря свойству трехцветности любой цвет можно представить в виде суммы трех независимых цветов и записать тремя числами, выражающими интенсивности трех составляющих световых потоков, например красного, зеленого и синего. Трехцветность зрения является основой кодирования информации о цвете.

Цветовые триады: основная и дополнительная

Основные цвета: R, G и B

Красный, синий и зеленый цвета играют особую роль. Их называют *основными* и обозначают первыми буквами английских названий: R (*Red* — красный), G (*Green* — зеленый) и B (*Blue*— синий). Сумма трех лучей основных цветов, взятых в равной пропорции, дает луч нейтрального цвета.

$$R + G + B = N$$

Из этого соотношения нетрудно вывести обратные зависимости.

$$N - R = G + B$$
$$N - G = R + B$$
$$N - B = R + G$$

Эти зависимости надо понимать так, что если из потока нейтрального света вычесть любой основной цвет, то в результате останется поток, окрашенный в цвет, равный сумме двух других основных цветов. Этот «остаточный» цвет тоже имеет важное значение и называется *дополнительным*. Он получил такое название, потому что дополняет основной цвет до белого (нейтрального). Дополнительными для красного, зеленого и синего цветов являются, соответственно: голубой (*C*, *Cyan*), пурпурный (*M*, *Magenta*) и желтый (*Y*, *Yellow*) цвета.

Дополнительные цвета: C, M и Y

$$R + C = N$$
$$G + M = N$$
$$B + Y = N$$

Сумма трех лучей дополнительных цветов точно так же дает луч нейтрального (белого, серого) цвета, как и сумма трех лучей основных цветов. Соответственно, триаду дополнительных цветов тоже можно использовать для описания произвольного цвета аналогично триаде основных цветов.

$$C + M + Y = N$$

Модель цветового колеса

Цветовое колесо — удобная модель, позволяющая наглядно представить хотя и не сложные, но весьма многочисленные соотношения между основными и дополнительными цветами. В колесе шесть секторов. Начиная с красного (*R*), записываем в них основные и дополнительные цвета в порядке следования цветов радуги: желтый (*Y*), зеленый (*G*), голубой (*C*), синий (*B*) и пурпурный (*M*).



У цветового колеса есть два легко запоминающихся свойства.

1. Каждый цвет модели можно получить сложением его соседних цветов.
2. Каждый цвет модели можно получить вычитанием противолежащего цвета из белого.

Так, например, красный цвет можно получить сложением пурпурного и желтого цветов или вычитанием голубого цвета из белого.

$$R = M + Y \qquad \text{или} \qquad R = N - C$$

Аналогично обстоит дело с дополнительными цветами. Например, пурпурный цвет можно получить сложением красного и синего цветов или вычитанием зеленого цвета из белого.

$$M = R + B \qquad \text{или} \qquad M = N - G$$

Механизмы образования цвета



С помощью модели цветового колеса мы продемонстрировали два механизма получения любого цвета. Механизм, основанный на сложении лучей, называется *аддитивным*, а механизм, основанный на вычитании цвета из белого, — *субтрактивным*. Оба механизма равноправны. В повседневной жизни мы пользуемся как тем, так и другим.

Аддитивный механизм имеет место, когда изображение формируется сложением световых лучей. В частности, именно так работают телевизоры, мониторы и проекторы. При детальном рассмотрении на поверхности экрана монитора можно увидеть точки, покрытые люминофором трех цветов: красного, зеленого и синего. Микропятна люминофора испускают цветные лучи, а наша система зрения суммирует их интенсивности и восстанавливает закодированный цвет.



Характерная особенность аддитивного механизма заключается в том, что при взаимодействии лучей их суммарная яркость усиливается. Потому сложение трех достаточно интенсивных составляющих способно дать яркий белый цвет.

Субтрактивный механизм имеет место, когда изображение формируется вычитанием цвета из нейтрального светового потока. Именно так образуется графический образ при просмотре иллюстраций, напечатанных на бумаге. Нейтральный световой поток (условно белый) падает на страницу книги, после чего отражается от нее как окрашенный, потому что часть потока захватывается веществом красителя.

Характерная особенность субтрактивного механизма заключается в том, что при взаимодействии нескольких цветных

красителей итоговая яркость отраженного луча уменьшается. Соответственно, наложение на бумагу трех насыщенных красок способно дать в итоге черный цвет.

Теоретические модели RGB и CMY

Трехцветность зрения позволяет выразить любой цвет тремя числовыми значениями, которые можно рассматривать как координаты в воображаемом цветовом пространстве. Заметим, что при этом совершенно все равно, использовать ли пространство основных цветов *RGB* или дополнительных цветов *CMY*, поскольку обе триады линейно связаны друг с другом через соотношения цветового колеса.

Соглашение об использовании цветовых пространств

Абсолютно все равно, какую триаду считать основной, а какую — дополнительной, потому что они взаимодополнительны. Но какая-то определенность все-таки необходима. Поэтому на практике руководствуются следующими соглашениями:

- если изображение получено аддитивным механизмом (например, цифровой фотокамерой) или предназначено для воспроизведения аддитивным механизмом (например, монитором), его кодируют и записывают в пространстве основных цветов: *R*, *G* и *B*;
- если изображение предназначено для воспроизведения субтрактивным механизмом (предполагается его печать и просмотр в отраженном свете), его кодируют в пространстве дополнительных цветов: *C*, *M* и *Y*;
- если заранее не известно, для какой цели изображение предназначено, его кодируют в пространстве основных цветов: *R*, *G* и *B*. Оно значительно шире пространства дополнительных цветов *CMY*, и это преимущество надо использовать.

Практические модели sRGB и CMYK

Модель *RGB* неплохо работает на практике. Телевизоры, мониторы, цифровые фото- и видеокамеры, мультимедийные проекторы и множество других устройств выпускают в расчете на работу с данными именно в этой модели. Есть только одна проблема — совместимость устройств. Так, если фотокамера записала некий цвет как зеленый, необходимо, чтобы и устройство воспроизведения тоже сочло его зеленым.

Совместимость устройств воспроизведения цвета

Для обеспечения совместимости между разными устройствами из общего пространства цветов *RGB* выбрали некоторое подпространство и назвали его «стандартным» — *sRGB* (*standard RGB*). Если изображение получено устройством, соответствующим стандарту *sRGB*, его можно смело переносить на иные устройства, поддерживающие этот стандарт, — цвета всех точек в достаточной мере сохранятся.

Сложнее обстоит дело с моделью *CMY*, потому что она реализуется не устройствами, а материалами: красками, чернилами и бумагой. Не существует ни идеальных красителей, ни идеальной бумаги. Кроме того, заранее не известно, при каком освещении зритель будет рассматривать изображение: при солнечном свете, свете ламп накаливания или люминесцентных светильников. Цветопередача печатных изображений чрезвычайно сильно зависит от условий освещения.

Модель CMYK

Особенно трудно получить чистый черный цвет, поэтому модель *CMY* на практике не применяют. В нее вводят дополнительную краску — черную (*K*, *blacK*) — и применяют четырехкомпонентную модель *CMYK* (читается согласно правилам транслитерации для французского языка: *ЦМИК*). Свое применение эта модель нашла в полиграфии.

Разрядность кодирования цвета

24-разрядное кодирование

Готовые изображения, предназначенные для демонстрации на экране, кодируют в модели *RGB* по 24-разрядной схеме. В этом случае на каждый канал цвета (из трех) приходится 8 бит, то есть один байт, например:

255, 255, 0 — желтый;

192, 64, 0 — коричневый.

32-разрядное кодирование

Готовые изображения, предназначенные для печати на бумаге, кодируют в модели *CMYK* по 32-разрядной схеме (8 бит на канал цвета). В каждом из четырех цветовых каналов данные записываются одним байтом со значением от 0 до 100, например:

0, 0, 100, 0 — желтый;

33, 66, 100, 5 — коричневый;

10, 20, 30, 100 — черный.

Для технологического (промежуточного) хранения незавершенных работ могут использоваться схемы кодирования с повышенной разрядностью: 12, 14 и даже 16 бит на канал. Повышенная разрядность полезна для борьбы с помехами и шумами.

Оценка объема выборки данных

Объем выборки данных (Q), которая образуется при кодировании изображения, определяется четырьмя факторами:

- физическим размером изображения $S \times L$ (измеряется в дюймах);
- оптическим разрешением изображения d (измеряется в точках на дюйм, *dpi*);
- количество записываемых цветовых каналов — K (зависит от использованной модели);
- принятой глубиной цвета c (определяет количество бит данных на каждый канал).

Итоговая формула имеет следующий вид.

$$Q = \frac{1}{8} SLd^2Kc \quad \text{(байт)} \qquad (33.1)$$

***Таблица 8.3.** Оценка объема выборки данных, необходимой для представления фотоснимка размером 10 × 15 см*

Назначение изображения	Размер в дюймах	Оптическое разрешение	Цветовая модель	Глубина цвета	Объем данных, Мбайт
Воспроизведение на экране	4 x 6	72 dpi	RGB	8 бит/канал	0,37
Печать на фотопринтере	4 x 6	150 dpi	RGB	8 бит/канал	1,6
Печать на принтере	4 x 6	300 dpi	CMYK	8 бит/канал	8,6
Печать на полиграфическом оборудовании	4 x 6	300 dpi	CMYK	16 бит/канал	17,2

Краткое содержание темы

- В информационном обществе особую роль играют графические формы представления информации. Они позволяют эффективно повысить выразительность средств информационного обмена.
- Автоматизация процессов создания и редактирования графической информации реализуется с помощью средств вычислительной техники и основана на представлении изображения в виде математической модели.
- В настоящее время основными являются следующие классы математических моделей: растровые, векторные, трехмерные. Эти модели различаются объектным составом. По мере развития вычислительной техники возможно появление новых классов.
- В растровой модели элементарным объектом изображения является точка. Основное свойство точки — цвет. При цифровом кодировании он выражается числом (группой чисел).
- В векторной модели элементарным объектом изображения является линия. Она обладает местоположением, формой, толщиной, стилем, цветом и другими свойствами. При кодировании они представляются числами.
- Элементарным объектом трехмерного изображения является плоский треугольник. Он обладает координатами радиусов-векторов трех своих вершин и оптическими свойствами двух поверхностей.
- *Растровая модель* кодирования изображений имеет в информатике особое значение, потому что вне зависимости от модели, принятой при создании и хранении изображения, в большинстве случаев воспроизводится оно как растровое. Это связано с конструкцией большинства воспроизводящих устройств.
- В растровой модели изображение представляется прямоугольной матрицей точек, следующих с определенной частотой. Эта частота называется *оптическим разрешением* изображения. Цвет каждой точки кодируется числом, двоичная разрядность которого определяет размер цветовой палитры и называется *глубиной цвета*.

- Кодирование цвета точки основано на свойстве трехцветности человеческого зрения. Теоретически, оно позволяет представить любой произвольный цвет комбинацией трех базовых цветов. На практике произвольный цвет иногда представляют комбинацией четырех и более цветов. Делается это для уменьшения величины технологических погрешностей.
- Существует два механизма образования произвольного цвета: *аддитивный* и *субтрактивный*. При аддитивном механизме цвет образуется сложением цветовых лучей. При субтрактивном механизме он образуется вычитанием цвета из нейтрального (белого) потока света.
- Для аддитивного механизма в качестве базовых приняты цвета: красный, зеленый и синий (*RGB*). Эти цвета называют *основными*.
- Для субтрактивного механизма в качестве базовых приняты цвета: голубой, пурпурный и желтый (*CMY*). Эти цвета называют *дополнительными*.
- Между основными и дополнительными цветами существуют взаимозависимости. Они выражаются с помощью *модели цветового колеса*.
- Цветовое пространство основных цветов *RGB* используют при кодировании изображений, предназначенных для воспроизведения на экране телевизора, монитора, проектора.
- Цветовое пространство дополнительных цветов используют для кодирования печатных изображений, которые воспроизводятся в отраженном свете. С целью компенсации технологических погрешностей в цветовое пространство вводят черную составляющую — *CMY(K)*.

Контрольные вопросы и задания

1. Почему люди лучше усваивают графические формы представления информации, чем текстовые?
2. Объясните, почему в информационном обществе повышается значение графических форм представления информации. На примере образования приведите примеры использования графических форм в общественных отношениях.

3 В чем состоит основная проблема расширенного использования графических форм представления информации? Каков основной путь ее преодоления?

4 На чем основана автоматизация графических работ?

5 Можно ли считать автоматическим созданием изображения печать нескольких фотоснимков с одного негатива; многотиражную печать художественного плаката с печатной формы?

6 Назовите три основных класса математических моделей, используемых для кодирования изображений.

7 Чем различаются классы математических моделей изображений?

8 Назовите элементарный объект растровой модели. Какими свойствами он обладает?

9 Назовите элементарный объект векторного изображения. Какими свойствами он обладает?

10 Назовите элементарный объект трехмерного изображения. Какими свойствами он обладает?

11 В какой модели объект имеет свойство цвета: в растровой, в векторной, в трехмерной?

12 В какой модели проще реализуются алгоритмы воспроизведения изображения: в растровой или в векторной?

13 Буквы, которые мы наблюдаем на экране компьютера, хранятся в шрифтовых наборах. Существует два класса шрифтовых наборов: растровые и векторные. В первом случае образ буквы представляется набором точек, а во втором — набором кривых.

а) Какой шрифт дает более точный образ буквы: растровый или векторный?

б) Для какого шрифта (растрового или векторного) проще организовать вывод букв на экран?

в) Каким шрифтом (растровым или векторным) целесообразно воспользоваться для записи экранных сообщений в первый момент после включения компьютера, когда в него загружено минимальное количество программ? Обоснуйте свою рекомендацию.

г) Каким шрифтом (растровым или векторным) целесообразно воспользоваться для записи экранного сообщения о возникновении катастрофической ошибки, вследствие которой компьютер не может продолжать работу? Обоснуйте свою рекомендацию.

14 На каком свойстве зрения человека основано кодирование информации о цвете объектов?

15 Какие цвета называют основными?

16 Какие цвета называют дополнительными?

17 Опираясь на модель цветового колеса, приведите два способа получения желтого (*Y*) цвета. Какой из них является аддитивным, а какой — субтрактивным?

18 Приведите примеры устройств, формирующих цвет согласно аддитивному механизму. Где используется субтрактивный механизм образования цвета?

19 Матрица цифровой фотокамеры оснащена фильтрами для регистрации лучей красного, зеленого, синего и изумрудного (*E*, *Emerald*) цветов. Для чего введена регистрация четвертого цвета? Как это увеличивает объем данных, полученных при записи изображения?

20 Машинописная страница стандартного размера[7] содержит только текст. Какой объем данных получится в результате ее сканирования? Принять низкое оптическое разрешение при сканировании — 150 *dpi*. Считать текст одноцветным. Глубину кодирования цвета принять минимальной — один двоичный разряд на канал.

21 Черно-белая печатная страница стандартного размера содержит текст и полутоновые иллюстрации. Какой объем данных получится в результате ее сканирования? Принять среднее оптическое разрешение сканирования — 600 *dpi*. Цветовое разрешение принять равным 8 бит на канал.

[7] Размер стандартного листа бумаги формата А4 равен 210 x 297 мм. При переводе в дюймы условно считают: 8″ x 11,5″.

9 Кодирование мультимедийной информации

Характерная черта мультимедийной информации состоит в том, что в ходе ее кодирования и записи образуются огромные массивы данных. Так, в частности, если не предпринять специальных мер, то звукозапись высшего качества способна за минуту образовать столько же данных, сколько их содержится в ста тысячах машинописных страниц. Еще больше данных образуется при видеозаписи. Одна минута записи высококачественного видео образует такой же объем данных, как пять миллионов страниц машинописного текста.

Вот почему человечеству потребовалось полвека развития средств вычислительной техники, чтобы лишь приблизиться к возможности цифровой записи и воспроизведения звука и видео в реальном времени. Для этого пришлось создать высокопроизводительные устройства, разработать новые принципы и стандарты для кодирования мультимедийной информации с одновременным сжатием данных. Средства, позволяющие работать со звукозаписями и видеозаписями, вошли в повседневную практику сравнительно недавно. Это произошло во второй половине 90-х годов XX века.

§ 34. Кодирование звукозаписей

Природа звука

Звук — это ощущение. Оно вызвано локальными изменениями давления воздуха, распространяющимися в виде упругих волн[1]. Органы слуха регистрируют перепады давления и передают

[1] Звук может распространяться не только в воздухе, но и в других упругих средах. Однако мы говорим именно о воздухе, потому что физиология органов слуха человека рассчитана на действие в воздушной среде.

Восприятие звука человеком

сигналы в головной мозг. В мозгу происходит реконструкция источника звука: он идентифицируется и определяется его положение в пространстве.

Область звуковых частот

Органы слуха человека способны регистрировать не все звуковые волны. Ограничения имеются как по частоте, так и по амплитуде. Условно считается, что люди различают звуковые сигналы с частотами от 20 Гц до 20 кГц, хотя реальный диапазон немного уже. Звуковые колебания низкой частоты, неразличимые для слуховой системы, называют *инфразвуком*, а неразличимые колебания высокой частоты — *ультразвуком*.

Ультразвук и инфразвук

Разница в амплитуде давления на фронте звуковой волны воспринимается людьми как разница в громкости звуковых сигналов. Звуковое давление измеряют в паскалях (Па). Считается, что органы слуха человека способны без повреждения регистрировать перепады давления от 0,00002 Па до 20 Па (относительный диапазон равен 1 : 1 000 000).

Измерение громкости звука

При таком широком диапазоне выражать громкость единицами давления очень неудобно. Поэтому применяют относительные логарифмические единицы — *децибелы* (дБ). Шаг логарифмической шкалы, равный 20 дБ, соответствует увеличению звукового давления в 10 раз. Этот прием позволяет выразить весь диапазон слышимой громкости одной шкалой со значениями от 0 до 120 дБ. Для справки в таблице 9.1 приведено несколько характерных значений логарифмической шкалы громкости звука.

Таблица 9.1. *Логарифмическая шкала громкости*

Громкость звука	Характеристика действия
0 дБ	Порог слышимости
20 дБ	Тихий шепот на расстоянии 4–5 м
40 дБ	Спокойный разговор
60 дБ	Шум толпы
80 дБ	Звук вблизи оживленной автотрассы
100 дБ	Шум вблизи проходящего поезда
120 дБ	Болевой порог (звук на расстоянии 100 м от взлетающего реактивного самолета)

При звуке громкостью 140 дБ (близкий разрыв артиллерийского снаряда) происходит физическое поражение органов слуха, а звук громкостью более 180 дБ смертелен. По энергетике это уже не звуковая волна, а ударная.

Цифровое кодирование сигнала

Аналоговая запись звука

Из физической природы звука вытекает наиболее очевидный способ звукозаписи. Он состоит в непрерывной регистрации изменения звукового давления. Действие большинства звукозаписывающих устройств, от первых фонографов Эдисона до современных магнитофонов, основано на этом принципе.

Аналогово-цифровое преобразование

Чтобы использовать для работы со звуком вычислительную технику, необходимо перейти от аналогового кодирования к цифровому, то есть выполнить аналого-цифровое преобразование (см. § 25). После него непрерывный аналоговый сигнал преобразуется в последовательность числовых данных — так называемую *выборку данных*.

Аналого-цифровое преобразование происходит в два этапа. Сначала выполняется дискретизация сигнала: непрерывный сигнал представляется последовательностью дискретных импульсов. Потом выполняется квантование сигнала: величина каждого импульса представляется целым числом, которое и заносится в выборку данных.

Дискретизация сигнала

Дискретизация — это один из стандартных приемов моделирования физических процессов.

Дискретизация состоит в разбиении модели процесса на различимые элементы, такие, из которых всегда можно восстановить первичную модель с некоей наперед известной погрешностью.

Погрешность, о которой идет речь, имеет принципиальный и неизбежный характер. Она называется *погрешностью дискретизации*.

Прокомментируем данное здесь определение. Во-первых, речь не идет о том, чтобы разбить на части процесс или явление, а лишь о разбиении его модели. Если нам надо рассмотреть,



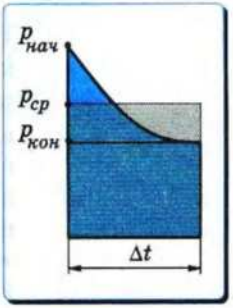
Рис. 9.1. Графическая модель непрерывного процесса разбивается на различимые прямоугольные элементы, сумма которых не абсолютно равна исходной модели

как изменялось давление воздуха на органы слуха в различные моменты времени, мы разбиваем не воздух и не время, а модель процесса, например его график.

Во-вторых, элементы сигнала должны быть различимы, а это значит, что их минимальная продолжительность определяется используемым оборудованием.

В-третьих, речь идет не о любом разбиении, а только о таком, после которого из полученных элементов можно восстановить первоначальную модель. Это значит, что у каждого элементарного объекта должно быть определенное положение в общей группе, то есть вся группа дискретных элементов представляет собой коллекцию. Полученная коллекция может отличаться от исходной модели, но не более чем на величину, известную заранее.

Погрешность дискретизации



Природа погрешности дискретизации связана с тем, что каждый дискретный импульс имеет определенную продолжительность Δt, отличную от нуля. В течение этого времени давление звуковой волны изменяется от начального ($p_{нач}$) до конечного ($p_{кон}$). Принимая на этом участке некоторую усредненную величину ($p_{ср}$), мы и вносим погрешность. Она предопределена шириной дискретного импульса Δt.

Уменьшить погрешность дискретизации можно, уменьшив ширину выборки Δt.

С другой стороны, принимать слишком малые значения Δt тоже не всегда практично, ведь при этом увеличивается общее количество различимых импульсов, что ведет к увеличению результирующей выборки данных. Таким образом, расплатой за увеличение точности дискретной модели становятся повышенные расходы на хранение данных и операции с ними.

Квантование импульсов сигнала

Дискретизация непрерывного сигнала позволяет измерить и записать параметры звуковой волны $p_1, p_2, p_3 \ldots$ для каждого импульса. Напомним, что измерение физической величины состоит в ее сравнении с предварительно заданной мерой. Результат измерения — действительное число.

Действительные числа, как мы уже знаем, можно кодировать двоичными разрядами (см. § 28). Однако это не очень эффективное кодирование. Если есть возможность, желательно действительными числами не пользоваться. Избежать их можно, если перейти к таблично-цифровому кодированию (§ 25). Этот переход выполняют преобразованием, которое называется *квантованием по уровню*.

Квантование по уровню

Квантование состоит в преобразовании непрерывной по значениям величины в величину, способную иметь ограниченный набор фиксированных значений, принадлежащих конечному множеству.

Те «разрешенные» значения, которые может принимать регистрируемая величина, называются *уровнями квантования*.

Как и дискретизация, квантование — это один из приемов, используемых при моделировании. Фактически, при квантовании происходит подмена шкалы, по которой измеряются параметры моделируемого процесса или явления. Вместо непрерывной используется дискретная шкала, в результате чего вместо действительного числа, характеризующего значение измеряемой величины, получается целое число,

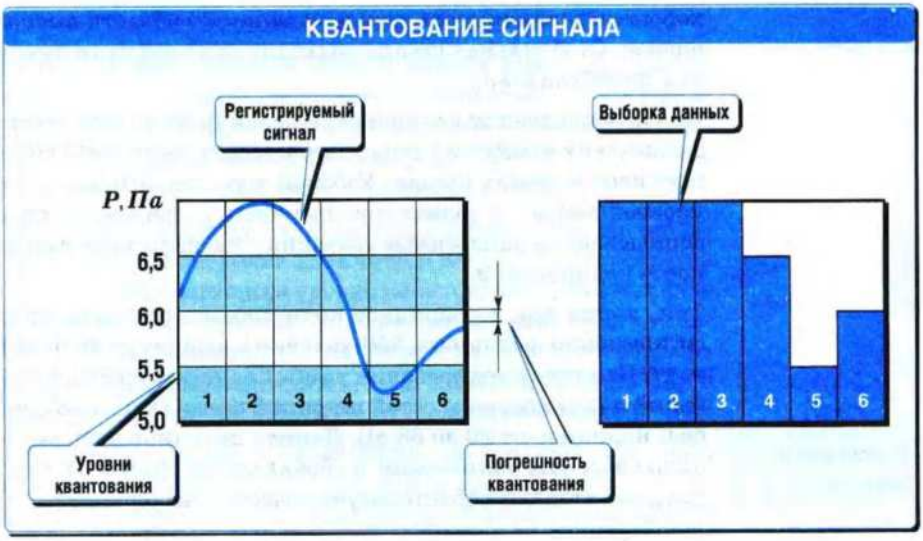


Рис. 9.2. Значения физической величины в дискретной выборке округлены до значений ближайших уровней квантования

характеризующее уровень величины. С примером квантования по уровню мы впервые сталкиваемся в школе, когда начинаем получать весьма однообразные оценки (5, 4, 3...) за свои довольно разнообразные знания.

Разрядность кодирования звука

Давайте подумаем: почему в школе используется пятибалльная шкала оценок? Может быть, достаточно двухбалльной системы: «зачет» — «незачет»? А может быть, самая лучшая система — стобалльная? Как правильно выбрать количество возможных значений, которые может принимать измеряемая величина?

На эти вопросы есть универсальный ответ: «Следует действовать в соответствии с поставленной целью». Так, если цель экзамена заключается в том, чтобы отсеять тех, кто не готов продолжить учебу, достаточно двухбалльной системы оценок. Если же цель состоит в том, чтобы из успевающих учеников отобрать тех, чьи знания наиболее полны, то важно обеспечить

хорошую различимость между уровнями в области высших оценок. Стобалльная шкала подходит для этой цели лучше, чем пятибалльная.

При целочисленном кодировании различимость результатов физических измерений тем выше, чем больше уровней содержит используемая шкала. Удобной характеристикой числа уровней является количество двоичных разрядов, которым записываются замеренные значения. Оно выражает разрядность кодирования.

Так, например, 8-разрядное кодирование при звукозаписи позволяет различать 256 значений амплитуд звуковых волн. При таком кодировании удается записать сравнительно узкий диапазон громкостей шириной всего лишь в 48 децибел, например от 20 до 68 дБ. Данная величина называется *динамическим диапазоном* и обозначается буквой *D*. Она в большой степени характеризует качество звукозаписи.

Динамический диапазон

Динамический диапазон размером 48 децибел — вполне достаточен для адекватного воспроизведения речи в диапазоне от тихого шепота до шума толпы. Такое кодирование можно использовать в цифровых диктофонах и в мобильной телефонной связи, но для записи более широкого диапазона звуков, например для записи музыкальных произведений, 8-разрядного кодирования недостаточно.

8-разрядное кодирование: D = 48 дБ

Для музыкальной записи используют как минимум 16-разрядное кодирование. Это позволяет регистрировать 65 536 различных уровней громкости. Общий диапазон громкостей при этом составляет 96 децибел, например от 20 до 116 дБ. Такая запись сможет адекватно передать как тихий шепот, так и рев взлетающего самолета.

16-разрядное кодирование: D = 96 дБ

Если судить только по диапазону громкостей сигналов, то шестнадцатиразрядного кодирования вполне достаточно для записи и воспроизведения звука. Однако звукозаписи обычно проходят сложную технологическую обработку. Звукорежиссеры сводят вместе звуки, взятые из разных источников, многократно их записывают и переписывают. При этом накапливаются технологические погрешности (шумы). Для борьбы с ними в профессиональных системах используют более глубокое кодирование звука (24- и 32-разрядное).

Погрешность квантования

С квантованием сигнала связана вторая принципиальная погрешность аналого-цифрового преобразования — *погрешность квантования*. Как и погрешность дискретизации, погрешность квантования неизбежна, потому что образуется из-за самого принципа числового кодирования.

Природа погрешности квантования

Природа погрешности квантования связана с тем, что реальное замеренное значение физической величины округляется до ближайшего значения уровня квантования. Максимально возможная величина ошибки квантования равна шагу квантования. Так, например, если уровни квантования соответствуют звуковым давлениям 5,0 Па; 5,5 Па; 6,0 Па; 6,5 Па, то замеренное значение 5,6378 Па будет «округлено» до 6,0 Па.

Неизбежность ошибки квантования не означает, что с нею нельзя или не нужно бороться. Ее нельзя устранить окончательно, но бороться с нею можно увеличением разрядности кодирования. При этом повышается различимость соседних уровней, уменьшается шаг квантования, а вместе с ним уменьшается и предельная величина ошибки. Расплатой за это, как всегда, выступает увеличение общего объема данных, полученных в результате кодирования.

Уменьшение погрешности квантования

Оценка размера звуковой выборки данных

Выборка данных — это числовая последовательность. Она получается после применения методов дискретизации и квантования к непрерывно изменяющейся физической величине. Выборка данных — это еще не результат записи данных на носителе, но уже технологическая заготовка для будущей записи. Методы и средства, используемые для записи, зависят от размера полученной выборки, поэтому важно уметь оценить его заранее.

Размер выборки данных (Q), образующейся при кодировании звука, определяется следующими факторами:

- продолжительностью звукозаписи T (измеряется в секундах);
- частотой выборки f (измеряется в герцах); чем чаще производится замер громкости, тем меньше погрешность дискретизации;

- количеством звуковых каналов (n);
- разрядностью квантования q (определяет разрядность двоичной записи); чем выше разрядность, тем больше различается уровней, тем меньше погрешность квантования.

Итоговая формула выглядит так:

$$Q = \frac{1}{8} Tfnq \quad \text{(байт)} \qquad (34.1)$$

Правило Котельникова

В формуле (34.1) обратим особое внимание на частоту выборки f. Это не что иное, как частота дискретизации — столько раз в секунду производится замер амплитуды сигнала. Обратная величина $(1/f)$ равна ширине дискретного импульса Δt.

Чем чаще производится замер, тем меньше ширина импульса и меньше погрешность дискретизации. Правда, при этом увеличивается объем выборки данных и, соответственно, затраты на хранение и обработку данных.

А нет ли оптимального значения частоты выборки f, при котором и погрешность дискретизации не слишком велика, и объем данных возрастает не чрезмерно? В 1933 году на этот вопрос ответил советский ученый В. А. Котельников. Он доказал теорему, впоследствии названную его именем, из которой в качестве следствия вытекает простое правило[2].

При аналого-цифровом преобразовании периодического сигнала частота дискретизации должна превышать частоту самого сигнала не менее чем в два раза.

Стандартные частоты дискретизации

Наши органы слуха различают звуковые частоты до 20 кГц. Удвоив эту величину, мы получаем, что при звукозаписи частота дискретизации должна составлять примерно 40 кГц. Когда в 1986 году утверждали международный стандарт для записи музыки на компакт-дисках, была принята «с запасом» частота дискретизации 44,1 кГц. Позже, когда утверждали

[2] В зарубежной литературе это правило иногда называют правилом Найквиста.

стандарт записи звука на *DVD*-носителях, «запас» увеличили и приняли значение 48 кГц.

Пример 1

Определить размер выборки данных, полученной при кодировании музыкального произведения продолжительностью 1 мин. Запись считать стереофонической. Качество записи принять соответствующим качеству музыкальных компакт-дисков.

1. Продолжительность звучания T составляет 60 с.
2. Для качества, соответствующего музыкальным компакт-дискам, частота дискретизации должна составлять 44 100 Гц (определено стандартом).
3. Количество звуковых каналов — 2 (запись стереофоническая).
4. Разрядность кодирования — 16 бит (определено стандартом).
5. Размер выборки данных:

$$Q = 60 \times 44\,100 \times 2 \times 16 = 84\,672\,000 \text{ (бит)} \approx 10 \text{ (Мбайт)}$$

Таким образом, объем данных, содержащих всего лишь одну минуту звукозаписи *CD*-качества, составляет примерно 10 Мбайт. Это объясняет, почему в первые годы своего развития персональные компьютеры не обеспечивали полноценную работу со звуком. Так, например, в конце 80-х годов прошлого века дисководов *CD-ROM* еще не существовало, а жесткие диски размером 40 Мбайт считались очень большими. В те годы запись одной небольшой музыкальной композиции могла полностью исчерпать все ресурсы хранения данных, и работа со звуком на компьютере была непозволительной роскошью.

Пример 2

Определить размер выборки данных, полученной при кодировании речи продолжительностью 1 мин. Качество записи считать соответствующим телефонной связи.

1. Продолжительность звучания $T = 60$ с.
2. Телефонная аппаратура воспроизводит звуковые сигналы в узком диапазоне от 300 до 3400 Гц. Обычно «с запасом»

принимают максимальное значение равным 4000 Гц и удваивают его в соответствии с правилом Котельникова: $f = 8000$ Гц.

3. Количество звуковых каналов — 1 (запись монофоническая).
4. Разрядность кодирования — 8 бит.
5. Размер выборки данных:

$$Q = 60 \times 8\,000 \times 1 \times 8 = 3\,840\,000 \text{ бит} \approx 500 \text{ Кбайт}$$

Сравнивая этот результат с результатом предыдущего примера, делаем вывод, что размер выборки данных можно существенно уменьшить, снизив требования к качеству звукозаписи. Этим приемом пользуются для достижения высокой продолжительности непрерывной записи, например в цифровых диктофонах.

Поток данных

Размер звуковой выборки данных имеет важное технологическое значение, но не характеризует напрямую ни продолжительность звукозаписи, ни ее качество, а ведь это основные потребительские параметры. Так, например, выборка размером 10 Мбайт может содержать как одну минуту музыки, записанной с высоким качеством, так и целый час речи, записанной с низким качеством.

Чтобы различить параметры, отвечающие за продолжительность звукозаписи и за ее качество, формулу (34.1) преобразуют следующим образом:

$$Q = \frac{1}{8} TR \text{ (байт)}$$
$$R = fnq \text{ (бит/с)} \qquad (34.2)$$

Здесь параметр T определяет продолжительность звукозаписи, а комплекс R — ее качество. Величина R называется *потоком данных*. Она выражает количество данных, проходящих по информационному каналу в единицу времени, и измеряется количеством бит в секунду (бит/с). Для справки в таблице справа приведено несколько характерных значений, принятых для адекватного кодирования и воспроизведения звука.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗВУКОВЫХ ПОТОКОВ ДАННЫХ

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ЗВУКОЗАПИСИ	ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ	РАЗРЯДНОСТЬ КОДИРОВАНИЯ	ЧИСЛО ЗВУКОВЫХ КАНАЛОВ	ПОТОК ДАННЫХ
«DVD-качество»				
Максимально	192 кГц	24	8	36,8 Мбит/с
Номинально	96 кГц	24	6	13,8 Мбит/с
Минимально	48 кГц	24	2	2,3 Мбит/с
«CD-качество»	44 100 Гц	16	2	1,4 Мбит/с
«Качество радио FM»	22 000 Гц	8	2	352 Кбит/с
«Качество радио AM»	10 000 Гц	8	1	80 Кбит/с
«Телефонное качество»	8 000 Гц	8	1	64 Кбит/с

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ЗВУКОВЫХ ПОТОКОВ ДАННЫХ

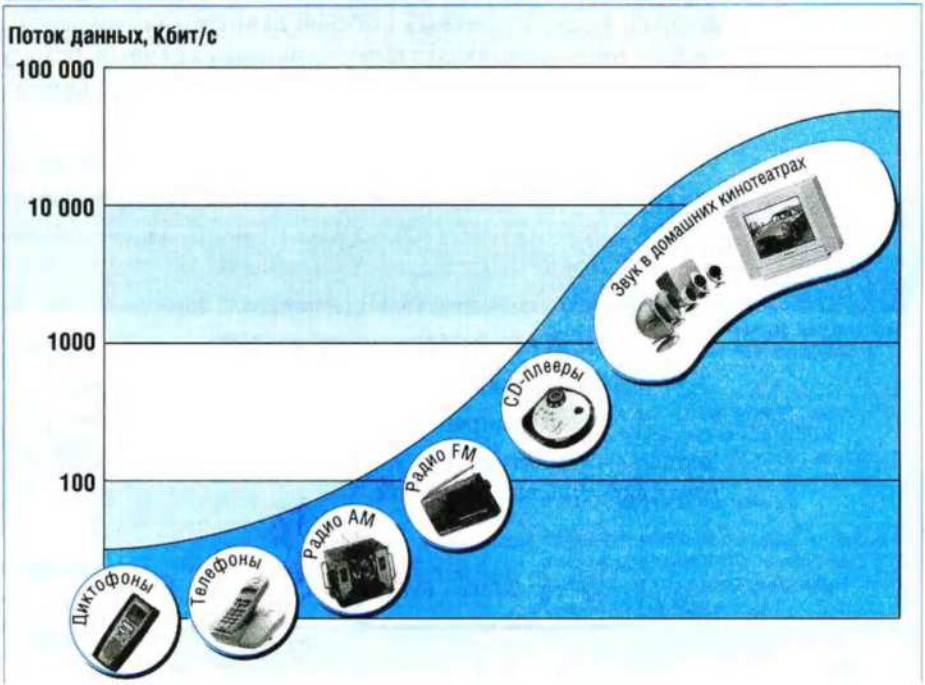




Рис. 9.3. Видеоряд — это коллекция отдельных изображений (кадров)

§ 35. Кодирование видеозаписей

Видеоряд представляет собой коллекцию отдельных изображений, называемых *кадрами*. Каждый кадр — самостоятельный графический объект, имеющий в коллекции определенное положение (порядковый номер). Таким образом, кодирование видеоряда сводится к кодированию коллекции кадров.

В результате кодирования видеоряда образуется выборка данных. Кроме отдельных выборок данных для каждого из кадров, в нее также входят выборки звуковых данных, потому что современная видеозапись практически всегда сопровождается звукозаписью.

Оценка размера выборки видеоданных

Размер выборки данных (Q), образующейся при кодировании видео, определяется следующими факторами:

- продолжительностью видеозаписи T (с);
- частотой кадров f (измеряется в 1/с);
- размерами кадра $a \times b$ (измеряются в пикселах);
- глубиной кодирования цвета c (измеряется в битах).

Если не учитывать размер звуковой выборки данных, то итоговая формула выглядит так.

$$Q = \frac{1}{8} Tfabc \quad \text{(байт)} \qquad (35.1)$$

Поток данных при видеозаписи

Как видно из формулы 35.1, размер выборки данных, получаемой при кодировании видеоряда, зависит от продолжительности записи и от параметров ее качества. Выделим эти составляющие порознь, аналогично тому, как мы поступали при рассмотрении звукозаписи (34.2).

$$Q = \frac{1}{8} TR \text{ (байт)}$$
$$R = fabc \text{ (бит/с)} \qquad (35.2)$$

В формуле 35.2 множитель T определяет продолжительность видеозаписи, а комплекс R — ее качество. Эту величину называют *потоком данных*. Она выражает количество данных, проходящих по информационному каналу в единицу времени, и измеряется количеством бит в секунду.

Основной величиной, влияющей на качество видеозаписи, является размер кадра. От него в наибольшей степени зависит поток данных. Для справки в таблице приведено несколько характерных значений. Обратите внимание на то, что здесь речь идет о несжатых потоках данных, в то время как на практике видеозаписи записывают с высокой степенью сжатия.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТОКОВ ВИДЕОДАННЫХ

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ВИДЕОЗАПИСИ	ПОТОК ДАННЫХ	РАЗМЕР КАДРА	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
Низкое	50,7 Мбит/с	352 x 240 точек	Бытовая видеозапись. Качество соответствует качеству записи на бытовой магнитной видеоленте
Среднее	207 Мбит/с	720 x 480 точек	Потребительское качество по стандарту телевидения высокой четкости HDTV. Не все телеприемники способны адекватно воспроизводить такие записи, но их можно воспроизводить на компьютерах
Высокое	995 Мбит/с	1440 x 1152 точек	Студийное качество по стандарту телевидения высокой четкости HDTV. Телевизионные приемники для воспроизведения таких записей пока не выпускаются
Профессиональное	1240 Мбит/с	1920 x 1080 точек	Производство кинопродукции

§ 36. Сжатие данных при кодировании

То, что при переходе к информационному обществу происходит прогрессивное нарастание информационных потоков, — явление закономерное. Общество относится к нему вполне благожелательно, пока видит в нем улучшение качества информационных услуг и расширение их ассортимента.

Не существует технических систем связи, безвредных для окружающей среды

Однако на информационные потоки можно взглянуть и иначе. Нельзя забывать, что у информации есть материальный компонент — данные, а взгляд общества на увеличение потоков данных весьма неоднозначен. В частности, с транспортировкой данных связаны следующие негативные обстоятельства:

- уничтожение лесов при производстве бумаги;
- повреждение почвы при сооружении кабельных линий связи;
- искажение ландшафтов при создании воздушных линий связи;
- разрушение экосистем при прокладке подводных линий связи;
- загрязнение атмосферы при построении космических систем связи.

К опасным для человека факторам, имеющим недостаточно изученные последствия, относятся электромагнитные излучения, сопровождающие работу мобильных средств связи, устройств беспроводного доступа к Интернету и высокочастотных установок.

Кроме экологических, существуют также негативные экономические последствия. Нарастание потоков данных требует дополнительных расходов сырья, энергии, кадровых ресурсов. Можно утверждать, что по мере перехода к информационному обществу издержки человечества на обеспечение информационного обмена прогрессивно возрастают. Сокращение этих издержек — одна из важнейших задач информатики.

Потребность в сжатии данных

Одно из возможных решений, предлагаемых информатикой, — сжатие данных. При этом под «сжатием» понимают такое перекодирование исходной последовательности данных, при котором объем данных уменьшается, а их информационное содержание сохраняется в заданных пределах.

Теоретические аспекты сжатия данных

Людям важно иметь представление о количестве той информации, которую они создают, хранят, передают и приобретают. При этом они часто руководствуются бытовым, житейским представлением, что чем больше информации, тем лучше, особенно если она поступает быстро.

На самом деле, чтобы объективно говорить о количестве какой-либо сущности, необходимо выделять и различать в ней перечислимые элементы. Для материальных сущностей этим занимается физика. На ее уроках мы учимся корректно оперировать количественными параметрами, выражающими физические свойства тел и полей.

С информацией дело обстоит сложнее. Информация — сущность не материальная. Выделить в ней составляющие элементы нельзя, и научного аппарата, который позволил бы объективно говорить о количестве информации, не существует. Разные люди по-разному оценивают количество одной и той же информации. Поэтому, когда надо дать объективную оценку, информацию подменяют данными. Данные, в отличие от информации, объективны, и оценить их объем проще.

Данные материальны. Их элементы объективно различимы

Данные — это зарегистрированные сигналы, следовательно, они различимы. Кроме того, данные всегда связаны с материальным носителем, следовательно, они объективны. Различимость и объективность позволяют выделять в данных составляющие элементы и подсчитывать их количество. Можно пересчитать количество букв в книге и штрихов в рисунке, замерить количество микровспышек света на экране монитора и рассчитать частоту их появления.

Как измерить данные?

Способ измерения данных зависит от их природы, а она, в свою очередь, зависит от способа кодировании информации. Если, например, изображение закодировано точками, то объем данных определяется количеством точек, а если текст закодирован буквами, то его размер определяется числом букв.

Работая с вычислительной техникой, удобно пересчитывать числа. Их мы получаем в качестве элементов данных при

При цифровом кодировании роль минимального элемента данных играет двоичный разряд

цифровом кодировании. Цифровое кодирование имеет еще и то достоинство, что для него не надо искать минимальный элемент данных. Он хорошо известен: это двоичный разряд, называемый битом. При цифровом кодировании бит является минимальной единицей представления информации и служит удобной единицей измерения данных.

Минимальная выборка данных

Одну и ту же информацию можно закодировать множеством способов. При этом разные способы могут давать разные количества данных. В следующей таблице для примера показано несколько приемов кодирования русской буквы «А».

Таблица 9.2. *Примеры цифрового кодирования буквы «А»*

Метод кодирования	Код	Двоичный код
По алфавиту	А → 1	0000 0001
По стандарту Windows	А → 192	1100 0000
По стандарту Unicode	А → 1040	0000 0100 0001 0000

Как видите, выбирая метод кодирования, можно управлять объемом полученных данных. Одну и ту же информацию можно представить бóльшим количеством данных или меньшим. Однако возможности подобного управления не безграничны. Для любой произвольной информации в избранной системе кодирования существует некоторая *минимальная выборка данных*, размер которой уже нельзя уменьшить без потери содержания.

Избыточность кодирования

Избыточность данных

В тех случаях, когда размер данных, полученных при кодировании информации, превышает размер соответствующей минимальной выборки, можно говорить о том, что данные обладают избыточностью. В этом случае данные можно перекодировать так, чтобы величина избыточности уменьшилась. Подобное перекодирование называют «сжатием» или «уплотнением» данных.

Избыточность традиционных систем кодирования

За тысячелетия развития информационного обмена люди создали и внедрили множество разнообразных систем кодирования. Так, например, любой национальный язык представляет собой сложную систему кодирования образов, чувств и понятий. Системы кодирования можно найти в произведениях устного народного творчества, в танцах, костюмах, обрядах. При их создании и отборе исторические сообщества придерживались традиций и руководствовались принципами нравственности и эстетики, но никак не требованиями эффективности кодирования. Надо ли после этого удивляться, что большинство традиционных методов кодирования информации создают избыточные данные?

Избыточность информации часто сопутствует комфорту

До последнего времени избыточность данных в информационном обмене недостатком не считалась. Наоборот, определенная избыточность ценилась. Например, избыточность данных позволяет восстанавливать частично утраченную или пропущенную информацию. Поэтому избыточные данные усваиваются проще, ведь для этого требуется меньшая концентрация внимания. А еще информация, заключенная в избыточных данных, доступнее, потому что для ее воспроизведения проще подобрать необходимый информационный метод[3].

Отношение к избыточности данных существенно изменилось после перехода к информационному обществу. В результате

[3] Не зная правил письменности, которой пользовались жители Древнего Египта, ученые долгое время не могли прочитать тексты, написанные иероглифами, пока в 1799 г. вблизи города Розетты, что неподалеку от Александрии, не был найден так называемый «розеттский камень». На его черной базальтовой поверхности был троекратно повторен один и тот же текст: один раз на греческом и два раза на древнеегипетском языке (двумя разными письменными системами). Подобная избыточность позволила в 1822 г. французскому ученому Франсуа Шампольону (1790–1832) восстановить давно утраченное фонетическое значение иероглифов. Это открытие дало ученым метод для воспроизведения информации, содержащейся в письменах Древнего Египта, и позволило узнать много интересного о ранних цивилизациях нашей планеты.



Основной недостаток избыточности данных

быстрого нарастания информационных потоков стал заметен основной недостаток избыточных данных: повышенные расходы на их хранение и транспортировку. В тех областях, где с данными работают только люди (образование, культура), эти обстоятельства редко принимаются в расчет, потому что комфорт и удобство для человека важнее. Но там, где в информационном обмене участвуют автоматические средства вычислительной техники, с избыточностью данных приходится считаться, потому что она снижает производительность систем связи, повышает расходы на хранение, передачу и потребление информации, вносит вклад в загрязнение окружающей среды.

Снижение избыточности данных

Избыточность данных уменьшают путем их перекодирования (дополнительного, специального кодирования). Эту операцию называют сжатием или уплотнением данных.

Сжатие данных — это операция преобразования исходной выборки данных в результирующую выборку, представляющую адекватную информацию, но имеющую меньший размер.

Сжатие данных не беспредельно

Теоретической основой сжатия данных всегда является их избыточность. Когда в процессе сжатия размер выборки данных уменьшается до размера соответствующей минимальной выборки, возможность дальнейшего сжатия исчерпывается.

Существует много методов сжатия данных. В их основе лежат следующие утверждения.

1. Любой произвольной выборке данных всегда можно сопоставить метод кодирования, обеспечивающий для данной выборки минимальную избыточность (максимальное уплотнение).
2. Любому произвольному методу сжатия данных всегда можно сопоставить такую выборку данных, для которой данный метод кодирования не обеспечит уплотнения (уменьшения избыточности).

Из этих утверждений вытекают два следствия и два правила.

1. Не существует «абсолютного» метода сжатия — такого, который обеспечил бы максимальную степень уплотнения для любых типов данных.

Применять методы сжатия данных следует только в тех условиях, для которых они были разработаны.

2. Последовательная обработка выборки данных двумя методами сжатия дает тем меньший эффект, чем эффективнее действуют методы.

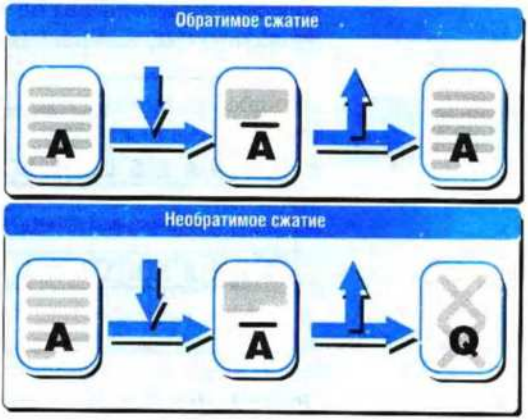
Если данные эффективно сжаты, их дальнейшее уплотнение бессмысленно.

Обратимость методов сжатия данных

Разуплотнение данных

Процедура восстановления исходной выборки данных из сжатой последовательности называется *разуплотнением данных*. В зависимости от того, что получается после восстановления, различают *обратимое* и *необратимое сжатие*. Если выборка, полученная в результате разуплотнения, равна исходной выборке данных, значит, метод сжатия обратим. Если же выборки различаются, метод необратим.

Обратимые методы сжатия применяют в тех случаях, когда данные имеют документальный характер и их искажение недопустимо. К этой категории относятся текстовые документы, содержимое таблиц баз данных, а также числовой код программ. Обычная степень уплотнения данных обратимыми методами составляет от 1 : 1,5 до 1 : 10.



Необратимые методы сжатия обеспечивают значительно более высокие степени уплотнения (от 1 : 10 до 1 : 200), но при этом вносят в данные неустранимые погрешности. Иногда этими погрешностями можно пренебречь, например, когда речь идет о мультимедийных данных (графика, звук, видео).

Вместе с тем, существуют условия, когда необратимые методы сжатия противопоказаны и для мультимедийных данных. В частности, их не применяют, если работа над данными не завершена и предполагается их дальнейшее редактирование.

§ 37. Обратимые методы сжатия данных



Существует множество методов обратимого сжатия данных, но в их основе лежит всего два основополагающих принципа: *групповое сжатие* и *сжатие по словарю*. В обоих случаях избыточность уменьшается за счет ликвидации повторов, но происходит это по-разному. В первом случае перекодируются *группы повторяющихся элементов*, а во втором случае — *повторяющиеся группы элементов*.

Групповое сжатие

Метод RLE

Наглядный пример использования группового сжатия демонстрирует метод, который называется *RLE* (*Run Length Encoding*). Сначала в наборе данных выбираются группы повторяющихся элементов, затем каждая группа заменяется кодом элемента и коэффициентом повтора (рис. 9.4).

Основные достоинства метода *RLE*: простота вычислительного алгоритма, высокая скорость вычислений и общедоступ-



Рис. 9.4. Метод RLE — наиболее простой метод сжатия данных



Рис. 9.5. Сжатие по словарю — наиболее эффективный метод сжатия данных

ность. Он доступен, как алгоритм сложения «в столбик» или деления «уголком».

Основной недостаток метода *RLE* — низкая эффективность для большинства типов данных. Поэтому его обычно применяют только для сжатия малоцветных графических изображений, в которых встречается достаточно много повторов. Характерный пример — графические файлы данных в формате *BMP*.

Сжатие по словарю

При сжатии по словарю (по шаблону) в исходном наборе выбираются типовые комбинации элементов и заменяются указателем на словарь. Так, в примере, приведенном на рисунке 9.5, комбинация символов «СТО» заменяется кодом «2».

Как видите, при сжатии по словарю кроме результирующей выборки данных образуется некий дополнительный набор данных, называемый «словарем», без которого нельзя восстановить данные при разуплотнении. При создании словаря возможны три варианта действий.

1. Словарь можно составить заранее, сделать его общедоступным и не прикладывать к сжатым данным. Такое сжатие называют *неадаптивным*, потому что словарь никак не адаптируется под конкретный текст.

   Неадаптивное сжатие

   Неадаптивное сжатие обеспечивает очень высокую степень уплотнения, но применять его можно лишь в узких областях. Например, сжатие англоязычного текста по русскоязычному словарю не даст ни малейшего эффекта. Разумеется, также, что никакой языковый словарь не подойдет для сжатия графической или музыкальной информации.

Полуадаптивное сжатие

2. *Полуадаптивное* сжатие происходит в два этапа. На первом этапе выборка данных просматривается и из нее выбираются для словаря наиболее часто встречающиеся группы элементов. На втором этапе элементы исходной выборки данных подменяются краткими ссылками на словарь. При полуадаптивном сжатии словарь подстраивается под конкретный текст, но происходит это в рамках специальной операции.

   Полуадаптивное сжатие применимо для данных любых типов. Оно обеспечивает высокую степень уплотнения, если объем исходных данных достаточно велик. Основных недостатков два: недостаточная эффективность при малых объемах данных и сравнительно низкая скорость работы алгоритма. Характерный пример — технология сжатия, реализованная в формате *RAR*.

   Применение полуадаптивного сжатия ограничено его двуступенчатым характером. Необходимость в дополнительном проходе при построении словаря означает, что этот метод можно применять только к заранее сформированной выборке данных. Уплотнять данные, поступающие непрерывным потоком, как это бывает при звукозаписи и видеозаписи, этим методом нельзя.

Адаптивное сжатие

3. *Адаптивное сжатие* выполняется за один проход: построение словаря и сжатие данных идут параллельно. Это довольно сложная закрытая технология, защищенная патентами. По эффективности уплотнения она уступает полуадаптивному сжатию, но обеспечивает высокую скорость процесса. В частности, она используется в знаменитом алгоритме *LZW*[4].

§ 38. Необратимые методы сжатия данных

Степень сжатия данных при использовании обратимых методов редко превышает 1 : 5 и лишь в исключительных случаях достигает 1 : 10. Дальнейшее сжатие возможно только при

[4] Алгоритм *LZW*, названный по первым буквам имен своих создателей, был предложен в 1984 году Т. Уэлчем (*Welch*) на основе алгоритмов, ранее созданных А. Лемпелем (*Lempel*) и Я. Зивом (*Ziv*). Данный алгоритм используется очень широко. Он применяется при сжатии данных в формате *ZIP*, а также при записи графических данных в форматах *GIF* и *TIFF*.

условии, что часть информации, содержавшейся в исходной выборке данных, будет утрачена в результате перекодирования. Для такого необратимого сжатия служит особый класс методов. Но прежде чем мы с ними познакомимся, надо выяснить, при каких условиях необратимое сжатие является обоснованным, а при каких — нет.

Особенности мультимедийных данных

Как мы уже знаем, наибольшие потоки данных возникают при записи графической, звуковой и видеоинформации. Именно для этих трех типов данных, обобщенно называемых мультимедийными, задача сжатия стоит наиболее остро. К счастью, именно для них и возможно применение необратимых методов, позволяющих довести степень сжатия до 1 : 200.

Возможность применения необратимых методов для сжатия мультимедийных данных основана на том, что эти типы данных менее других чувствительны к искажению содержания. Эта особенность мультимедийных данных связана с тем, что они «от рождения» уже имеют массу погрешностей, связанных с их регистрацией[5] и аналого-цифровым преобразованием (АЦП).

Если искажения, вносимые необратимым сжатием выборки данных, сопоставимы по величине с уже имеющимися искажениями, внесенными при ее формировании, то с технико-экономической точки зрения их можно считать обоснованными.

Условие применимости необратимого сжатия

Необратимое сжатие графики. Технология JPEG

Технология *JPEG* (произносится *джи-пег*) была разработана Международным институтом стандартизации (*ISO*). Ее название образовано первыми буквами названия рабочей группы, создавшей стандарт: *Joint Picture Expert Group* (Объединенная группа экспертов по записи изображений).

[5] Мультимедийные данные обычно регистрируются приборами, а любые приборы имеют погрешности. Аналого-цифровое преобразование также сопровождается принципиальными (неизбежными) погрешностями дискретизации и квантования.



Рис. 9.6. При необратимом сжатии информационные объекты получают искажения, шумы, сравнимые с шумами записи и аналого-цифрового преобразования

Технология *JPEG* предназначена для уплотнения данных при записи многоцветных растровых графических изображений. Она позволяет выбрать перед записью значение условного параметра качества. Чем оно выше, тем меньше величина вносимой погрешности, но и тем меньше степень сжатия данных. Для снимков, полученных цифровым фотоаппаратом, приемлемым считается значение параметра качества, равное 40%–50%. Оно позволяет в 5–10 раз уменьшить объем данных и не очень заметно сказывается на субъективном восприятии качества. Для изображений, предназначенных для публикации в Интернете, устанавливают параметр качества на уровне 5%–20%. При этом размер выборки данных может уменьшиться в 10–20 раз. Качество полученных изображений приемлемо для воспроизведения на экране, но для печатного воспроизведения такое сжатие не используют.

Применение уплотненных изображений

Необратимое сжатие видео. Технология MPEG

Наибольшие потоки данных возникают при кодировании видеоизображений, поэтому для видеоданных степень сжатия важна особо. Как и технология *JPEG*, технология *MPEG* (произносится *эм-пег*) разработана Международным институтом стандартизации. Ее название образовано от названия группы, создавшей стандарт: *Motion Picture Expert Group* (Экспертная группа по записи динамических изображений).

В основе технологии лежит идея о том, что не обязательно записывать все кадры видеоряда полностью. Обычно соседние кадры различаются мало, поэтому, записав первый кадр, можно вместо второго записать лишь его отличия. Так в общей последовательности выявляются *опорные* и *промежуточные* кадры. Опорные кадры кодируются целиком. Метод их кодирования похож на *JPEG*. А в промежуточных кадрах кодируются только отличия от соседних кадров или от опорных кадров.

В настоящее время наибольшее распространение имеет технология *MPEG 2*, позволяющая кодировать видеозаписи с разрешением отдельных кадров до 720 × 576 точек.

Применение уплотненных видеозаписей

Технология *MPEG 2* используется:

- для записи видеофильмов на дисках *DVD-ROM*;
- в спутниковом телевидении;
- в цифровом телевидении.

Технология *MPEG 2* обеспечивает степень сжатия исходного видеоряда примерно в 40–50 раз, что позволяет разместить двухчасовой видеофильм (200 Гбайт) на одном диске *DVD–ROM* (4,7 Гбайт).

Технология MPEG 4

Чтобы разместить на обычном компакт-диске (емкость 650...800 Мбайт) хотя бы полуторачасовой видеофильм, необходима степень сжатия порядка 1 : 200. Получить ее позволяет технология *MPEG 4*. От технологии *MPEG 2* она отличается более сложной математикой, используемой при кодировании. В частности, математические процедуры позволяют различать элементы сцены, обладающие различной активностью, и кодировать их по-разному. Обычно этот формат сжатия используется для представления видеозаписей в Интернете.

Необратимое сжатие звука (технология MP3)

Помимо видеозаписей большие объемы и потоки данных характерны также для звукозаписей. Поскольку запись видео практически всегда сопровождается записью звука, стандартом *MPEG* предусмотрена технология эффективного сжатия

звуковых данных. Она называется *MPEG Layer 3* или, сокращенно, *MP3*.

Психоакустическая звуковая модель

Для сжатия исходной выборки данных в технологии *MP3* вводится понятие о психоакустической звуковой модели. Она учитывает не только свойства звуковых волн, но и особенности центральной нервной системы человека. Так, например, в ней учтено, что различимость звуков зависит не только от их громкости и высоты тона, но и от того, с какими другими звуками они сочетаются в данный момент времени. Психоакустическая модель позволяет не учитывать сигналы, вклад которых в общее звучание пренебрежимо мал. Этот прием, получивший название *принципа маскирования звука*, положен в основу технологии сжатия *MP3*. Результатом сжатия обычно является уменьшение объема данных в 4–12 раз при допустимой потере качества звучания.

Принцип маскирования звука

§ 39. Сжатые потоки данных

Чем больше поток данных, тем труднее обеспечить канал связи, способный пропускать его без задержек, тем дороже стоит эксплуатация такого канала. Сжатие данных позволяет уменьшать потоки до экономически целесообразных.

С учетом сжатия мы можем переписать выражения 34.2 и 35.2 для оценки потоков, получаемых при кодировании звука и видео. Вместо значения потока R мы теперь имеем дело с величиной сжатого потока R_c.

Для звука:

$$Q = \frac{1}{8} T R_c \text{ (байт)}$$

$$R_c = \frac{1}{k} fnq \text{ (бит/с)} \qquad (39.1)$$

где: R_c — сжатый поток, бит/с;

f — частота дискретизации, $с^{-1}$;

n — количество звуковых каналов;

q — разрядность квантования сигнала, бит;

k — степень сжатия данных.

Для видео:

$$Q = \frac{1}{8} T R_c \text{ (байт)}$$
$$R_c = \frac{1}{k} fabc \text{ (бит/с)} \qquad (39.2)$$

где: R — сжатый поток, бит/с;
f — частота кадров, $с^{-1}$;
a — ширина кадра, пкс;
b — высота кадра, пкс;
c — глубина кодирования цвета, бит;
k — степень сжатия данных.

Битрейт

Фактически, величина R_c характеризует всю систему записи — хранения — транспортировки — воспроизведения данных. Она имеет особое значение как для производителей, так и для потребителей аудио- и видеопродукции. Этот параметр настолько важен, что обозначается специальным термином — *битрейт*.

С одной стороны, высокое значение битрейта говорит о том, что при записи информации в нее были внесены минимальные погрешности дискретизации и квантования. Оно говорит также о том, что поток не был «пережат» при уплотнении, то есть создатель записи не стремился экономить место на носителях в ущерб качеству записи.

***Таблица 9.3.** Характеристика качества сжатых звукозаписей*

Битрейт, Кбит/с	Характеристика качества
256	Высшее качество, аналог DVD-аудио
192	Высокое потребительское качество, аналог CD-аудио
96	Среднее качество, аналог FM-радио
48	Низкое качество, аналог AM-радио

С другой стороны, за высокие значения битрейта приходится платить дополнительно. Обслуживание таких потоков требует высококачественного звуко- и видеозаписывающего оборудо-

вания, мощных компьютеров и производительных каналов связи. Музыкальные альбомы и кинофильмы, записанные с высоким значением битрейта, всегда стоят дороже, чем их менее качественные копии.

Для звукозаписей битрейт измеряют в килобитах в секунду. Существует несколько стандартных значений, которые можно условно использовать для оценки качества записи. Они приведены в таблице 9.3.

Для видеозаписей битрейт измеряют в мегабитах в секунду. Здесь стандартных значений нет, потому что видеозаписи всегда сжимаются с переменным потоком (в светлых и динамичных сценах поток данных выше, чем в темных и статичных). Качество оценивают по среднему значению битрейта. Примеры приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4. *Характеристика качества сжатых видеозаписей*

Битрейт, Мбит/с	Характеристика качества
1,0 ... 1,5	Черновой видеоматериал
1,5 ... 2,0	Видеозапись низкого потребительского качества
2,0 ... 4,0	Видеозапись среднего качества
4,0 ... 6,0	Видеозапись высокого качества
8,0 ... 12,0	Экспериментальные записи для телевидения высокой четкости (HDTV)

Краткое содержание темы

Первая характерная особенность мультимедийной информации заключается в том, что при ее кодировании образуются огромные массивы данных, а при ее передаче — огромные потоки данных. Это необходимо учитывать при выборе технологий кодирования, записи, хранения и передачи мультимедийных данных.

Вторая характерная особенность мультимедийной информации заключается в том, что она регистрируется как непрерывный сигнал. Для его цифрового кодировании необходимо преобразование. Оно выполняется *дискретизацией* сигнала и *квантованием* полученных дискретных элементов данных.

- Последовательность целых чисел, полученных в результате дискретизации и квантования, называется *выборкой данных*. Выборка данных представляет собой цифровую модель непрерывного процесса.
- Дискретная модель непрерывного процесса имеет две принципиальные погрешности: *погрешность дискретизации* и *погрешность квантования*. Погрешность дискретизации зависит от частоты дискретизации. Погрешность квантования зависит от разрядности цифрового кодирования. Снижение обеих погрешностей сопровождается увеличением объема регистрируемых данных.
- Величина *потока данных* (бит/с), образующихся при кодировании звука, определяет технические требования к оборудованию звукозаписи и звуковоспроизведения. Она может служить характеристикой качества звукозаписи. Чем выше качество, тем выше значение величины потока.
- Сокращение издержек на операции, связанные с информационным обменом, — одна из важнейших задач информатики. Одно из возможных ее решений реализуется с помощью *технологий сжатия данных*.
- Теоретической основой сжатия данных является их *избыточность*, связанная с особенностями процесса кодирования. Сжатие данных — это перекодирование. При сжатии выборки данных образуется новая выборка, имеющая адекватное информационное содержание, но меньший размер.
- Если сжатая выборка данных получена из исходной выборки с помощью *обратимого метода сжатия*, то выборка, полученная после ее разуплотнения, тождественно равна исходной. В противном случае *метод сжатия необратим*.
- Обратимые методы сжатия не вызывают утраты данных, поэтому их применяют для уплотнения данных, имеющих документальное значение: текстовых и числовых.
- Существует две основные технологии обратимого сжатия: *групповое сжатие* и *сжатие по словарю*. В первом случае в исходных данных разыскиваются и замещаются группы повторяющихся элементов. Во втором случае разыскиваются и замещаются повторяющиеся группы элементов.

- Существует три основные категории методов сжатия по словарю: *неадаптивное*, *полуадаптивное* и *адаптивное сжатие*. Они различаются способом формирования словаря, производительностью и эффективностью.
- Необратимые методы сжатия вызывают утрату данных, поэтому их используют только для уплотнения данных мультимедийных типов: графики, звука и видео.
- Основная технология необратимого сжатия фотоизображений — *JPEG*. Она позволяет уменьшить объем данных в 5–10 раз.
- Основная технология необратимого сжатия видеорядов — *MPEG 2*. Она позволяет уменьшить объем данных в 20–50 раз. Более высокую степень сжатия обеспечивает технология *MPEG 4*, позволяющая сжать видеозаписи в 100–200 раз. Эту технологию используют для сжатия видеоданных, размещаемых в Интернете.
- Основная технология необратимого сжатия звукозаписей — *MPEG layer 3* (*MP3*). Она позволяет уменьшить объем звукозаписей в 5–10 раз.
- Применение технологий необратимого сжатия влечет за собой частичное искажение информации, содержащейся в исходных данных. Такое искажение имеет характер погрешности, вносимой операцией сжатия. Величина этой погрешности должна быть сопоставима с принципиальными погрешностями, внесенными при дискретизации и квантовании исходного аналогового сигнала. В противном случае технологии необратимого сжатия не применяют.
- Универсальной характеристикой, выражающей общую погрешность записи, является величина сжатого потока данных — *битрейт*. Чем выше эта величина, тем выше потребительское качество записи информационного объекта.

Контрольные вопросы и задания

1. Какова физическая природа звука?
2. Что такое ультразвук и инфразвук?

3 Почему для измерения громкости звука используют логарифмические единицы измерения?

4 Как называется прием моделирования, которым выполняют разбиение непрерывной модели сигнала на отдельные элементы данных?

5 В процессе дискретизации модель сигнала разбили на отдельные импульсы. Если снова собрать из них модель сигнала, что получится: коллекция или композиция?

6 Как называется погрешность, на величину которой модель непрерывного сигнала отличается от дискретной модели? От чего зависит эта погрешность?

7 Как правильно выбрать частоту дискретизации периодического сигнала?

8 Как называется прием моделирования, с помощью которого замеренную величину сигнала представляют целым числом?

9 От чего зависит погрешность квантования?

10 Можно ли полностью исключить погрешность дискретизации и погрешность квантования при аналого-цифровом преобразовании?

11 В каких единицах измеряется величина потока данных?

12 Как величина потока данных связана с качеством звуко- и видеозаписи?

13 Можно ли объективно говорить о количестве информации?

14 Назовите минимальную единицу измерения данных при цифровом кодировании.

15 Что такое сжатие данных?

16 На чем основана возможность сжатия данных? До каких пор можно сжимать определенный набор данных?

17 Чем различаются обратимые и необратимые методы сжатия данных?

18 В каких случаях можно применять необратимые методы сжатия данных? В каких случаях делать это нельзя?

19 Чем отличаются методы группового сжатия данных от методов сжатия по словарю?

20 Чем различаются методы неадаптивного, полуадаптивного и адаптивного сжатия данных?

21 Как называется технология, используемая для необратимого сжатия изображений?

22 Какие технологии необратимого сжатия видеорядов вы знаете?

23 Что такое битрейт? Как использовать величину битрейта для оценки качества записи музыки и видео?

Двоичная логика и основы схемотехники

10

Давайте вернемся на несколько разделов назад и вспомним, ради чего мы начали изучать представление различных видов информации в числовом виде. Людям издавна известны и другие методы кодирования. За тысячи лет развития цивилизации народы мира выработали множество принципов кодирования информации и воплотили их в языках, письменных системах, обрядах, танцах, национальных украшениях и орнаментах. Так почему же мы выбрали для изучения именно цифровое кодирование?

Каждая традиционная система кодирования информации неповторима и, безусловно, заслуживает отдельного изучения. Но когда речь идет о реализации единой концепции информационного обмена, цифровое кодирование оказывается вне конкуренции, особенно если обмен происходит не только между людьми, но и между устройствами.

Преимущества цифрового кодирования

Первое преимущество цифрового кодирования — универсальность. Она позволяет представлять разные виды данных в одинаковой форме. Второе преимущество — возможность применения математических методов для операций с данными. Арсенал этих методов давно накоплен и хорошо изучен. Третье преимущество — возможность автоматизации вычислений.

В ближайших разделах мы перешагнем тот барьер, который разделяет числа и технические устройства, но сделаем это постепенно, в два этапа. Сначала мы введем несколько понятий *математической логики*, с помощью которых перейдем от математических операций к логическим. А на втором этапе мы покажем, как логические операции выполняются с помощью простейших электронных устройств. Эта область знаний называется *схемотехникой*.

§ 40. Основы математической логики

Формальная и математическая логика

Логика — это наука о приемлемых способах рассуждения. Один из ее разделов — *формальная логика*. Ее предметом является исследование умозаключений и доказательств с точки зрения их формы, в отрыве от конкретного содержания. Одно из направлений формальной логики, основанное на математических методах, называется *математической логикой*.

Простые суждения и их логические значения

Высказывания

Базовые объекты математической логики — *простые суждения* (*высказывания*). Простое суждение выражается повествовательным предложением, имеющим логическое значение, которое выражает собой истинность или ложность высказывания, заключенного в суждении.

В году двенадцать месяцев (значение — ИСТИНА)
В январе тридцать дней (значение — ЛОЖЬ)

Логические значения

Существует только два возможных логических значения: ИСТИНА и ЛОЖЬ. Их также обозначают английскими словами True и False и записывают сокращенно: T и F.

Логические значения можно выражать знаками двоичной арифметики: нулями и единицами. Что именно принимается за единицу: ИСТИНА или ЛОЖЬ, — не принципиально, потому что это всего лишь результат договоренности. Договоренность может быть любой.

Ограничения математической логики

Важно отметить, что математическая логика не устанавливает логические значения для отдельно взятых простых суждений. Этим занимаются дисциплины, к предметной области которых относятся конкретные суждения.

Например, для следующего суждения:

на березе растут чудесные яблоки

логическое значение (ЛОЖЬ) устанавливается не методами математической логики, а методами ботаники[1].

[1] Владение аппаратом математической логики не опровергает значимости других научных дисциплин, а наоборот, подчеркивает их важность.

Сложные суждения

Сложные суждения состоят из нескольких простых суждений, связанных между собой операциями математической логики. При этом простые суждения можно заменять логическими переменными, в качестве которых обычно используют буквы латинского алфавита, например так:

Логические переменные

A = На березе растут яблоки
B = Существуют березовые сады
ЕСЛИ A, **ТО** B

Основные задачи математической логики:

- установление значения сложного суждения по известным значениям входящих в него простых суждений (прямая задача);
- установление значения простого суждения, если известно значение сложного суждения (обратная задача).

Прямую задачу решают, чтобы упрощать сложные логические выражения. В технике это помогает заменять сложные электронные схемы эквивалентными, но гораздо более простыми и экономичными схемами.

Прямая задача

Обратная задача также имеет практический смысл. В отдельных случаях она позволяет установить истинность или ложность простого суждения без необходимости изучать дисциплину, к которой оно относится.

Обратная задача

§ 41. Основные операции математической логики

Сложные суждения получаются из простых путем их связывания с помощью знаков логических операций и символов управления порядком действий (математических скобок). Логические переменные, входящие в логическое выражение, называются *логическими операндами*. В зависимости от количества операндов логические операции делят на *унарные* (один операнд) и *бинарные* (два операнда). Если операндов больше, операцию упрощают так, чтобы она представляла собой композицию бинарных операций.

Логические операнды

Операции унарные и бинарные

Унарные логические операции

Отрицание

Унарная операция — это операция для одного простого аргумента (суждения). Всего таких операций четыре, но мы рассмотрим лишь одну (остальные для вычислительной техники не имеют практического значения и в микроэлектронике не применяются). Эта операция называется *отрицанием*. Ее действие состоит в изменении значения суждения на противоположное.

Отрицание записывают следующими способами:

- по-русски: X = НЕ A;
- по-английски: X = NOT A;
- алгебраически: $X = \bar{A}$.

В тексте мы будем использовать форму записи **НЕ**, а в выражениях — **NOT**. Во-первых, ею широко пользуются программисты, а во-вторых, эту форму различают все поисковые информационные системы Интернета.

Бинарные логические операции

Бинарные операции — это операции для двух простых аргументов (суждений). Всего существует шестнадцать различных бинарных операций. Но мы из них рассмотрим только четыре, потому что лишь они имеют важное практическое значение в вычислительной технике. Это следующие операции:

- конъюнкция (**И**);
- дизъюнкция (**ИЛИ**);
- исключающая дизъюнкция (**ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**);
- штрих Шеффера (**НЕ И**).

Рассматривать эти операции мы будем с помощью так называемых *таблиц истинности*.

Таблицы истинности

Таблица истинности — это форма записи сложных логических выражений. Ее строки выражают соответствие между значениями сложного выражения и сочетаниями значений простых выражений, образующих его.

Существуют и другие формы записи логических выражений, например *алгебраическая форма*, но таблица истинности — базовая форма. Именно ее используют, когда сложное логическое выражение требуется представить впервые (обосновать, доказать).

Конъюнкция (логическое умножение)

Пусть имеются две простые логические величины A и B, связанные между собой отношением конъюнкции. В результате операции получается логическая величина X, удовлетворяющая таблице истинности, представленной справа. Как видите, сложное суждение истинно (имеет значение, равное 1) тогда и только тогда, когда истинны оба входящие в него простые суждения. Во всех остальных случаях результирующее суждение ложно.

Конъюнкция (И)

A	B	X
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

В литературе конъюнкцию называют также:

- операцией **И** (истина получается только когда и первое, и второе суждение истинны одновременно);
- логическим умножением.

В различных дисциплинах конъюнкция встречается столь часто, что записывают ее по-разному.

A **И** B A **AND** B A **&** B A ^ B
A ∩ B A × B A • B

Как и в алгебре, разрешается опускать точку, обозначающую умножение:

$$A \cdot B = AB$$

Все способы записи логических выражений равноправны. Пользоваться можно любым. В тексте мы будем использовать форму **И**, а в выражениях — A **AND** B — она характерна для языков программирования и поисковых систем Интернета.

Дизъюнкция (логическое сложение)

Для двух простых логических величин A и B результат операции дизъюнкции (X) определяется таблицей истинности, приведенной на следующем рисунке. Как видите, сложное суждение истинно (имеет значение, равное 1), когда истинно

Дизъюнкция (ИЛИ)

A	B	X
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

хотя бы одно из входящих в него простых суждений. В литературе дизъюнкцию называют *логическим сложением*, а также операцией **ИЛИ** (истина получается, когда истинно первое *или* второе суждение). Отношение дизъюнкции записывают следующими способами.

A **ИЛИ** B A **OR** B $A \cup B$ A + B

В тексте данной книги мы будем использовать форму **ИЛИ**, а в выражениях — форму A **OR** B как наиболее характерную для языков программирования и поисковых систем Интернета.

Управление порядком логических действий

Если сложное логическое выражение содержит две и более операций, возникает вопрос о том, в каком порядке они должны выполняться.

(A **AND** B) **OR** C ≠ A **AND** (B **OR** C)

О том, что корректный порядок исполнения действий не всегда соответствует тому порядку, в котором действия записаны, мы знаем из арифметики, где общепринято сначала выполнять операции умножения и деления, а потом сложения и вычитания. В математической логике тоже существуют соглашения об очередности операций. Однако, в отличие от арифметики, считать их общепринятыми пока нельзя. Так, в разных системах программирования могут реализовываться разные подходы.

Применение скобок

Во избежание недоразумений рекомендуется шире использовать математические скобки. Всюду, где возможно сомнение, ***следует явно указывать порядок действий с помощью скобок***. Скобки можно применять и там, где сомнений нет. В математической логике и в программировании, в отличие от арифметики и алгебры, *избыточное использование скобок приветствуется и никогда не считается неграмотностью.*

Исключающая дизъюнкция

Для двух простых логических величин A и B результат исключающей дизъюнкции определяется таблицей истинности, представленной на следующем рисунке.

Сложное суждение истинно (имеет значение, равное 1) тогда и только тогда, когда истинно одно из входящих в него простых суждений. Ситуации, соответствующие этой операции, в быту рассматриваются как ситуации выбора **ЛИБО... ЛИБО.** В технической литературе исключающую дизъюнкцию называют операцией **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** и записывают A **XOR** B[2] или A ⊕ B. В текстах данной книги мы будем использовать форму **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**, а в выражениях — A **XOR** B.

ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ

A	B	X
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

С точки зрения микропроцессора, **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** — самая распространенная компьютерная операция. Выполнять ее приходится чаще, чем арифметические операции сложения и вычитания. О том, сколько всего полезного можно сделать с помощью исключающей дизъюнкции, мы узнаем в ближайших разделах.

Самая распространенная операция

Штрих Шеффера

Эта операция обозначается как X = A \ B. Она имеет значение ЛОЖЬ тогда и только тогда, когда оба ее операнда имеют значение ИСТИНА. Чтобы понять значение штриха Шеффера, сравните таблицу истинности для этой операции с таблицей истинности для ранее рассмотренной операции конъюнкции.

ШТРИХ ШЕФФЕРА

A	B	X
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Сравнение показывает, что штрих Шеффера дает результат, обратный конъюнкции, то есть:

A \ B = **NOT** (A **AND** B)

В связи с этим штрих Шеффера очень часто называют операцией **НЕ И** или **NOT AND** (заметьте, что **NOT AND** — это не две операции **NOT** и **AND**, а одна операция: **NOT AND** — штрих Шеффера):

A **NOT AND** B = **NOT** (A **AND** B)

Важная особенность штриха Шеффера заключена в особой технической экономичности этой операции. В ближайших разделах мы узнаем, что для создания электронной схемы, реализующей штрих Шеффера, необходимо всего два элементарных электронных прибора — транзистора. Поэтому штрих

[2] Читается: *А экзор В.*

Шеффера нашел очень широкое применение в электронике и схемотехнике. Есть у этой операции и другие особенности, делающие ее незаменимой в микроэлектронике, но мы с ними познакомимся чуть позже.

§ 42. Двоичная логика

Мы ввели ряд понятий математической логики и продемонстрировали действие логических операций применительно к логическим объектам — суждениям. Теперь мы пойдем дальше и покажем, что логические операции можно проводить не только с суждениями, но и с числами. Для этого надо лишь представить числа в двоичной форме, а делать это мы уже умеем.

Но на этом мы не остановимся, а вспомним, что в двоичной форме можно записывать не только числа, но и тексты, звуки, графику и видео. Это означает, что логические операции можно проводить также с текстовыми, звуковыми, графическими и любыми иными объектами. Ограничение только одно: они должны быть предварительно записаны в двоичной форме, потому что на самом деле логические операции происходят не с информационными объектами, а с двоичными разрядами (битами), которые их представляют.

Свойства суждений

Основным объектом математической логики, как мы уже знаем, является суждение (высказывание). Все объекты имеют свойства — имеет их и суждение. Давайте выявим эти свойства.

На первый взгляд может показаться, что характерное свойство суждения — его содержание. На самом деле это не так. В математической логике содержание суждения не является свойством. Дело в том, что математическая логика — это разновидность формальной логики, в которой суждения рассматриваются не по содержанию, а по значению.

Логические значения

Логическое значение — вот свойство суждения! Правда, с точки зрения информатики у него есть досадный недостаток: оно не обладает уникальностью. Логических значений быва-

ет всего два: ИСТИНА и ЛОЖЬ, а суждений в одном сообщении может быть гораздо больше. Так что повторы значений неизбежны.

Мы знаем, что различимость объектов основана на уникальности набора их свойств. Поэтому очень полезно такой набор выявить. Делается это традиционно: когда очевидного уникального свойства нет, используется порядковый номер. В итоге все получается очень просто: логическое значение и порядковый номер в сообщении — вот набор свойств, однозначно характеризующий формальное суждение.

Свойства суждения: порядковый номер и значение

Свойства двоичного разряда (бита)

Бит — это двоичный разряд. Для примера рассмотрим пятый бит в двоичном представлении чисел 90 и 122. На самом деле нам совершенно все равно, какие числа рассматривать. Мы взяли 90 и 122 только для наглядности: 90 — это числовой код буквы «Z», а 122 — код буквы «z».



Как видите, текстовое содержание байта («Z» или «z») определяется свойствами одного-единственного бита. Таких свойств всего два: порядковый номер и числовое значение (состояние).

Бит и байт как логические объекты

Нетрудно заметить, что свойства двоичного разряда достаточно похожи на свойства простого логического суждения: порядковый номер и значение. Единственное различие связано с тем, что у логического суждения значение логическое (T или F), а у двоичного разряда — числовое (0 или 1). Однако это различие нетрудно преодолеть. Надо просто договориться, что логические значения будут представляться числами: T = 1; F = 0, — или наоборот. Давайте считать, что ИСТИНА обозначается единицей. Приняв такое соглашение, мы можем признать бит в качестве логического объекта — суждения, имеющего логическое значение.

Бит — суждение, высказывание

Мы знаем, что байт — это восьмибитная композиция. И если бит можно считать логическим объектом, то нельзя ли и байт

Байт — сообщение

считать логическим объектом? Оказывается, можно! В этом случае байт выступает в роли сообщения, содержащего восемь простых суждений.

Роль и значение двоичной логики

Продемонстрированное здесь слияние двоичной арифметики с математической логикой принято называть *двоичной логикой*. Основная роль двоичной логики заключается в том, что она позволяет выполнять логические операции не только над суждениями, что, честно говоря, малоинтересно, а над числами, текстами, звуками и изображениями. А вот это действительно интересно!

§ 43. Технологии двоичной логики

В ходе автоматических вычислений некоторые приемы повторяются так часто, что стали стандартными. Работая с компьютерами, мы встречаемся с ними постоянно, хотя и не замечаем этого, потому что внутренние операции вычислительной техники глубоко скрыты от глаз пользователя.

Обнуление байта (ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ)

Мы начнем с самой простой операции двоичной логики — обнуления байта. Как это ни покажется странным, но потребность в нулевых байтах очень велика. Если, например, в какой-то ячейке памяти компьютера надо организовать счетчик, значит, предварительно надо эту ячейку обнулить (говорят: *инициализировать* — подготовить к работе). Другой пример: если надо сравнить какое-то число с нулем, значит, этот нуль надо где-то взять.

Можно сказать так, что в вычислительной технике всегда есть потребность в нулях, и удовлетворить ее не так просто, как хотелось бы думать. Современные компьютеры насчитывают сотни миллионов ячеек памяти, но без специальной проверки утверждать, что в какой-то из них хранится нулевое значение, нельзя ни в коем случае. А такая проверка — дело весьма хлопотное. Вместо того чтобы заниматься ею, проще сделать нулевой байт своими руками в тот момент, когда он потребуется. Самый удобный способ для этого — знакомая нам операция **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**.

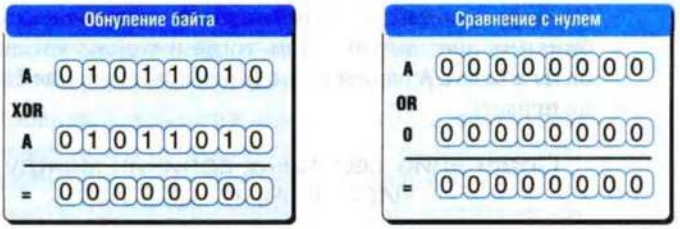


Рис. 10.1. Обнуление байта и сравнение байта с нулем — самые распространенные операции вычислительной техники

Допустим, у нас есть двоичная величина A, которую надо обнулить. Вот как это делается:

A **XOR** A

Можете проверить по таблицам истинности. Эта операция гарантированно дает нули во всех двоичных разрядах при любых значениях A.

Ранее мы уже говорили о том, что **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** — едва ли не самая распространенная операция вычислительной техники. Вы только что увидели один из многочисленных примеров ее применения. Впрочем, у этой операции есть и более замечательные свойства. Ниже мы узнаем и о них.

Сравнение с нулем (ИЛИ)

В вычислительной технике очень часто приходится сравнивать различные значения с нулем. Например, когда на персональном счете пользователя мобильного телефона заканчиваются средства, список доступных услуг заметно сокращается. Очевидно, в рабочем компьютере оператора связи в этот момент включается особый режим обслуживания абонента.

Для сравнения с нулем в электронных устройствах используется логическая операция **ИЛИ**. Так, операция A **OR** 0 дает в результате 0 тогда и только тогда, когда все биты A — нулевые.

Правда, здесь возникает вопрос, где взять нулевой байт для этой операции, но ответ на него мы уже знаем:

A **OR** (B **XOR** B)

Проверьте по таблицам истинности и убедитесь, что эта комбинация дает в итоге ноль тогда и только тогда, когда все биты в байте A равны нулю (при этом значение байта B роли не играет).

Сравнение двоичных величин между собой (ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ)

Конечно, сравнение числа с нулем — очень важная операция, но не всегда надо сравнивать числа именно с нулем. Иногда приходится сравнивать числа друг с другом, например, когда надо убедиться в наличии или отсутствии равенства между ними. Так, в компьютерной игре судьба героя, бегущего по полю боя, существенно зависит от того, совпадут ли его координаты с координатами заложенной мины или с координатами летящей пули.

В арифметике две величины A и B сравниваются очень просто: надо из одной вычесть другую и результат сравнить с нулем. Но для вычислительной техники такой подход неприемлем, потому что электронные микросхемы не понимают, что такое «вычесть». Они работают с электронными сигналами и выполняют только операции двоичной логики.

Здесь нам опять приходит на помощь операция **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**. Результат операции A **XOR** B равен нулю тогда и только тогда, когда A = B. Если A — координаты героя, а B — координаты мины, то результат операции A **XOR** B соответствует удачливости героя.

Если A **XOR** B = 0, то A = B

Шифрование — дешифрование (ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ)

Исторически шифрование сообщений применялось как средство тайнописи (криптографии) для сокрытия содержания сообщений от посторонних лиц. Сегодня цели и задачи шифрования существенно изменились. Ныне криптографическое применение шифрования ограничено сферой деятельности специальных служб, а в гражданском документообороте использование средств шифрования для обеспечения тай-

нописи ограничено законом. Зато бурно развивается другая функция средств шифрования, — функция идентификации личности и аутентификации[3] документов.

Сегодня с помощью технологий шифрования в электронном информационном обмене происходит проверка полномочий клиентов, удостоверение прав пользователей, обеспечение целостности документов. Процедуры шифрования и дешифрования сопровождают звонки с мобильного телефона, обращения к службам Интернета, платежи, выполненные с помощью карт платежных систем, а также множество других повседневных действий. Воспроизведение кинофильмов на дисках *DVD*, просмотр каналов спутникового телевидения, запуск компьютерных игр — все эти процедуры также сопровождаются шифрованием и дешифрованием данных.

Широкое использование средств шифрования в гражданском документообороте — одна из характерных черт информационного общества.

Сейчас мы познакомимся с одной из простейших технологий шифрования на примере операции **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** и добавим к рассмотренным ранее особенностям этой операции еще одну: *повторенная дважды, она отменяет саму себя.*

(A **XOR** Q) **XOR** Q = A

То, что здесь записано, означает, что первое применение операции **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** можно использовать для шифрования данных, а второе — для их дешифрования.

Допустим, у нас есть байт A. Назовем его *исходным сообщением*. Допустим, у нас есть байт Q. Назовем его *ключом*. Применив к данным A операцию **XOR** с ключом Q, мы получаем зашифрованные данные B:

A **XOR** Q = B.

[3] Под *идентификацией личности* понимается объективное подтверждение того факта, что субъект информационного обмена действительно является тем лицом, за которое он себя выдает. Под *аутентификацией документа*, полученного по каналам связи, понимается объективное подтверждение того факта, что документ не был модифицирован в канале связи (не был подделан, искажен, подменен).



На рисунке показан пример, в котором буква «Z» шифруется ключом 0001 1011, который превращает ее в букву «A».

Если адресату известен ключ Q, он может легко дешифровать сообщение, применив к полученным данным операцию **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** с ключом Q, которым данные шифровались[4]:

B **XOR** Q = A

На рисунке показан пример, в котором буква «A» дешифруется ключом 0001 1011 и вновь превращается в букву «Z».

Маскирование данных (И)

Выше мы рассмотрели операцию обнуления байта и показали, что для нее можно эффективно использовать операцию **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**. Однако бывают случаи, когда обнулить надо не весь байт, а какой-то отдельный бит. Эта операция называется *маскированием*. Тот бит, который обнуляется в ходе этой операции, называется *маскируемым битом*.

В качестве примера давайте вспомним о том, что коды одноименных прописных и строчных букв различаются только содержанием пятого бита (если считать, начиная с нуля). Это означает, что если взять текст и в коде каждой буквы обнулить пятый бит, получится тот же текст, но записанный прописными буквами. Маскирование данных выполняют с помощью логической операции И:

A **AND** B = X

[4] Если шифрование и дешифрование данных выполняются одним и тем же ключом, технология шифрования называется *симметричной*. Методы симметричного шифрования эффективны и достаточно надежны, но у них есть недостаток: создатель сообщения должен как-то передать ключ адресату, а ключ можно перехватить так же, как и сообщение. Поэтому многочисленные процедуры реального информационного обмена основываются на *несимметричном шифровании*, при котором ключ шифрования и ключ дешифрования — разные ключи. На несимметричном шифровании основано подписание документов и программ электронной цифровой подписью. С этой технологией мы познакомимся в следующей книге: в расширенном курсе информатики.



В этом примере число B называется *маской*. Нулевые биты маски «закрывают» собой соответствующие биты исходного числа A. Независимо от состояния маскируемых битов в исходном сообщении, в результирующем сообщении они становятся равными нулю.

Операцию маскирования широко применяют при информационном обмене с внешними устройствами ввода/вывода. Устройство может быть подключено к компьютеру восьмижильным кабелем, но если известно, что ожидаемый сигнал должен поступить по второму (считая от нуля) и четвертому проводникам, то все прочие данные, поступающие по другим проводникам, надо замаскировать, например так:

A **AND** 0001 0100 = A **AND** 20

Фильтрация данных (И)

Давайте взглянем на операцию маскирования еще раз, но сделаем это иначе.

A **AND** B = X

Мы можем говорить о том, что в результирующий байт X проходят только те биты исходного байта A, которым в байте B соответствует единица. Чем-то эта операция напоминает про сеивание через решето и называется *фильтрацией*. В данном случае байт B называется не маской, а *фильтром*. Фильтр пропускает без изменения те биты исходного числа, для которых соответствующие биты фильтра равны единице.



В принципе, маскирование и фильтрация — это одна и та же операция. Разница в названии лишь отражает разницу в применении. Если цель в том, чтобы скрыть ненужные биты данных, операцию называют *маскированием*. Если же цель в том, чтобы выявить только нужные биты данных, ее называют *фильтрацией*. Маску формируют нулями, а фильтр, наоборот, единицами.

§ 44. Двоичная логика в компьютерной графике

Математическая характеристика моделей компьютерной графики

Мы знаем, что существует три основных вида компьютерной графики: *растровая* (элемент изображения — точка), *векторная* (элемент — линия) и *трехмерная* (элемент — треугольник). Различаются эти виды не только характерными элементами, но и характером типовых графических процедур:

- для трехмерной графики характерно решение систем уравнений первого порядка;
- для векторной графики характерно решение отдельных уравнений, но третьего порядка;
- для растровой графики алгебраические операции вообще не характерны, а характерны операции двоичной логики с отдельными точками. Именно этим обусловлена высокая эффективность обработки растровых изображений на компьютерах.

Логическая модель растрового изображения

Пиксел (*picture cell*, англ.) — элемент растрового изображения, точка растра. В простейшей модели его можно рассматривать в качестве логического объекта, обладающего двумя свойствами: порядковым номером в развертке изображения и состоянием: включен — выключен[5]. Включенный пиксел имеет цвет переднего плана. Выключенный пиксел имеет другой цвет — цвет фона.

Инверсия изображения (операция НЕ)

Инверсия — самая простая операция растровой графики. Она выполняется логической операцией **НЕ**. В результате операции включенные пикселы изображения выключаются, а выключенные, наоборот, включаются. В черно-белом изображении белые пикселы становятся черными, и наоборот. Если же изображение цветное, цвет каждого пиксела заменяется цветом,

[5] На самом деле современные модели растровой графики не столь просты: они имеют множество слоев и каналов, между которыми действуют сложные взаимосвязи, но для демонстрации того, как операции математической логики работают с графическими объектами, нам вполне достаточно упрощенной модели.

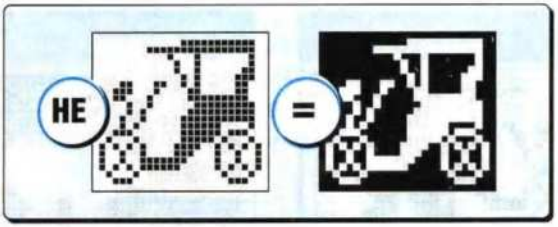


Рис. 10.2. В результате инверсии изображение превращается в собственный негатив

дополняющим его до нейтрального: красный цвет заменяется голубым; зеленый — пурпурным; синий — желтым (см. § 33). При этом более яркие пикселы становятся менее яркими, и наоборот (рис. 10.2). В результате инверсии изображение превращается в собственный негатив.

Слияние изображений (операция ИЛИ)

При слиянии двух изображений в результирующем изображении включаются пикселы, включенные либо в первом изображении, либо во втором, либо в обоих изображениях вместе. Эту очень простую операцию можно использовать как основу для простейших фотохудожественных монтажей (рис. 10.3).

Маскирование изображений (операция И)

Слияние изображений с помощью операции **ИЛИ** — действительно простая и быстрая операция, но не все задачи она позволяет решить. В примере, представленном на рисунке 10.3, мы немного «схитрили», скомбинировав непересекающиеся объекты. Но если объекты накладываются друг на друга, они

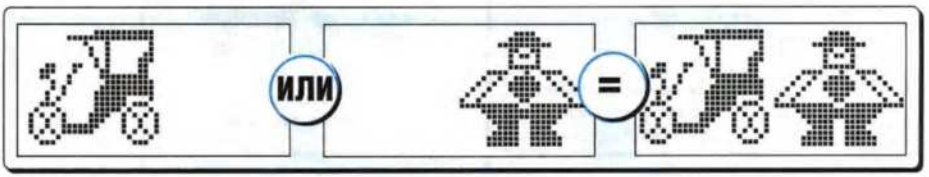


Рис. 10.3. Слияние изображений операцией ИЛИ — это основа для создания простейших фотохудожественных монтажей



Рис. 10.4. Если сливающиеся изображения пересекаются, нижнее изображение надо маскировать маской прозрачности верхнего изображения

сливаются так, что невозможно понять, какой из них находится ближе к наблюдателю. Решить эту проблему помогает маскирование с помощью операции **И**.

В тех случаях, когда возможно наложение изображений друг на друга, возникает дополнительный вопрос: «Какие пикселы верхнего изображения следует считать прозрачными?» Это вопрос творческий, и компьютер решить его не в состоянии. Его решением занимается художник. Он готовит специальный рисунок — так называемую *маску прозрачности*. В ней включены те пикселы, которые следует считать прозрачными, а все остальные — выключены, независимо от их цвета.

Маска прозрачности

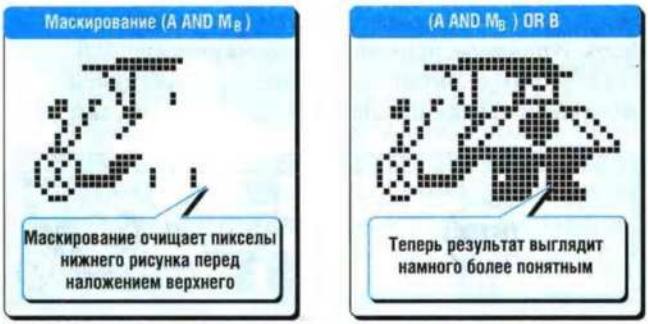


Рис. 10.5. Маскирование позволяет управлять наложением изображений друг на друга

Маску прозрачности для рисунка B мы назвали M_B. Соответственно, операция A **AND** M_B называется «маскированием объекта A маской объекта B». В результате этой операции рисунок A подготавливается к корректному наложению рисунка B (рис. 10.5).

Стирание изображения (операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ)

Корректно стереть графический объект не менее важно, чем корректно его изобразить. Аккуратное стирание, при котором полностью восстанавливается фон, лежавший под объектом, позволяет выполнить операция **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**. Напомним одно из основных свойств этой операции:

(A **XOR** Q) **XOR** Q = A.

Это соотношение означает буквально следующее: если на растровый рисунок A с помощью операции **XOR** наложен другой растровый рисунок Q, то последствия операции можно отменить и полностью восстановить состояние рисунка A, повторив ту же операцию **XOR** Q.

Эта особенность операции **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** нашла ей широкое применение в компьютерной анимации (мультипликации). Проведите указателем мыши по экрану, обращая внимание на то, как он перекрывает графические объекты, расположенные под ним, и на то, как эти объекты восстанавливаются после смещения указателя. Знайте, что в этот момент микросхемы компьютера реализуют логическую операцию **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**.

§ 45. Введение в схемотехнику

Схемотехника — это одно из научно-технических направлений. К предметной области схемотехники относится создание электронных схем, выполняющих заданные функции.

Схемотехника имеет математические и технические основы. К ее математическим основам относится математическая логика, а к техническим — микроэлектроника. Связь между математической логикой и микроэлектроникой осуществляется через так называемую *транзисторную логику*.

Транзисторная логика

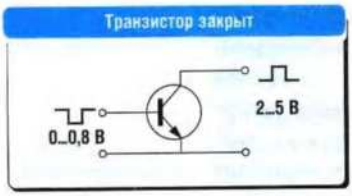
Транзистор — элементарный логический прибор



В основе большинства схемотехнических конструкций лежит простейший микроэлектронный прибор — транзистор. Он имеет три вывода (контакта). Крайние выводы называются *эмиттером* (Э) и *коллектором* (К). Средний вывод называется *базой* (Б).

Основное свойство транзистора заключается в том, что его проводимость зависит от напряжения, приложенного к базе. В зависимости от его величины транзистор может находиться в одном из двух устойчивых состояний (закрыт—открыт) или в неустойчивом переходном состоянии.

Закрытое состояние



Транзистор закрыт, когда к базе приложено низкое напряжение (обычно низким считают напряжение от 0 до 0,8В). В этом случае сопротивление участка эмиттер—коллектор — максимальное, и ток по нему не идет, зато напряжение между эмиттером и коллектором имеет высокий уровень. Обычно высоким уровнем считают напряжение от 2В до 5В.

Открытое состояние



Транзистор открыт, когда к базе приложено высокое напряжение (2...5В). В этом случае участок эмиттер—коллектор имеет минимальное электрическое сопротивление (высокую проводимость). Соответственно, в этом случае перепад напряжения между эмиттером и коллектором минимален: имеет низкий уровень (0...0,8В).

Промежуточное состояние

Напряжение на базе в диапазоне от 0,8В до 2В соответствует неустойчивому промежуточному состоянию, когда транзистор переходит из открытого состояния в закрытое (и обратно).

В вычислительной технике переходной режим работы транзисторов не используют, а напряжения указанного диапазона избегают[6].

Транзисторная логика

В предыдущих разделах мы установили, что между математической логикой и арифметикой имеется совершенно очевидная аналогия. Она выражается через двоичную логику. Сегодня мы расширим наши взгляды и покажем, что существует также аналогия между математической логикой и схемотехникой. Она выражается через так называемую *транзисторную логику*.

Таблица 10.1. *Технико-математическая аналогия*

	Математическая логика	Двоичная логика	Транзисторная логика
Информационный объект	Суждение	Двоичный разряд (бит)	Сигнал
Основное свойство	Логическое значение	Числовое значение	Уровень сигнала
Количество возможных значений	2	2	2
Варианты значений	ИСТИНА/ЛОЖЬ TRUE/FALSE T/F	1/0	Высокий/низкий HIGH/LOW H/L
Уникальное свойство	Порядковый номер в сообщении	Порядковый номер в байте	Порядковый номер в потоке

Основной информационный объект транзисторной логики — сигнал, а его основное свойство — уровень амплитуды (измеряется в вольтах, В). Он может иметь одно из двух значений: либо ВЫСОКОЕ, либо НИЗКОЕ. Выше мы сказали, что за высокий уровень принимают напряжение порядка 5В, а за низкий — 0...0,8В, но это условность. Принято говорить не об амплитудах и не о напряжениях, а различать только уровни:

[6] Переходные режимы работы транзисторов нашли широкое применение в радиотехнике и электронике, где их используют для создания полупроводниковых усилителей.

ВЫСОКИЙ (HIGH, H) и НИЗКИЙ (LOW, L). На схемах устройств эти уровни обычно представляют графически: ВЫСОКИЙ — ⎍ и НИЗКИЙ — ⎍.

§ 46. Логические вентили

Мы знаем, как операции математической логики выполняются над суждениями, а операции двоичной логики — над двоичными разрядами (битами). Сейчас мы узнаем, как логические операции применяются к сигналам. Для этого служат электронные устройства, называемые *логическими вентилями*.

Логические вентили собирают из транзисторов. Обычно на создание простейшего вентиля расходуется от одного до трех транзисторов.

Инвертор (вентиль НЕ)



Конструкция инвертора чрезвычайно проста: он состоит всего из одного транзистора. При поступлении на базу сигнала низкого уровня транзистор заперт и, соответственно, с его выхода снимается напряжение (сигнал) высокого уровня.

Если же на базу поступает сигнал высокого уровня, транзистор отпирается. Между его эмиттером и коллектором хорошо проходит ток, и с выхода прибора снимается сигнал низкого уровня.

Если принять, что сигнал низкого уровня соответствует нулю, а высокого уровня — единице, для инвертора можно построить таблицу истинности. Как нетрудно убедиться, она полностью соответствует таблице истинности для логической операции **НЕ** (см. § 41). Таким образом, инвертор — это техническое устройство (логический вентиль), выполняющее логическую операцию **НЕ**.

Вентиль НЕ И (штрих Шеффера)

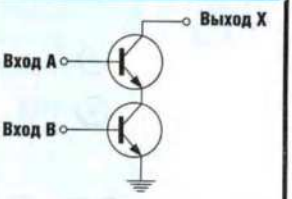
Рассмотрев логический вентиль для унарной логической операции **НЕ**, мы переходим к изучению вентилей, реализующих бинарные логические операции. Напомним, что бинарные

операции имеют два операнда. Соответственно, их вентили должны иметь по два входа и по одному выходу.

Самый простой бинарный вентиль реализует операцию **НЕ И**, которую ранее мы назвали штрихом Шеффера (см. § 41). Работа этого вентиля вместе с таблицей истинности представлена на рисунке.

Как видно из рисунка, этот вентиль может быть открыт тогда и только тогда, когда открыты оба транзистора, то есть оба сигнала (A и B) имеют высокий уровень. При этом уровень выходного сигнала (X) — низкий.

Штрих Шеффера (вентиль НЕ И)

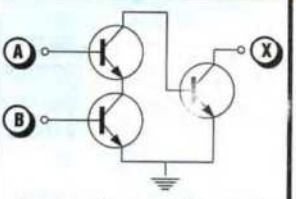


A	B	X
0	1	1
1	0	1
0	0	1
1	1	0

Вентиль И

Великое достоинство логической операции штрих Шеффера заключается в том, что ее вентиль чрезвычайно прост. Проще него бывает только инвертор. Однако на этом достоинства штриха Шеффера заканчиваются. Надо сказать, что роль этой операции в математической и двоичной логике весьма невелика. В вычислениях она практически не применяется. Зато у нее есть другая роль — техническая, и электронных микросхем, выполняющих эту операцию, выпускают очень много. Дело в том, что штрих Шеффера — это прекрасная заготовка для создания вентиля **И**. Надо просто инвертировать результат, и все. А операция **И** имеет, как мы знаем, важное значение и в математической, и в двоичной логике. Схема вентиля **И** вместе с его таблицей истинности представлена на рисунке.

Вентиль И



A	B	X
0	1	0
1	0	0
0	0	0
1	1	1

Вентиль НЕ ИЛИ

Очевидно, читатель уже понял, что инвертирование сигналов — характерное свойство транзистора. Поэтому, если нам нужно сконструировать вентиль для распространенной операции **ИЛИ**, надо сначала создать вентиль для операции **НЕ ИЛИ**, полезность которой на первый взгляд не очевидна. Работа этого вентиля вместе с его таблицей истинности представлена

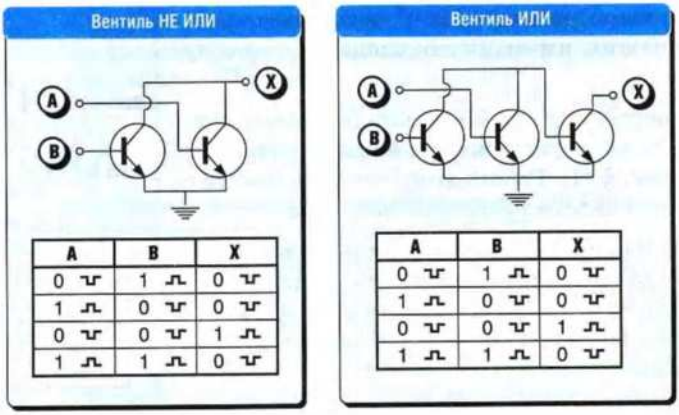


Рис. 10.6. Сам по себе вентиль НЕ ИЛИ интереса не представляет, но он легко превращается в вентиль ИЛИ, который, в отличие от него, используется очень широко

на рисунке 10.6. Как видно из рисунка, вентиль открыт, если открыт хотя бы один из двух транзисторов, то есть когда хотя бы один из сигналов (A или B) имеет высокий уровень. При этом уровень выходного сигнала (X) — низкий.

Вентиль ИЛИ

Имея вентиль **НЕ ИЛИ**, не составляет труда получить вентиль **ИЛИ**. Для этого надо просто отправить выходной сигнал на инвертор (рис. 10.6). Как видите, на создание этого вентиля необходимо затратить целых три транзистора.

Вентиль ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ

В предыдущих разделах мы сказали так много добрых слов об операции **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**, что теперь хотелось бы увидеть базовый вентиль, выполняющий эту операцию. К сожалению, такого вентиля не существует. Однако это не означает, что данную операцию нельзя реализовать средствами транзисторной логики. Реализовать ее, конечно, можно, но это требует комбинирования нескольких логических вентилей, причем сделать это можно не одним-единственным способом. В целом операция **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ** оказывается весьма дорогосто-

ящей — в некоторых вариантах для ее реализации требуется более десятка транзисторов. Увы, самые элегантные и эффективные технические решения часто оказываются недешевыми. Ниже мы вернемся к схемотехнической реализации операции **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**, но для этого нам сначала надо познакомиться с тем, как комбинируются вентили друг с другом и как они представляются на схемах.

§ 47. Комбинирование логических вентилей

С этого момента в качестве базовых элементов схемотехники мы можем рассматривать не транзисторы, а собранные из них логические вентили. С одной стороны, это удобно, потому что позволяет абстрагироваться от физики и забыть о существовании напряжений, сопротивлений и токов. Тем, кто не любит физику, такой подход обычно нравится.

С другой стороны, переходить от транзисторов к вентилям не очень удобно, потому что на смену одному-единственному типу транзисторов приходит пять базовых типов логических вентилей. У каждого вентиля свои особенности и свое условное обозначение на схемах.

Вентили базового набора

Пять типов вентилей: **НЕ**, **НЕ И**, **НЕ ИЛИ**, **И**, а также **ИЛИ** — образуют базовый набор, с помощью которого можно сформировать любую схему, выполняющую любое логическое преобразование. Условные обозначения логических вентилей базового набора представлены на рисунке 10.7.

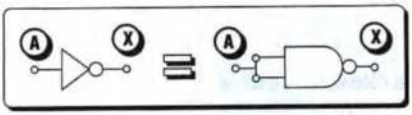


Рис. 10.7. Условные обозначения базовых логических вентилей

Эквивалентность логических схем

Две логические схемы называются эквивалентными, если они выполняют одинаковые функции.

Факт эквивалентности двух схем устанавливается по их таблицам истинности. Если таблицы истинности совпадают, значит, схемы эквивалентны.



В качестве простейшего примера рассмотрим две схемы, реализующие инверсию. В первой использован инвертор **НЕ**, а во второй — штрих Шеффера (**НЕ И**), у которого оба входа соединены друг с другом. Эта нехитрая доработка превращает вентиль **НЕ И** в вентиль **НЕ**, что нетрудно подтвердить таблицей истинности.

На рисунке 10.8 представлен еще один пример эквивалентности схем. В данном случае вентиль штриха Шеффера (**НЕ И**) использован для реализации вентиля **ИЛИ**. Использование трех вентилей вместо одного может показаться расточительным, но на такие жертвы иногда приходится идти, например когда на складе хранятся микросхемы только одного типа.

Существует несколько способов формирования схемы, соответствующей операции **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**. Самая экономичная схема насчитывает в своем составе 8 транзисторов и состоит из двух инверторов и трех штрихов Шеффера. Инверторы тоже можно заменить штрихами Шеффера, но в этом случае схема увеличится на два транзистора. Самостоятельно заполните таблицу истинности и убедитесь в том, что схема, приведенная на рисунке 10.9, действительно реализует операцию **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**.

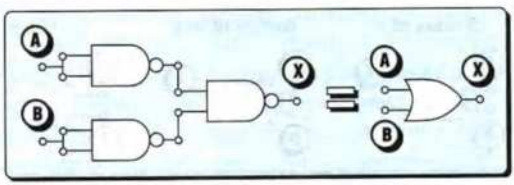


Рис. 10.8. Три вентиля штриха Шеффера могут заменить один вентиль ИЛИ



Эквивалентность докажите самостоятельно

A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A} \setminus B$	$A \setminus \overline{B}$	$(\overline{A} \setminus B) + (A \setminus \overline{B})$	A XOR B
0	1						1
1	0						1
0	0						0
1	1						0

Рис. 10.9. Самая экономичная схема для реализации операции ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ

Преобразование логических схем

Логические схемы преобразуют построением схем, эквивалентных данным. Существует по крайней мере две инженерные задачи, требующие такого эквивалентного преобразования:

- упрощение сложной схемы до более простого и экономичного вида;
- преобразование схемы, состоящей из вентилей разных типов, в схему, использующую вентили лишь одного типа. Это действительно можно сделать, хотя и не для любых вентилей, а только для вентилей **НЕ И** и **НЕ ИЛИ**[7]. Потребность в подобном преобразовании возникает, когда необходимо создать произвольную схему, а в наличии имеются вентили одного типа.

Тождественность логических выражений

Как видите, практические задачи для преобразования логических схем действительно существуют. Однако это не означает, что преобразуются действительно схемы. На самом деле аналогия, существующая между математической логикой и схемотехникой (см. § 45), позволяет заменить преобразование схем преобразованием выражений.

В основе преобразования логических выражений лежит понятие об их равносильности (или тождественности).

[7] У вентилей **НЕ И** и **НЕ ИЛИ** есть характерная особенность. Они уникальны тем, что позволяют собрать любую произвольную схему, используя только одинаковые вентили. Поэтому эти вентили еще называют *совершенными вентилями*.

Два логических выражения называются равносильными (тождественными), если они зависят от одних и тех же логических переменных и при одинаковых значениях этих переменных имеют одинаковые значения.

Из данного определения вытекает тот факт, что два логических выражения являются тождественными, если они имеют одинаковые таблицы истинности. Таблица истинности — основной критерий, который используется на практике для доказательства равносильности выражений математической логики. Тем самым таблицы истинности играют важную роль при доказательстве эквивалентности логических схем.

Законы математической логики

Тот, кто заполнит таблицу истинности, показанную на рисунке 10.9, поймет, что доказательство тождественности логических выражений — отнюдь не простая задача. И чем сложнее логические выражения, тем труднее доказать их тождественность.

Однако существует десяток тождественных логических преобразований, равносильность которых доказана раз и навсегда. Эти преобразования называют *законами математической логики*. Ими можно пользоваться при упрощении сложных логических выражений (при упрощении логических схем).

Законы математической логики принято рассматривать в двух группах: относительно конъюнкции (логического умножения) и относительно дизъюнкции (логического сложения). Примерно так же порознь мы рассматриваем законы арифметики для сложения и умножения.

§ 48. Элементная база вычислительной техники

Одна из причин, по которой мы столь быстро расстались с транзисторами и перешли к рассмотрению логических вентилей, заключается в том, что вентили не обязательно должны быть транзисторными. Существуют конструкции, созданные на основе иных компонентов. От принципа их действия зависит

Таблица 10.2. Законы математической логики

Закон	Для конъюнкции	Для дизъюнкции
Закон тождества	$1A = A$	$1 + A = 1$
Закон нуля	$0A = 0$	$0 + A = A$
Закон идемпотентности	$AA = A$	$A + A = A$
Закон инверсии	$A\bar{A} = 0$	$A + \bar{A} = 1$
Коммутативный закон	$AB = BA$	$A + B = B + A$
Ассоциативный закон	$(AB)C = A(BC)$	$(A + B) + C = A + (B + C)$
Дистрибутивный закон	$A(B + C) = AB + AC$	$A + BC = (A + B)(A + C)$
Закон поглощения	$A(A + B) = A$	$A + AB = A$
Закон Де Моргана	$\overline{(AB)} = \bar{A} + \bar{B}$	$\overline{(A + B)} = \bar{A}\bar{B}$

производительность, стоимость, размеры и энергопотребление компьютера. Все это отражается на его функциональных возможностях и способах применения. Поэтому элементная база служит главной характеристикой при классификации вычислительной техники.

Первое поколение ЭВМ

Компьютеры первых поколений называли электронно-вычислительными машинами (ЭВМ). Первая ЭВМ — «ЭНИАК» — была построена в США в 1945 г. В ее основе лежали логические вентили, собранные на радиолампах. В 1946 г. работы по созданию ламповой ЭВМ начались в Советском Союзе. Их возглавил академик Семен Алексеевич Лебедев[8] (1902–1974).

Первое поколение: радиолампы

Первая отечественная ЭВМ вступила в строй в 1950 г. Ее назвали МЭСМ — Малая электронная счетная машина. Она стала первым компьютером в континентальной Европе.

ЭВМ первого поколения отличались большими размерами, высоким энергопотреблением, сложностью обслуживания и низкой надежностью. Радиолампы — сравнительно ненадежные элементы, склонные перегорать аналогично бытовым электроосветительным приборам. Эксплуатация первых

[8] Впоследствии Семен Алексеевич вспоминал, что если бы не Великая Отечественная война, работу над ЭВМ он начал бы намного раньше.

ЭВМ была очень затратным мероприятием. Позволить себе его могли лишь государственные организации, крупнейшие промышленные корпорации и отдельные учебные заведения. ЭВМ первого поколения находились в эксплуатации до начала 60-х годов XX века.

Второе поколение ЭВМ

Второе поколение: транзисторы

В 1947 г. группа американских физиков под руководством Уильяма Шокли (1910–1989) разработала полупроводниковый элемент, получивший название *транзистор*. По своим габаритам, энергопотреблению и надежности транзисторы намного превосходили ламповые триоды и заменили их при производстве логических вентилей. Транзисторы стали элементной базой ЭВМ второго поколения. Выпуск компьютеров этого поколения начался в 1957 г. и продолжался до конца 60-х годов.

Третье поколение ЭВМ

Третье поколение: интегральные микросхемы (ИС)

В 1959 г. Джек Килби, сотрудник американской компании «Тексас Инструментс», занимавшийся разработкой электронных вычислительных цепей, предложил объединить несколько транзисторов, конденсаторов и резисторов в одном полупроводниковом приборе. Так родилась первая *интегральная микросхема* (ИС).

Начиная с 1964 г. интегральные микросхемы применяются в качестве базовых элементов в ЭВМ третьего поколения. Переход к третьему поколению позволил существенно увеличить эффективность производства и, тем самым, снизить цену компьютеров. После перехода к третьему поколению компьютеры стали доступными для высших и специальных учебных заведений.

Четвертое поколение ЭВМ

Четвертое поколение: БИС

По мере развития технологии производства микросхем их насыщенность непрерывно росла. К 1970 г. количество транзисторов, интегрированных в одном приборе, превысило 100 шт. Начиная с этого времени стали различать *малые интегральные схемы* (МИС), *средние интегральные схемы* (СИС), *большие*

Таблица 10.3. Классификация интегральных микросхем

Количество элементов	Наименование (рус.)	Наименование (англ.)
10	МИС (малая интегральная схема)	SSI (small-scale integration)
100	СИС (средняя интегральная схема)	MSI (medium-scale integration)
5000	БИС (большая интегральная схема)	LSI (large-scale integration)
50 000	СБИС (сверхбольшая интегральная схема)	VLSI (very large-scale integration)
100 000		SLSI (super large-scale integration)
>100 000	УБИС (ультрабольшая интегральная схема)	ULSI (ultra large-scale integration)

интегральные схемы (БИС) и другие. Сегодня интегральные микросхемы содержат миллионы элементов.

При появлении в середине 70-х годов компьютеров, собранных на больших интегральных микросхемах (БИС), начали говорить о четвертом поколении ЭВМ. Высокая степень интеграции сказалась прежде всего на габаритах компьютеров — они стали столь малыми, что компьютеры четвертого поколения часто называли микрокомпьютерами. По своим экономическим показателям компьютеры четвертого поколения были доступны отдельным подразделениям предприятий (отделам, лабораториям) и учебных заведений (факультетам).

Пятое поколение ЭВМ

Пятое поколение: СБИС — персональные компьютеры

Переход к сверхбольшим интегральным схемам (СБИС) сделал габариты ЭВМ такими, что появилась возможность оснащать ими отдельные рабочие места. С этого времени появился новый термин — *персональный компьютер*. На этом классификация ЭВМ по элементной базе завершилась. По этому критерию все персональные компьютеры можно рассматривать как ЭВМ пятого поколения.

В то же время, модели персональных компьютеров тоже рассматривают в нескольких поколениях. С этой точки зрения мы сегодня находимся на переходе от седьмого к восьмому поколению персональных компьютеров.

Краткое содержание темы

- Системы числового кодирования позволяют представлять информацию числовыми данными, но на физическом уровне технические системы работают не с числами, а с сигналами. Переход от действий с числами к действиям с сигналами выполняется через операции математической логики.
- Математическая логика оперирует с *суждениями* (*высказываниями*).
- Каждое суждение имеет одно из двух возможных логических значений: ИСТИНА или ЛОЖЬ.
- Суждения бывают *простыми* и *сложными*. Простое суждение представляется одним повествовательным предложением, выражающим утверждение. Логическое значение отдельно взятого простого суждения (его истинность или ложность) устанавливается научной дисциплиной, к предмету которой данное суждение относится.
- При записи простые суждения представляются *логическими переменными*, например A, B, X и т. п.
- Сложные суждения представляют собой композиции из нескольких простых суждений, взаимосвязанных *логическими операциями* (*действиями*, *отношениями*).
- При записи сложные суждения представляются логическими выражениями, например: A **AND** B; Q **XOR** P и т.п.
- Логические переменные, входящие в логическое выражение, называются *логическими операндами*.
- В зависимости от количества операндов логические операции делят на *унарные* (один операнд) и *бинарные* (два операнда). Если операндов больше, операцию упрощают с помощью скобок до группы бинарных операций.
- Наиболее важная унарная операция — *отрицание*. Она меняет значение логического выражения на противоположное.
- Наибольшее практическое значение имеют следующие четыре бинарные операции: *конъюнкция* (**И**), *дизъюнкция* (**ИЛИ**), *исключающая дизъюнкция* (**ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**) и *штрих Шеффера* (**НЕ И**).

- Операции математической логики представляются *таблицами истинности*. Таблица истинности логической операции содержит все возможные сочетания значений исходных операндов и соответствующие им результирующие значения.
- Основные объекты двоичной арифметики — биты и байты — можно рассматривать в качестве объектов математической логики. В этом случае биты играют роль логических суждений, а байты — роль сообщений.
- Логические операции с объектами двоичной арифметики являются предметом *двоичной логики*. Цель двоичной логики состоит в том, чтобы реализовать операции с числовыми данными с помощью электронных устройств.
- В качестве объектов математической логики можно рассматривать объекты растровой графики — пикселы и изображения. В этом случае пикселы играют роль логических суждений, а изображения — роль сообщений.
- Логические операции с объектами растровой графики являются предметом *двоичной графики*. Цель двоичной графики состоит в том, чтобы реализовать операции с графическими данными с помощью электронных устройств.
- Простейшая операция двоичной логики — *инверсия*. Она выполняется логической операцией **НЕ** и переключает все биты байта в противоположное состояние. В двоичной графике инверсию применяют для построения негативного изображения.
- Самая распространенная операция двоичной логики — **ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ**. Ее применяют для обнуления значений байтов, для сравнения двоичных величин между собой, а также в технологиях защиты информации. В компьютерной графике эту операцию используют для анимации изображений.
- Операцию **ИЛИ** в двоичной логике используют обычно для сравнения чисел с нулем, а в двоичной графике — для наложения изображений друг на друга.
- Характерное свойство операции **И** — маскирование (битов в байте или пикселов в изображении). При работе с данными маскирование используют для отсева ненужных данных. На технологии маскирования основана работа фильтров. В двоич-

ной графике предварительное маскирование применяют как подготовительную операцию перед слиянием изображений.

- Основным техническим элементом транзисторной логики является транзистор — электронный прибор, имеющий три контакта.
- Основным информационным объектом транзисторной логики является сигнал. Главное свойство сигнала — уровень, который имеет одно значение из двух возможных: ВЫСОКИЙ или НИЗКИЙ.
- Комбинируя от одного до трех транзисторов, можно создать базовые логические элементы, способные выполнять логические операции с сигналами. К базовым относят следующие логические элементы: **НЕ** (инвертор), **НЕ И** (штрих Шеффера), **НЕ ИЛИ**, а также **И** и **ИЛИ**.
- Две логические схемы называются *эквивалентными*, если они выполняют одинаковые функции. Преобразование логических схем в эквивалентные применяют для их упрощения и удешевления.
- Эквивалентным схемам транзисторной логики соответствуют тождественные выражения математической логики. Поэтому преобразование логических схем удобно выполнять алгебраически, оперируя не со схемами, а с выражениями.
- Тождественность логических выражений доказывают с помощью таблиц истинности — это весьма трудоемкая и утомительная операция. Для ее упрощения несколько характерных тождественных преобразований были систематизированы. Они получили название *законов математической логики*.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите примеры суждений, имеющих логическое значение ИСТИНА.
2. Приведите примеры суждений, имеющих логическое значение ЛОЖЬ.
3. Чем выражается простое суждение? Как устанавливается логическое значение отдельно взятого простого суждения?

4 Чем выражается сложное суждение? Как можно установить логическое значение простого суждения, входящего в основное?

5 Что такое логическая переменная? Как принято обозначать логические переменные при записи логических выражений?

6 Сколько логических значений может иметь сложное логическое выражение, включающее в себя:

- две логические переменные?
- три логические переменные?
- четыре логические переменные?

Что такое операнд?

7 Какие операции называют унарными? Какие операции называют бинарными?

8 Приведите пример унарной логической операции. В чем состоит ее действие?

9 Приведите пример бинарной логической операции. В чем состоит ее действие?

10 Запишите таблицу истинности для операции штрих Шеффера. В чем заключается характерная особенность этой операции?

11 Дано сообщение, состоящее из суждений. Назовите свойства отдельного суждения.

12 Какое свойство обеспечивает уникальность суждения? Чем полезны уникальные свойства объектов?

13 Дан байт. Какими свойствами обладает отдельный бит?

14 Дано выражение: X = A **XOR** A, где A — двоичная величина. При каком значении A значение X равно нулю? Выберите правильный ответ:

а) при A = 0; б) при A ≠ 0;

в) при A = 0000 0000 BIN; г) при любом значении A.

15 Дано выражение: X = A **XOR** B, где A и B — двоичные величины. Что можно сказать о значениях A и B, если известно, что величина X равна нулю?

16 Дана двоичная величина A = 1100 1010. Найдите двоичные значения следующих выражений:

а) A **XOR** A; б) A **AND** A;

в) A **AND** (A **XOR** A); г) (A **AND** A) **OR** A

17 Решить устно: найдите значения следующих выражений, если известно, что A = 0011 1100 и B = 1100 0011.

а) **NOT** (A **OR** B); б) A **XOR** (**NOT** B);

в) (B **AND** (**NOT** A)) **XOR** B

18 Решить письменно: найдите значения следующих выражений, если известно, что A и B — двоичные величины, где A = 30 DEC и B = 165 DEC. Указание: предварительно переведите значения A и B в двоичную форму.

а) **NOT** (A **OR** B); б) A **XOR** (**NOT** B);

в) (B **AND** (**NOT** A)) **XOR** B

19 Агрегаты автомобиля подключены к бортовому компьютеру с помощью 8-жильного кабеля. Известно, что сигнал от датчика скорости поступает по первому и пятому проводам, от датчика температуры — по третьему и четвертому, а от датчика топлива — по нулевому, третьему и седьмому. Укажите назначение каждой из указанных двоичных операций.

А) Проверка скоростного режима.

Б) Контроль наличия топлива в баке.

В) Проверка теплового режима.

Г) Операция неизвестна.

1) **AND** 99 _____; 2) **AND** 137 _____;

3) **AND** 34 _____; 4) **AND** 24 _____

20 Какие устойчивые состояния имеет транзистор?

21 Объясните с точки зрения физики, почему закрытому состоянию транзистора соответствует ВЫСОКИЙ уровень выходного сигнала.

22 Назовите основной информационный объект транзисторной логики. Какими свойствами он обладает?

23 Сколько логических сигналов нужно отправить, чтобы передать значение байта?

24 Числовые данные пересылаются отдельными 16-разрядными посылками. Первым сигналом в посылке отправляется младший бит (*a0*) и последним — старший (*a15*). Что можно сказать о пересылаемых числах, если известно, что первый сигнал в каждой посылке имеет низкий уровень?

25 Как называется самый простой логический вентиль, состоящий из единственного транзистора? Какую функцию он выполняет?

26 В чем заключается характерная особенность логических вентилей **НЕ И** и **НЕ ИЛИ**?

27 Какую операцию математической логики реализует логический вентиль **НЕ И**?

28 Какие логические схемы называются *эквивалентными*?

29 Какие логические выражения называют *тождественными*?

30 Как доказать эквивалентность логических схем или тождественность логических выражений?

31 С какой целью инженеры выполняют преобразования логических схем? Как они это делают? Что помогает им это делать?

11 Аппаратное обеспечение ПК

В предыдущих разделах мы прошли путь от представления информации числовыми данными к исполнению операций над ними с помощью простейших электронных устройств — вентилей. Электронные вентили являются элементной базой компьютера и входят в состав его устройств, но нельзя сказать, что компьютер состоит из вентилей. В рамках этой темы мы узнаем, из каких аппаратных компонентов состоит компьютер и как они взаимодействуют между собой.

§ 49. Архитектура персонального компьютера

Принцип модульности компьютера

В основу конструкции персонального компьютера положен принцип модульности. Согласно этому принципу компьютер состоит из отдельных взаимозаменяемых компонентов — модулей. Каждый модуль может изготовляться, тестироваться и эксплуатироваться независимо от других. Этим обеспечивается демонополизация производства, сокращение прои зводственных издержек и снижение цен на изделия при непрерывном улучшении их технических параметров. В техническом прогрессе, который мы наблюдаем в области вычислительной техники, принцип модульности сыграл заметную роль.



Конфигурация компьютера

Состав компонентов персонального компьютера называется его *конфигурацией*. Состав аппаратных модулей определяет *аппаратную конфигурацию* компьютера, а состав программ — его *программную конфигурацию*. Программное и аппаратное обеспечение тесно взаимосвязаны и функциони-

руют совместно. В этой теме мы познакомимся с аппаратным обеспечением, а программные конфигурации рассмотрим в теме 12.

Архитектуры стандартные и нестандартные

Достоинства стандартных архитектур

Принципы взаимосвязи между модулями компьютера определяются его архитектурой. Если эти принципы закреплены стандартами, то архитектуру компьютера называют стандартной. Предприятия, выпускающие компоненты в строгом соответствии со стандартами, имеют конкурентные преимущества при сбыте продукции.

Применение нестандартных архитектур

В то же время, существуют случаи, когда стандартная архитектура не целесообразна, например, когда стандарты не вполне устраивают как производителя, так и потребителя изделия. Компьютеры с нестандартными архитектурами тоже существуют, хотя для них нет массового рынка. Они продаются не самостоятельно, а в составе других изделий. Характерный пример — бортовые компьютеры самолетов, вертолетов, автомобилей и судов, а также компьютеризированные системы управления бытовой техникой.

Архитектуры открытые и закрытые

Стандарты

Стандарты — это информационные объекты. Как информационными объектами ими можно пользоваться, но как любые информационные объекты они имеют владельца. Только владелец вправе устанавливать режим использования своей собственности.

Не ко всем стандартам можно присоединиться по своему желанию. Если владелец стандарта это допускает, стандарт называется *открытым*, но если владелец оставляет исключительное право на использование стандарта за собой, тот считается *закрытым*.

Пример открытой архитектуры

Характерным примером открытого корпоративного стандарта является современная архитектура персональных компьютеров платформы *IBM PC*. Начиная со второй половины 80-х годов, ее развитием занималось так много разных консорциумов, что ныне вся архитектура в целом уже стала общественным достоянием.

Пример закрытой архитектуры

Пример закрытого стандарта демонстрирует архитектура ПК, принадлежащая компании *Apple*. Без разрешения владельца никто не имеет права выпускать компьютеры *Apple*.

Сравнение открытых и закрытых архитектур

Достоинства и недостатки имеются как у открытых, так и у закрытых архитектур. Во многом они соотносятся друг с другом, то есть достоинства одной технологии являются недостатками другой и наоборот.

Достоинства открытой архитектуры

При открытой архитектуре конкуренция между многочисленными производителями компонентов благоприятно отражается на цене готовых изделий. Вот почему стоимость компьютера *IBM PC* обычно заметно меньше, чем аналогичного по характеристикам компьютера *Macintosh*.

Достоинства закрытой архитектуры

Вместе с тем, согласовать работу устройств, выпущенных одним производителем, намного проще, чем множества устройств, выпущенных на предприятиях разного уровня: от кустарного до индустриального. Поэтому для компьютеров с закрытой архитектурой проще обеспечить условия стабильной и надежной работы.

В целом, опыт научно-технического развития показывает, что открытые архитектуры, как и открытые технологии, являются более прогрессивными, чем их закрытые аналоги. Чем шире движение масс, вовлеченных в разработку, исследование и эксплуатацию технологии, тем быстрее она развивается. Открытые технологии часто становятся «народными» технологиями, и тогда их прогресс становится неудержимым.

Элементарный компьютер

Компьютер минимальной архитектуры содержит всего два взаимосвязанных компонента: микропроцессор и оперативную память. У него нет связи с внешним миром, он не в состоянии получать данные извне или отправлять результаты своей работы куда-либо. Он вообще мало на что способен, но работать по программе, хранящейся в памяти, он может. Более того, он может создавать результаты вычислений и складывать их в ячейки своей памяти в надежде, что кто-то сумеет их оттуда забрать.

Такой «элементарный» компьютер лежит в основе любого компьютеризированного прибора. Все прочие узлы являются дополнительными и служат только для того, чтобы было где хранить данные и программы, а потом вводить их в оперативную память с удобством и комфортом. А еще дополнительные узлы и устройства нужны для того, чтобы результаты вычислений можно было забрать из оперативной памяти в желаемой форме: в виде чисел, текстов, графики, музыки, видео.

Важно также заметить, что чем «проще» компьютер, тем труднее с ним работать. Получить что-то полезное от представленного здесь «элементарного компьютера» могут только очень опытные специалисты.

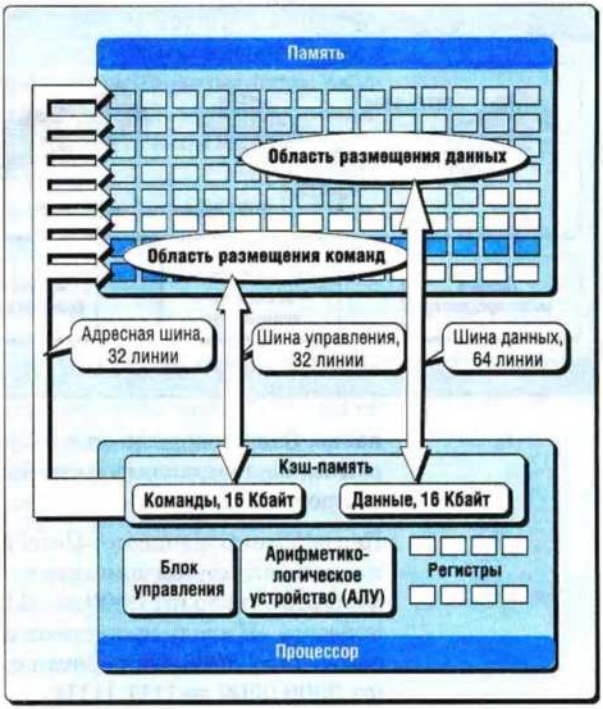


Рис. 11.1. Элементарный компьютер состоит из микропроцессора, микросхем памяти и проводников, которые их соединяют

Микропроцессор

Логическое содержание первых интегральных микросхем было фиксированным. Если, например, микросхема содержала известное количество вентилей НЕ И, то их можно было комбинировать, соединяя контакты микросхемы нужным образом, но структура микросхемы при этом оставалась неизменной.

В конце 1970 г. в американской корпорации «Интел» была создана микросхема нового класса. Структура, образованная ее вентилями, не была фиксированной. Она зависела от того, какие напряжения приложены к контактам микросхемы



извне. Это позволило не только выполнять логические операции, но и управлять ими. Полученное устройство назвали *микропроцессором*.

Первый микропроцессор (*Intel 4004*) был четырехразрядным: за один такт он мог принять и обработать четырехразрядное двоичное число (от 0000 до 1111). А уже через два года корпорация «Интел» выпустила второй исторический процессор — *Intel 8008*. Он работал с восьмиразрядными числами (от 0000 0000 до 1111 1111).

Первый 16-разрядный микропроцессор (*Intel 8086*) вышел в свет в 1978 г. Он прославился тем, что именно на его базе компания *IBM* в 1981 г. выпустила в свет первый компьютер *IBM PC*, ставший родоначальником известной платформы с открытой архитектурой.

Первый 32-разрядный микропроцессор от компании «Интел» был выпущен в 1985 г. Он получил маркировку *Intel 80386*, а в 2001 г. в свет вышел 64-разрядный процессор *Intel Itanium*.

Архитектура микропроцессора

Регистры процессора

Внутри микропроцессора двоичные числа размещаются в ячейках, называемых *регистрами*. Числа в регистрах могут не только храниться, но и изменяться (обрабатываться).

Регистры бывают рабочими и служебными. Они различаются возможностью управления со стороны человека. Разместив

в оперативной памяти соответствующую вычислительную программу, человек может управлять изменением данных в рабочих регистрах. В свою очередь служебные регистры работают автоматически — управлять ими нельзя. Они выполняют служебные операции, необходимые для надежной работы прибора.

Регистры рабочие и служебные

Существует четыре типа рабочих регистров: регистры данных, регистры команд, адресные регистры и сигнальные (флаговые) регистры. Все они различаются тем, как интерпретируются данные, которые в них хранятся.

Типы рабочих регистров

Регистры данных содержат абстрактные двоичные числа. Процессору все равно, что собой эти числа представляют: тексты, графику, звуки... Различать типы данных — это не задача процессора. Этим должна заниматься операционная система (см. темы 12, 13). А процессор просто обрабатывает полученные данные в соответствии с содержанием полученных команд.

Регистры данных

Данные, поступившие в командные регистры, распознаются и интерпретируются процессором как команды. По двоичному коду команды процессор понимает, что он должен сделать с данными, находящимися в рабочих регистрах.

Регистры команд

Совокупность команд, интерпретируемых процессором, называется его *системой команд*. У разных процессоров системы команд могут быть разными. Поэтому программа, подготовленная для процессоров одного типа, не всегда может исполняться процессорами других типов.

Система команд процессора

Данные, находящиеся в адресных регистрах, интерпретируются как адреса ячеек оперативной памяти. Оперативная память разбита на множество ячеек, и каждая имеет уникальное число — адрес. По нему и происходит обращение процессора к конкретной ячейке памяти.

Адресные регистры

Последний доступный для анализа тип регистров — сигнальный. Двоичное число, хранящееся здесь, воспринимается не как число, а как набор отдельных битов (*флагов*), сигнализирующих о каких-то событиях, происходящих как внутри процессора, так и вне его. Так, например, один флаг может сигнализировать о том, что извне поступил сигнал, который

Флаговые регистры

следует обслужить (внешнее событие), а другой — о том, что в результате исполнения предыдущей операции регистр данных переполнился (внутреннее событие).

Оперативная память

Оперативная память компьютера представляет обширное поле 8-разрядных числовых ячеек. Каждая ячейка имеет уникальный адрес и способна хранить один байт данных.

Роль числового адреса ячейки

Если для хранения информационного объекта одной ячейки недостаточно (например, для хранения действительного числа необходимо до 10 ячеек), ячейки могут выделяться группами, но при всех условиях возможность индивидуального обращения к любой ячейке сохраняется. Это обусловлено наличием у нее уникального числового адреса.

Изменение данных в ячейке памяти

В отличие от содержимого регистров процессора, содержимое ячеек памяти напрямую изменить невозможно. Если это необходимо, следует сначала скопировать значение ячейки в регистр данных и изменить его там, а потом новое значение вновь скопировать в ячейку памяти.

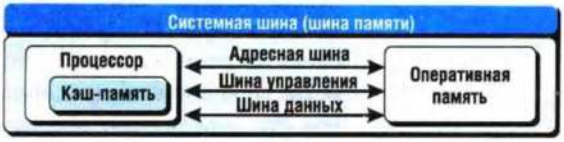


Рис. 11.2. Номер ячейки памяти — ее адрес — записывают шестнадцатеричным числом

Системная шина

Шинная архитектура

Электронные компоненты персонального компьютера связаны между собой группами проводников. Эти группы называются *шинами*. Самая главная шина компьютера называется *системной шиной*. Часть ее, связывающая микропроцессор и оперативную память, называется *шиной памяти*.



Шина памяти состоит из трех шин: адресной шины, шины управления и шины данных.

Адресная шина

С помощью *адресной шины* процессор выбирает ячейки памяти для подключения. По *шине управления* из оперативной памяти в процессор поступают команды, а по *шине данных* — данные.

Разрядность шины

У каждой шины есть разрядность. Она определяется количеством проводников в шине. Так, например, у всех процессоров *Pentium* адресная шина — 32-разрядная. Соответственно, процессор способен различить 2^{32} (более 4 млрд.) ячеек памяти и может произвольно подключиться к любой из них.

Шина управления

Шина управления для процессоров семейства *Pentium* тоже 32-разрядная. Ее также называют *командной шиной*.

Шина данных

Шина данных для процессоров *Pentium* имеет 64 проводника. По ней за один такт может быть передано 64-разрядное двоичное число, взятое из восьми смежных ячеек оперативной памяти. Обратите внимание на то, что это не делает процессор *Pentium* 64-разрядным, так как разрядность процессора определяется не шиной данных, а командной шиной.

§ 50. Расширение персонального компьютера

Оперативная память — единственное устройство, с которым процессор работает напрямую. Ни о каких иных устройствах процессор ничего не знает и знать не может. Он не осведомлен о существовании каких-либо иных адресов, кроме адресов ячеек своей оперативной памяти.

Микроконтроллеры

Кроме оперативной памяти, персональному компьютеру необходимо еще множество различных устройств для ввода, вывода и длительного хранения данных. Однако работать с ними напрямую процессор не способен — он взаимодействует с внешними[1] устройствами через переходные устройства — *микроконтроллеры*. Микроконтроллеры можно рассматривать как очень простые микропроцессоры, имеющие несколько рабочих регистров и небольшие области памяти.

Прерывание процесора

Если какому-то устройству, например клавиатуре, надо обратить на себя внимание процессора, чтобы передать ему данные, оно обращается к своему контроллеру, а тот обращается к процессору со специальным сигналом — прерыванием. Получив прерывание, процессор приостанавливает текущую работу и сохраняет свое состояние в специальной области оперативной памяти, которая называется *стеком процессора*. Далее он обращается к микроконтроллеру, прервавшему его работу, — тот передает поступившие данные и сообщает адрес в оперативной памяти, где заготовлена программа[2], предназначенная для их обработки.

Стек процесора

Завершив исполнение назначенной программы, процессор вызывает со стека отложенную работу и возвращается к прерванной задаче.

Шинная архитектура

Порядок взаимодействия микроконтроллеров друг с другом и с процессором определяется архитектурой компьютера. Архитектура компьютеров платформы *IBM PC* считается шинной.

В шинной архитектуре:

- каждое устройство присоединяется к своей шине;

[1] Для процессора все устройства, за исключением его оперативной памяти, являются внешними. Это никак не связано с тем, как физически располагается устройство: внутри системного блока или снаружи.

[2] Программы, предназначенные для обслуживания устройств, называются *драйверами устройств*. Во время работы компьютера они хранятся в его оперативной памяти и ждут, когда в них возникнет необходимость.

- каждая шина присоединяется к своему контроллеру;
- каждый контроллер присоединяется к шине более высокого уровня.

В итоге вся шинная архитектура напоминает «дерево», в котором роль «корня» выполняет системная шина, соединяющая процессор и память.

Графическая шина

Самая перегруженная ветвь шинной архитектуры — та, по которой передаются видеоданные. Мы уже знаем, что воспроизведение графики и видео сопровождается огромными потоками данных. В архитектуре компьютера этим потокам выделяют отдельную шину, которая в разные времена носит разные названия. Сегодня в качестве графической используется шина *AGP* (*Advanced Graphics Port* — расширенный графический порт). Шина *AGP* «врезана» непосредственно в системную шину и обслуживается своим контроллером.



Шина устройств

История развития архитектуры *IBM PC* — это история борьбы отдельных производителей устройств за право «врезаться» в системную шину. Поскольку это самая короткая и самая производительная шина компьютера, врезаться в нее — почти то же самое, что напрямую подключиться к процессору. Это привилегия, о которой мечтают все производители.

Однако нельзя подключать к системной шине все без разбору. Так можно подорвать эффективность работы и процессора, и

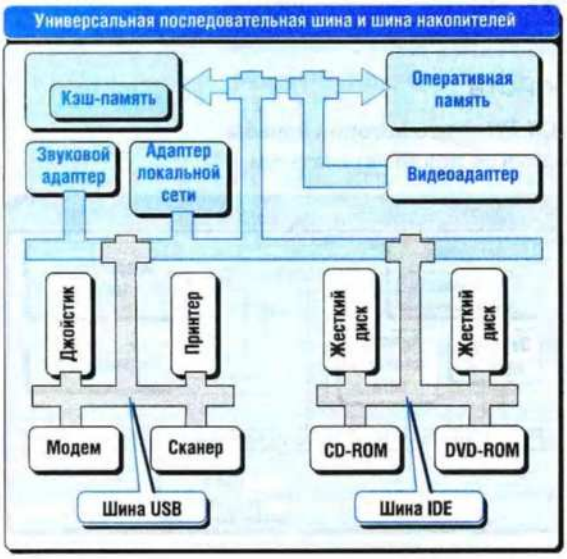


памяти, и всего компьютера в целом. В этом вопросе необходимо проявлять техническую дисциплину. Исключение сделано только для видеосистемы. По причине особой загруженности ее разрешено врезать в системную шину напрямую (или почти напрямую). Всем же прочим компонентам выделили особую шину устройств. В разные периоды развития компьютеров она была разной. Сегодня на большинстве компьютеров в качестве шины устройств используется шина *PCI* (*Peripheral Component Interconnect — стандарт подключения внешних устройств*).

Шина накопителей данных

Шина устройств работает как могучий ствол персонального компьютера. С одной стороны она связана с «корневой» системной шиной, а с другой — сама служит для подключения контроллеров вторичных шин. Наиболее важная из них — шина *IDE* (*Integrated Drive Electronics — шина устройств со встроенным контроллером*).

Через шину *IDE* подключаются стандартные магнитные и оптические накопители данных: жесткие диски, дисководы *CD-ROM* и *DVD-ROM* (до 4-х приборов на один контроллер).



Универсальная последовательная шина

Шина устройств достаточно универсальна, чтобы к ней можно было подключить почти все, что угодно, но не всегда эта операция бывает простой. Считается, что выполнять такое подключение должен специалист. В то же время, существует необходимость в простом механизме подключения дополнительных устройств, воспользоваться которым могли бы лица без специальной подготовки.

В современных компьютерах роль универсальной шины повседневного применения исполняет шина *USB* (*Universal Serial Bus* — универсальная последовательная шина). У нее есть ряд ценных потребительских свойств. Во-первых, к ее разъемам можно подключить до 128 устройств. Во-вторых, это можно делать, не выключая компьютер, а в-третьих, при этом не обязательно устанавливать специальные программы.

Сегодня универсальная последовательная шина является самым удобным средством подключения внешнего оборудования. Ее используют для подключения клавиатуры, мыши, джойстиков, модемов, принтеров, сканеров, цифровых фотоаппаратов, носителей данных и многих других устройств.

Шина малопроизводительных устройств

Шинная архитектура персональных компьютеров развивается более двух десятилетий. За эти годы вышло из употребления множество устаревших шин, но устройства, рассчитанные на работу с ними, по-прежнему встречаются. Для устаревших устройств в архитектуре современного компьютера предусмотрена специальная шина — так называемая *шина малопроизводительных устройств*. В основном она служит для подключения дисководов гибких дисков, устаревших моделей клавиатур, мышей, модемов, принтеров и других устройств.

§ 51. Устройства персонального компьютера

Системная плата

Самый главный модуль персонального компьютера — его системная плата. Она располагается внутри системного блока и обеспечивает электрическое и механическое сопряжение между другими модулями компьютерной системы.

На системной плате размещаются:

- один или несколько микропроцессоров;
- модули оперативной памяти;
- шины, образующие архитектуру компьютера;
- контроллеры шин архитектуры;
- разъемы для подключения внутренних и внешних устройств к соответствующим шинам.

Кроме того, важным компонентом системной платы является постоянное запоминающее устройство — ПЗУ. Это микросхема энергонезависимой памяти. Она получила такое название потому, что ее содержимое, в отличие от оперативной памяти, не стирается при выключении компьютера.

Когда процессор начинает работу при включении питания, ему нужно откуда-то брать команды. Обычно он получает их из оперативной памяти, но в первый момент, когда там еще ничего нет, он получает команды от программ ПЗУ. Программный комплекс, находящийся в ПЗУ, называется базовой системой ввода-вывода (*BIOS*, *Basic Input-Output System*).

Внутренние устройства компьютера

По отношению к системному блоку устройства компьютера условно делят на внутренние и внешние. Внутренние устройства устанавливают внутри системного блока, а внешние подключают к нему снаружи.

К внутренним устройствам относятся:

- системная плата — обширный комплекс интегрированных устройств;
- видеоадаптер — контроллер для подключения системы воспроизведения графики и видео;
- звуковой адаптер — контроллер для подключения системы воспроизведения звука;
- жесткие диски — магнитные накопители данных;
- дисководы магнитных и оптических накопителей данных;
- модем — преобразователь сигналов для передачи данных по общественным линиям связи.

Внешние устройства компьютера

Внешние устройства подключают либо к разъемам системной платы, либо к разъемам контроллеров, установленных на ней. Как внешние обычно подключаются устройства, которые:

- не могут быть внутренними по своим габаритам (например, полноформатный принтер);
- требуют доступа оператора к рабочей зоне (клавиатура, мышь, планшетный сканер);

- имеют повышенное энергопотребление (монитор, проектор);
- эксплуатируются автономно (цифровые фото- и видеокамеры);
- функционально являются мобильными (устройства для транспортировки данных).

Краткое содержание темы

Компьютер — модульный прибор. Его устройства автономны и взаимозаменяемы. Они являются *аппаратными модулями* компьютерной системы.

Состав аппаратных модулей образует *аппаратную конфигурацию* персонального компьютера.

Связь между аппаратными модулями определяется *архитектурой* персонального компьютера.

Архитектура компьютера может быть стандартной и нестандартной, открытой и закрытой. Компьютеры платформы *IBM PC* имеют *открытую шинную архитектуру*.

Компьютер минимальной конфигурации состоит из микропроцессора и оперативной памяти. Связь между ними осуществляется по группе проводников, которая называется *системной шиной*.

Связь между процессором и другими устройствами осуществляется при помощи специальных устройств — *микроконтроллеров*. Микроконтроллеры связывают вторичные шины с шинами более высокого ранга.

Контрольные вопросы и задания

1. Что определяет архитектура персонального компьютера?
2. Какие бывают архитектуры персональных компьютеров?
3. Назовите достоинства стандартных и нестандартных компьютерных архитектур.
4. Укажите достоинства открытых и закрытых компьютерных архитектур.

5 Из каких элементов состоит конфигурация минимального компьютера?

6 С каким массивом оперативной памяти может непосредственно работать 32-разрядный процессор?

7 Как называются элементы архитектуры компьютера, с помощью которых процессор обращается к ячейкам оперативной памяти и получает оттуда команды и данные?

8 Какие устройства для процессора считаются внутренними и внешними?

9 Как организован информационный обмен процессора с внешними устройствами?

10 Укажите назначение шины *AGP*.

11 Укажите основное назначение шины *PCI*.

12 Сколько и каких устройств можно подключить к шине *IDE*?

13 Какими достоинствами обладает шина *USB*?

14 С какой целью предусмотрена шина малопроизводительных устройств?

Программное обеспечение ПК

12

Совокупность программных средств компьютера образует его *программную конфигурацию*. Для каждой компьютерной системы она формируется индивидуально в соответствии с теми задачами, которые данная система решает.

§ 52. Структура программного обеспечения компьютерной системы

Назначение компьютерных программ

Компьютерная программа — это упорядоченный набор команд. Цель создания и применения компьютерных программ — управление техническими объектами. Все команды, составляющие программу, имеют адресатов, выступающих в роли объектов управления.

Объектами управления компьютерной программы могут быть как устройства, так и программы, но терминальными (окончательными) объектами управления всегда являются устройства.

Генеральной целью создания и применения компьютерных программ всегда является управление устройствами.

Современные средства программирования позволяют реализовать любой известный ныне режим управления: командный, пакетный, диалоговый и адаптивный (см. § 17).

Функциональные уровни программного обеспечения

Хотя управление устройствами является генеральной задачей для любой компьютерной программы, не все программы спо-

собны управлять устройствами напрямую. Есть программы, составленные из кодов управления устройствами, но есть и такие программы, команды которых адресованы другим программам, способным, в свою очередь, управлять устройствами.

Программное обеспечение можно разделить на несколько функциональных уровней по тому месту, которое оно занимает в механизме управления устройствами. Среди этих уровней особую роль играют два уровня: самый нижний и самый верхний. Нижний уровень также называют *аппаратным*, а верхний — *пользовательским*.

Программы нижнего уровня управляют только устройствами. Как правило, это очень лаконичные программы, составленные из числовых кодов, адресованных контроллерам устройств.

Программы верхнего уровня, напротив, устройствами не управляют. Их основная задача — информационный обмен с человеком и передача полученных от него управляющих воздействий программам, расположенным ниже. Программы верхнего уровня не требуют лаконичности. Общение с человеком — не та задача, на которой следует экономить. Желательно, чтобы человек чувствовал себя комфортно. Хорошая программа предвидит характер развития событий, вовремя предупреждает оператора о возможных затруднениях, подсказывает ему эффективные действия, дает исчерпывающие справки в ответ на запросы.



Между программным обеспечением нижнего и верхнего уровней располагаются программные средства промежуточных уровней. Назначение этих средств — управление информационными потоками, проходящими между аппаратным и пользовательским уровнями. Во многих случаях передача команд сверху вниз сопровождается их трансляцией, в ходе которой команда сначала распознается (интерпретируется), а затем заменяется новой командой (а чаще — группой команд), понятной программам нижележащего уровня.

Классификация программ по функциональному уровню

Компьютерные программы можно классифицировать по функциональному уровню, занимаемому ими в программной конфигурации компьютера. В настоящее время общепринятой считается четырехуровневая классификация, представленная на рисунке ниже.

При распространении программ принято указывать, к какому функциональному уровню они относятся. Перед приобретением и использованием программы следует точно установить ее назначение и уровень.

Базовое программное обеспечение

Базовое программное обеспечение относится к нижнему функциональному уровню. Оно предназначено для непосредственного управления устройствами и характеризуется тем, что размещается внутри самих устройств. Так, в частности, к этой категории относятся программы базовой системы ввода-вывода (*BIOS*), размещенные в постоянном запоминающем устройстве на системной плате.

Встроенное программное обеспечение имеют не только системные платы, но и модемы, цифровые камеры, принтеры, сканеры, а также многие другие устройства. Перенос функций с аппаратных средств на программные повышает гибкость оборудования и расширяет сферу его применения. Так, например, можно не спешить с заменой устаревшего прибора при появлении новых стандартов, протоколов или при изменении технических условий его эксплуатации. Очень часто прибор удается сделать актуальным, заменив программное обеспечение в его постоянном запоминающем устройстве.



Системное программное обеспечение, как и базовое, относится к нижнему функциональному уровню. Однако

Системное программное обеспечение

между этими категориями есть характерное различие. В то время как программы базового уровня обеспечивают работоспособность отдельных устройств, программы системного уровня обеспечивают работоспособность всей системы устройств в целом.

Системный носитель данных

Комплекс системных программ хранится вместе с носителем данных, который избран в качестве системного. Обычно это жесткий диск, но не обязательно. Системным может быть почти любой внешний носитель данных (гибкий диск, компакт-диск, *DVD*-диск, магнитооптический диск, сменный модуль твердотельной памяти и т. п.).

Загрузка компьютера

После включения компьютера происходит перенос комплекта системных программ с системного носителя данных в оперативную память. Этот процесс называется *загрузкой компьютера*. Пока компьютер работает, системные программы постоянно находятся в его оперативной памяти.

Служебное программное обеспечение

Служебные программы предназначены для выполнения специальных операций как с оборудованием, так и с другими программными средствами. Прежде всего, их применяют при обслуживании, диагностике, наладке, тестировании, а в случае необходимости и при восстановлении компьютерной системы.

Многие служебные программы позволяют организовать нестандартное управление устройствами. Часто они обходят программы системного уровня и управляют устройствами напрямую. Подобные нештатные режимы управления позволяют расширить функциональность устройств и повысить их производительность сверх нормативной.

Прикладное программное обеспечение

Прикладное программное обеспечение занимает высший функциональный уровень в программной архитектуре компьютера и является целевым. Сама цель эксплуатации большинства компьютерных систем состоит в обеспечении условий для работы прикладных программ.

В социально-экономическом смысле прикладное программное обеспечение — это важное средство автоматизации производственной, научной и творческой деятельности. В информационном обществе уровень развития прикладного программного

обеспечения напрямую связан с уровнем материально-технического оснащения общества.

В функциональном смысле прикладное программное обеспечение — это совокупность программных средств, предназначенных для исполнения конкретных практических работ с данными. С его помощью данные создают и преобразуют, анализируют и обобщают, транспортируют и воспроизводят.

§ 53. Виды прикладных программ

Прикладные программы — это средства автоматизации

Разнообразие прикладных программ столь же велико, сколь и разнообразие проявлений научной, технической, экономической, производственной и культурной деятельности человека. Однако никакое разнообразие не должно скрыть от нас единство всех прикладных программ. Как бы они ни назывались и к каким бы категориям ни относились, все прикладные программы — это средства автоматизации. И подходить к ним с оценками следует с точки зрения автоматизации:

- какой именно процесс автоматизирует программа;
- насколько эффективно она это делает;
- насколько удобно и комфортно применение данной программы для человека.

Текстовые редакторы

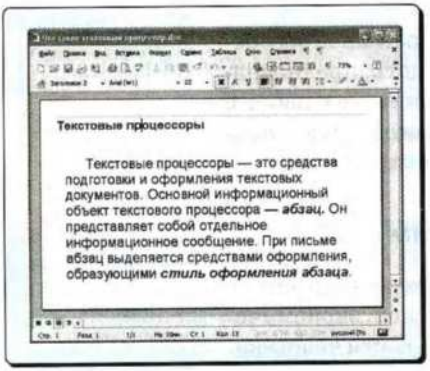
Функции текстовых редакторов

Работа с текстами — важная область применения компьютеров. Текстовые редакторы — это характерный класс простейших программных средств, предназначенных для создания, правки и воспроизведения текстовых документов.

К основным задачам текстового редактора относятся: автоматическое преобразование текстовых данных в числовые согласно таблице кодирования, а также их воспроизведение на экране или печатающем устройстве. К расширенным функциям текстовых редакторов относятся автоматический поиск и замена текста, а также проверка правописания.

Основной информационный объект для текстового редактора — символ. Согласно объектной модели, принятой в текстовых редакторах, документ — это одномерная последовательность (коллекция) текстовых символов.

Текстовые процессоры



Текстовые процессоры применяют для оформления текстовых документов и создания комплексных документов. Основной информационный объект текстового процессора — абзац. Он представляет собой отдельное информационное сообщение. При письме абзац выделяется средствами оформления, образующими *стиль оформления абзаца*.

Управление стилями позволяет наглядно представлять структуру документов. Выразительная структура упрощает работу с документами, ускоряет документооборот, облегчает принятие решений, обеспечивает успех информационного обмена, эффективно способствует достижению его целей.

Комплексные документы

Помимо текстовых объектов документы текстового процессора могут содержать информационные объекты иного рода: таблицы, диаграммы, изображения. Такие документы называются *комплексными*. Если комплексный документ представляется в электронном виде, он может содержать также аудио- и видеозаписи.

Назначение текстовых процессоров

Согласно объектной модели, принятой в текстовых процессорах, документ — это композиция информационных объектов. Мы знаем, что композиции отличаются от коллекций наличием внутренних информационных связей. Текстовый процессор позволяет их создавать и управлять ими, например:

- назначать механизм вставки объектов в текст: связыванием или внедрением;
- управлять связью между текстом и изображениями (связывать рисунок с подрисуночной подписью и отрывать его от абзаца или действовать наоборот);
- задавать режимы графического обтекания объектов текстом;
- управлять режимами представления графических объектов в текстовых документах.

Системы управления базами данных (СУБД)

Данные хранятся на носителях, чтением и записью которых управляют программы. Организовано это так, что большинство прикладных программ отстранены от управления носителями. Так, при записи на магнитный диск файла с документом текстовый процессор не управляет дисководом, а поручает эту операцию программам системного уровня.

Выигрыш от работы через посредников — упрощение прикладных программ. Создатели текстовых процессоров не вникают в тонкости работы с носителями данных: их задача — обеспечить удобство работы человека.

Расплата за работу через посредников — многократное снижение технической эффективности: иногда в десятки и даже в сотни раз. Впрочем, текстовый процессор выполняет запись не каждую секунду и даже не каждую минуту, так что низкая эффективность этого процесса в большинстве случаев остается незамеченной.

Назначение СУБД

Особенности СУБД

Однако существуют программы, основное назначение которых состоит в обеспечении быстрого и эффективного доступа к данным, хранящимся на внешних носителях. Эти программы называются *системами управления базами данных* (СУБД). Ежесекундно они способны выполнять сотни тысяч операций чтения и записи. Такой режим возможен только когда работа организована без программ-посредников системного уровня. Способность работать с носителями данных напрямую — характерная черта СУБД, радикально отличающая их от других категорий прикладных программ.



Рис. 12.1. Пример таблицы базы данных

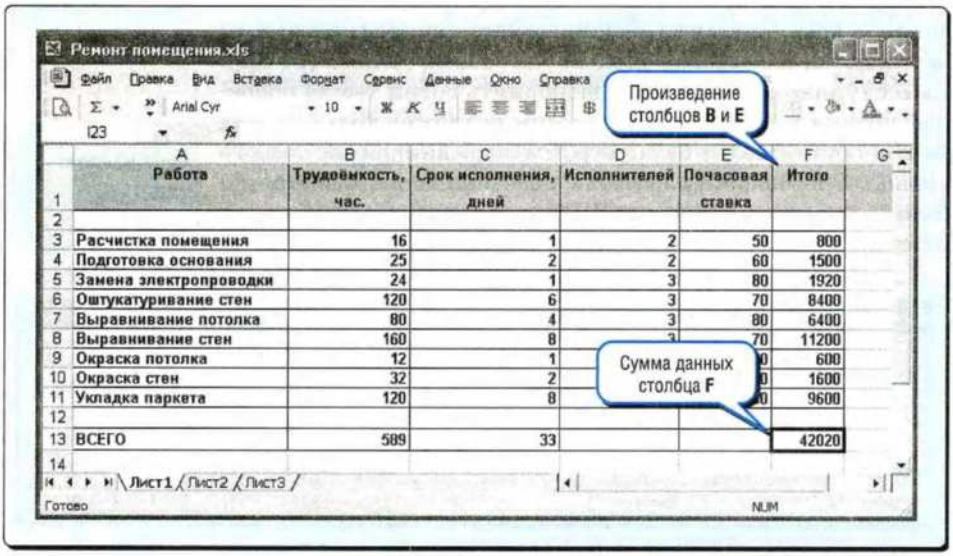
Объектная модель СУБД

Согласно объектной модели СУБД, ее документом является запись. Запись можно представить как строку таблицы, в которой записаны свойства некоей сущности. Например, в базе данных автомобилей хранятся свойства автомобилей: модель, год выпуска, мощность двигателя, цвет кузова и другие. Каждая запись соответствует одному автомобилю и является отдельным документом (электронным).

В информационном обществе системы управления базами данных имеют очень важное значение. Существует расхожее мнение, что в наше время «базы данных правят миром». На самом деле, конечно, обществом управляют не базы данных, а люди, но без эффективных средств доступа к актуальным данным невозможно ни корректно управлять обществом, ни производить товары, ни обслуживать людей.

Табличные процессоры

По названию категории ясно, что табличные процессоры, как и системы управления базами данных, предназначены для работы с данными, представленными в форме таблиц. Однако



	A	B	C	D	E	F
1	Работа	Трудоёмкость, час.	Срок исполнения, дней	Исполнителей	Почасовая ставка	Итого
2						
3	Расчистка помещения	16	1	2	50	800
4	Подготовка основания	25	2	2	60	1500
5	Замена электропроводки	24	1	3	80	1920
6	Оштукатуривание стен	120	6	3	70	8400
7	Выравнивание потолка	80	4	3	80	6400
8	Выравнивание стен	160	8	3	70	11200
9	Окраска потолка	12	1			600
10	Окраска стен	32	2			1600
11	Укладка паркета	120	8			9600
12						
13	ВСЕГО	589	33			42020
14						

Рис. 12.2. Пример электронной таблицы

объектные модели и принципы работы у этих классов программ совершенно разные.

Возьмем, например, таблицу базы данных. Ее основной объект — запись, выраженная ячейками одной строки. При этом внутренние связи между ячейками не обязательны. Так, цвет зарегистрированного автомобиля никак не связан с мощностью его двигателя, а год выпуска автомобиля не имеет никакого отношения к адресу, по которому он зарегистрирован. Запись базы данных — это просто ***коллекция*** ячеек с данными, а СУБД — эффективное программное средство для поиска, воспроизведения и обслуживания подобных коллекций.

Особенности табличных процессоров

В табличных процессорах реализован принципиально иной подход к использованию таблиц. Его наглядный пример демонстрирует ведомость исполнения работ, представленная на рисунке 12.2. Как видите, заработная плата исполнителей зависит от таких параметров, как базовая почасовая ставка, расчетная продолжительность работы, объем работы и ее сложность. Между ячейками таблицы имеются внутренние связи, которые можно выразить математическими выражениями.

Наличие внутренних связей говорит о том, что в данном случае мы имеем дело не с коллекцией данных, а с их ***композицией***.

Электронные таблицы

Таблицы с вычисляемыми ячейками называют *электронными таблицами*, а программы, предназначенные для их создания, обслуживания и воспроизведения, называют *табличными процессорами*. В электронных таблицах важную роль играют внутренние связи между ячейками, выраженные математическими формулами. Они (эти внутренние связи) и являются основными объектами табличных процессоров.

Графические редакторы

Графические редакторы — это одна из наиболее широких категорий прикладных программ. Каждой модели представления графической информации соответствует свой класс графических редакторов. Растровые, векторные и трехмерные графические редакторы основаны на разных принципах, работают с разными объектными моделями и используются

в разных областях культуры, науки и техники. Но в любом случае графический редактор — это средство автоматизации работ с изображениями.

Для работ с фотоизображениями служат редакторы растровой графики. Их можно рассматривать как системы автоматического управления свойствами отдельных точек (пикселов).

Для создания чертежей и плакатов, а также для шрифтовых работ применяют средства векторной графики. Основным информационным объектом векторного редактора является кривая линия. Она представляется математическим уравнением. Векторные редакторы можно рассматривать как системы автоматического управления свойствами кривых (коэффициентами уравнения, представляющего кривую).

Основным информационным объектом редактора трехмерной графики является пространственный треугольник. Он представляется девятью числами: тремя пространственными координатами X, Y и Z для каждой из трех вершин A, B и C.

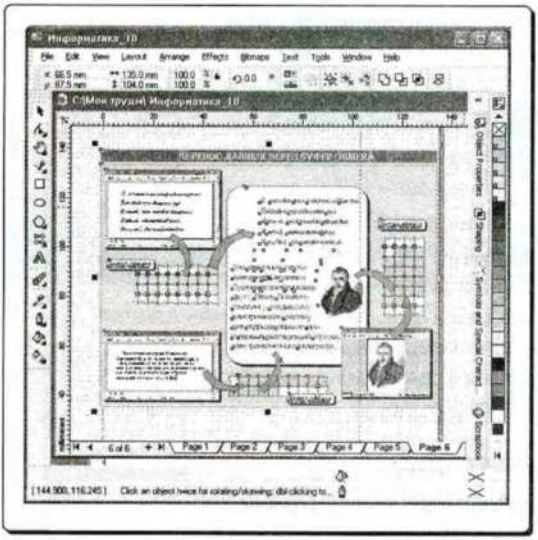


Рис. 12.3. Рисунки для этой книги готовили с помощью графических редакторов Corel Draw и Adobe Photoshop

Основная область применения редакторов трехмерной графики — создание динамических изображений (анимации) и компьютерная обработка видеоизображений. К редакторам трехмерной графики очень близки системы трехмерного моделирования, образующие графическое ядро систем автоматизированного проектирования (САПР).

Настольные издательские системы

Настольные издательские системы предназначены для подготовки печатных изданий к публикации. Основными информационными объектами, с которыми они работа-

ют, являются печатные страницы, состоящие из текстовых и графических блоков.

На первый взгляд, настольные издательские системы образованы в результате тесного слияния текстовых процессоров и графических редакторов. Действительно, все издательские системы позволяют вводить и редактировать тексты, а многие позволяют создавать и обрабатывать графику. Однако внешний вид обманчив, и на самом деле ближайшими родственниками издательских систем являются базы данных. Печатная публикация (книга, журнал, статья) представляет собой скрытую базу данных, в которой каждой странице соответствует отдельная запись, а каждая запись состоит из ячеек, хранящих координаты и содержание текстовых и графических блоков.

Системы автоматизированного проектирования

В недавнем прошлом путь от чертежа нового изделия до начала его серийного выпуска занимал много лет. Нужно было не только разработать чертежи для каждой детали, но еще подобрать и наладить станки для ее изготовления, разработать многочисленные приспособления для ее установки и закрепления, а также средства для перемещения детали между станками и контроля после обработки. Не удивительно, что заводы десятилетиями выпускали одни и те же модели автомобилей, самолетов и других сложных устройств.

С внедрением систем автоматизированного проектирования (САПР) многое изменилось. Сегодня работа конструктора больше похожа на работу дизайнера. Его задача — подготовить трехмерную модель детали, а все остальное делают компьютеры. Системы автоматизированного проектирования проверяют каждую деталь на прочность, жесткость, устойчивость, печатают чертежи деталей и готовят рабочие программы для станков, по которым эти детали будут изготовлены. Применение САПР на современных предприятиях позволило в несколько раз сократить сроки запуска новых изделий в производство. Сегодня автомобильные и авиационные заводы

могут обновлять весь модельный ряд выпускаемой продукции один раз в три-четыре года.

Автоматизированные системы управления

К автоматизированным системам управления предприятиями (АСУП) относятся программные продукты нескольких классов. Все они предназначены для повышения эффективности работы предприятий, а их роль выражается в повышении производительности труда работников и снижении непроизводительных расходов.

В данной категории наиболее известны следующие классы прикладных программ:

- системы автоматического формирования бухгалтерской отчетности (бухгалтерские системы);
- системы управления информационными потоками предприятий (системы делопроизводства);
- системы материального учета (складские системы);
- системы управления грузовыми и транспортными потоками;
- системы планирования и организации работ;
- системы управления финансами (системы финансового анализа);
- системы управления кадрами.

Основной принцип, которым принято руководствоваться при внедрении АСУП, — *комплексность*. Комплексность предполагает, что данные, созданные в одной системе, могут быть без специальных преобразований доступны другим системам управления предприятием.

Обеспечение комплексной автоматизации затруднено недостаточной совместимостью между различными аппаратными и программными средствами вычислительной техники, выпущенными разными производителями в разные периоды времени. Существуют специальные информационные технологии, цель которых состоит в повышении совместимости разнородных элементов. В частности, к ним относятся такие технологии, как *Java*, *.NET* и *XML*. Эти технологии рассматриваются в специальных курсах информатики.

Средства воспроизведения данных

В принципе, все прикладные программы позволяют воспроизводить те данные, которые сами создают и редактируют. Понятно, что текстовый редактор позволяет читать тексты, а графический редактор — просматривать изображения. Вместе с тем, широкое развитие средств мультимедиа привело к созданию обширного класса программных средств, специально предназначенных только для воспроизведения изображений, музыки и видео. Основные информационные объекты, с которыми работают программы данной категории, — файлы: файлы изображений, звуко- и видеозаписей.

Основных требований к средствам воспроизведения два: простота эксплуатации и универсальность. Простота предполагает интуитивно понятную систему управления, а универсальность — возможность просмотра данных, записанных разными программами (в разнообразных форматах).

К данной категории программных средств можно отнести также развивающие и развлекательные программы: учебные тренажеры и компьютерные игры. Задача, которую они решают, — интерактивное воспроизведение данных. Цель их эксплуатации — повышение эффективности обучения или активизация досуга.

Коммуникационные средства

Первые эксперименты по удаленному информационному обмену между компьютерными системами относятся к первой половине 60-х гг. XX в. После этого почти три десятилетия коммуникационные задачи решались специализированными служебными программами. Однако после того как в середине 90-х гг. окончательно оформились основные службы современного Интернета и компьютер стал выполнять роль коммуникационного центра, для него появились прикладные коммуникационные программы.

Различают два класса коммуникационных программ прикладного уровня: *программы-серверы* и *программы-клиенты*. Клиентские программы формируют запросы к удаленным компьютерам и воспроизводят полученные ответы. Этим



классом программ пользуются в основном потребители информации.

Программы серверного типа обрабатывают полученные запросы и формируют ответные сообщения. Программами этого класса обычно пользуются поставщики информации. Очень часто серверные программы опираются на системы управления базами данных, из которых выбирают данные при подготовке ответов на запросы клиентских программ.

Совместная работа программы-сервера и программы-клиента образует *коммуникационную службу*. Наиболее известные коммуникационные службы: *WWW* и электронная почта (*E-Mail*). Первая обеспечивает доступ к миллиардам электронных документов специального формата (веб-страницам), а вторая позволяет партнерам обмениваться краткими сообщениями.

Существуют и другие полезные коммуникационные службы. Их работа также обеспечивается программами-серверами и программами-клиентами. В зависимости от характера эксплуатации компьютерной системы ее оснащают программами серверного или клиентского типа, иногда обоих типов одновременно. Один и тот же компьютер способен выполнять программы обоих типов и в работе разных служб проявлять себя либо как клиентский компьютер, либо как серверный.

§ 54. Операционная система компьютера

Работая с компьютером, мы работаем с программами, но управляем при этом устройствами. Переход от программ к устройствам происходит на системном уровне, где сосредоточено множество программ, напрямую управляющих устройствами и их элементами. Они играют решающую роль в функциони-

ровании всей компьютерной системы в целом. От них в значительной степени зависит производительность устройств, эффективность программ и удобство работы людей.

Роль программ системного уровня

Подбор, установка и настройка программ системного уровня — сложная задача, требующая специальных знаний и профессиональных навыков. Но ее можно существенно упростить. Для этого множество системных программ объединяют в один комплекс, имеющий стандартизированный состав и документированные приемы настройки. Этот комплекс называется *операционной системой компьютера*. Именно операционная система превращает набор разнообразных устройств и многочисленных программ в слаженно действующую компьютерную систему.

Роль операционной системы

Вычислительный процесс

Ключевым понятием в работе операционных систем является слово *процесс*, а точнее — *вычислительный процесс*. Если попытаться в двух словах описать то, что делает операционная система, то можно сказать, что она управляет вычислительными процессами.

Вычислительные процессы очень тесно связаны с программами. Мы знаем, что программа — это упорядоченная последовательность команд, предназначенная для реализации алгоритма. Но реализует алгоритм все-таки не программа, а процесс. Разницу проще уловить, если представить себе, что программы хранятся, а процессы работают. Программа может быть записана на чем угодно: на бумаге, на магнитной ленте, на магнитном или оптическом диске. Храниться она тоже может где угодно: в тетради, в портфеле, в шкафу, в системном блоке персонального компьютера. Но работать, то есть становиться процессом, она может только в оперативной памяти — больше никак и нигде.

Программы и процессы

ПРИМЕР

Можно составить список неотложных задач: купить хлеб, молоко, фрукты — и считать его программой действий. Но если взять список в руку и отправиться по магазинам, то сам поход будет считаться не программой, а процессом.

Кроме слова *процесс*, есть и другие термины для обозначения исполняемых программ. Например, очень часто используется слово *задание*. Его мы тоже будем использовать.

Назначение операционной системы

Если в течение всего срока службы компьютер исполняет одно-единственное задание (так работают бортовые компьютеры), то ему операционная система не нужна. Даже если он исполняет много разных программ, но по очереди (так работают игровые приставки), то и в этом случае он обойдется без операционной системы. Необходимость в ней возникает в тот момент, когда возникает потребность в управлении заданиями:

- необходимо одновременно выполнять несколько заданий (*многозадачность*);
- необходимо одновременно обслуживать нескольких пользователей (*многотерминальность*);
- необходимо распределить задания между несколькими процессорами (*многопроцессорность*).

Таким образом, операционная система решает *организационные задачи*. Потребность в ней связана с организацией распределения ресурсов между процессами, пользователями и устройствами. Первоначально эти задачи возлагались на людей — операторов ЭВМ, которые принимали задания от программистов и вводили их в компьютеры. Именно в помощь операторам и были созданы первые системы управления заданиями. От слова *оператор* они и получили свое название — *операционные системы*.



В наши дни операционные системы персональных компьютеров работают автоматически. Оператор им не нужен. От включения компьютера до его выключения операционная система сама управляет множеством системных, служебных и прикладных заданий.

§ 55. Этапы развития операционных систем

По мере технического развития общества цели и задачи операционных систем постоянно меняются, а их функции непрерывно расширяются. В развитии операционных систем можно

выделить несколько характерных этапов. При этом интересно заметить, что границы этих этапов примерно соответствуют рубежам поколений средств вычислительной техники (см. § 48). Впрочем, это совпадение не удивительно, ведь операционные системы — неотъемлемые компоненты вычислительной техники. Понятно, что их развитие должно подчиняться тем же закономерностям, которым подчиняется развитие аппаратных и программных средств.

Этап 1. Командное управление вычислениями (1945–1955)

ЭВМ без операционных систем

ЭВМ первого поколения не имели операционных систем. Эти компьютеры были штучными изделиями, работа с которыми носила экспериментальный характер. В любой момент времени с компьютером работал только один человек, который сам вводил и программный код, и данные для вычислений. Завершив свою работу, он уступал место другому специалисту.

Основную часть рабочего времени первые компьютеры были заняты не вычислительными процессами, а общением с человеком при вводе программ и данных. Если при этом учесть, что стоимость одной минуты работы компьютера была намного выше, чем заработная плата программиста за полный рабочий день, трудно назвать такую работу хорошо организованной.

Этап 2. Пакетное управление вычислениями (1955–1965)

ЭВМ второго поколения выпускались серийно. Их приобретали промышленные предприятия и научные организации, которым требовались не просто вычисления, а эффективные вычисления с максимальной отдачей на единицу затрат. Это потребовало организации вычислительных процессов.

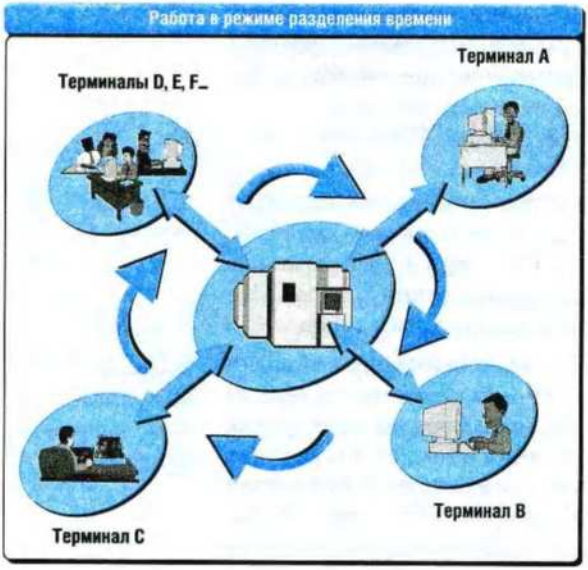
Ранний опыт организации вычислительных процессов

Прежде всего, ЭВМ оградили от неорганизованных пользователей. Между пользователями и компьютерами поставили операторов, которые собирали задания и формировали из них пакеты. Смысл пакетирования состоял в том, чтобы снизить простои дорогой техники между заданиями: пока выводятся результаты предыдущей работы, данные следующего задания уже вводятся. Специальные программы, помогавшие

операторам формировать пакеты, управлять очередностью заданий и контролировать их исполнение, стали первыми операционными системами.

Этап 3. Принцип разделения времени (1965–1975)

ЭВМ третьего поколения обладали достаточными ресурсами и производительностью, чтобы вновь вернуть пользователям возможность прямого взаимодействия с компьютером. Правда, теперь это была не непосредственная работа, а общение через терминал, состоящий из клавиатуры и дисплея. Операционная система обеспечивала возможность одновременной работы многих пользователей (многотерминальный режим) и «одновременное» исполнение многочисленных задач (многозадачный режим). На самом деле, конечно, никакие задания не выполнялись одновременно. Просто процессор компьютера так быстро переключался между разными программами разных пользователей, что у тех создавалась иллюзия одновременной работы.



Такой метод организации вычислений получил название *режима разделения времени*. (Процессор разделяет свой ресурс — время работы — между различными процессами.) С тех пор многозадачность стала одной из важнейших функций операционных систем. Важное значение она сохраняет и по сей день. В частности, диалоговое управление компьютером основано на многозадачности. С точки зрения операционной системы регулярный опрос внешних устройств (клавиатуры, мыши и других) представляет собой периодическое переключение между разными задачами.

Этап 4. Управление накопителями данных (1975–1985)

В годы первых ЭВМ каждый пользователь сам вводил данные в компьютер. Делал он это с помощью перфорированной бумажной ленты (перфоленты) или картонных карточек (перфокарт). Во втором поколении пользователя отстранили от компьютера и ввод перфолент и перфокарт передали оператору. В компьютерах третьего поколения данные хранились на магнитных носителях: лентах и дисках. Перед чтением их необходимо было поместить в читающее устройство («смонтировать»). Монтаж выполняли операторы, часто вручную. Соответствующую команду пользователь отдавал через свой терминал.

Возникновение файловых систем

В середине 70-х годов появились накопители данных нового типа — жесткие диски. Они имели сравнительно большие емкости для хранения данных и устанавливались стационарно — их не надо было монтировать перед чтением или записью. Именно поэтому они получили название «жестких». Так отпала последняя потребность в услугах человека-оператора ЭВМ, но вместо нее появилась потребность в организации доступа к файлам данных, хранящимся на жестком диске. Для управления созданием, поиском, чтением, удалением, копированием, перемещением, переименованием и группировкой файлов были созданы специальные системы управления, получившие названия *файловых систем*. Файловые системы вошли в состав операционных систем и стали их неотъемлемой частью.

Этап 5. Управление произвольными устройствами (1985–1995)

Появление персональных компьютеров

Восьмидесятые годы прошлого века стали периодом массовой персонализации компьютерных систем. Характерной чертой персональной компьютерной системы стало гибкое конфигурирование рабочих мест в соответствии с характером исполняемых на них работ. Одним рабочим местам необходимы развитые устройства ввода данных, другим — совершенные устройства воспроизведения информации. На одних местах предъявляются повышенные требования к средствам хра-



нения данных, а на других — к средствам коммуникации с другими устройствами.

Обеспечение работоспособности произвольных устройств, подключаемых к компьютеру, стало основным вопросом для операционных систем, разрабатывавшихся в этот период. Лишь после 1995 г. операционным системам удалось окончательно скрыть истинную архитектуру компьютерной системы от программного обеспечения. С тех пор авторы программ могут не задумываться над тем, какие устройства имеются в конкретной компьютерной системе, а производители устройств не должны думать о том, какие программы установлены на компьютере. Им важно только быть уверенными, что в операционную систему компьютера встроен драйвер для их устройства.

Управление драйверами

Драйвер устройства — это программа системного уровня, управляющая устройством. На компьютере она не просто подключается к операционной системе — она встраивается в ядро системы. Фактически, после подключения каждого нового устройства происходит перекомпоновка ядра, и мы получаем новую систему. Эта перекомпоновка происходит во время очередной перезагрузки компьютера[1].

[1] Вот почему после подключения большинства устройств компьютер необходимо перезагрузить. Исключение представляют устройства, подключаемые к шине *USB*.

После перезагрузки все программы компьютера должны уметь работать с новым устройством. Операционная система является тем посредником-переводчиком, который «объясняет» устройствам содержание команд, полученных от прикладных программ. Если все организовано правильно, программы будут работать даже с устройствами, которые еще не были изобретены в те годы, когда эти программы создавались.

Аппаратная конфигурация компьютера может быть сколь угодно сложной и непостоянной. Это не должно мешать работе программ. Операционная система стала экраном, надежно скрывшим конкретные особенности программ от особенностей устройств, а особенности устройств — от программ.

Социальные аспекты операционных систем

Операционная система стала также эффективным средством разделения труда программистов и инженеров. Она позволила им работать, не оглядываясь друг на друга. Это, в свою очередь, ускорило научно-технический прогресс, способствовало качественному улучшению средств вычислительной техники с одновременным снижением их стоимости. Мы можем также сказать, что начиная с 80-х годов операционные системы компьютеров приобрели черты социальной значимости. В них начал отражаться технический, промышленный и экономический уровень развития общества.

Этап 6. Адаптивное управление устройствами (1995–2000)

Десятилетия развития операционных систем сделали их достаточно функциональными, но при этом весьма сложными программными комплексами. До тех пор пока компьютеры оставались устройствами коллективного применения, эту сложность удавалось парировать разделением труда. Когда же преобладающей стала не коллективная, а персональная техника, потребовался переход к новым принципам управления, доступным для необученных пользователей.

Адаптивное управление

Известно, что для человека наиболее естественен и удобен механизм адаптивного управления (см. § 17). Адаптивно, с помощью поводьев, поводков, кнутов, вожжей, шестов и других приспособлений люди управляют домашними животными. С помощью парусов, весел и рулевых устройств они издавна

управляют судами. Рули, рычаги, педали и другие элементы адаптивного управления используются в автомобилях, поездах и самолетах.

Графическое управление

Чтобы реализовать принципы адаптивного управления в компьютерах, потребовались операционные системы нового типа — их назвали *графическими*. Принцип управления ими основан на взаимодействии в области экрана двух графических элементов управления: пассивного и активного. Пассивный элемент предоставляет сама операционная система, а активным элементом (указателем) управляет человек. Делает он это с помощью устройств позиционирования, наиболее распространенное из которых — мышь.

Этап 7. Управление компьютерными сетями (2000–2005)

Микропроцессор связан с оперативной памятью проводниками адресной шины. Чтобы подключиться к заданной ячейке памяти, достаточно ввести ее номер в адресный регистр. С какими-либо иными адресатами у процессора связи нет, как нет и средств для задания иных адресов, помимо адресов ячеек памяти. Мы об этом явлении уже говорили, но его полезно и повторить.

Для процессора существует только один способ передачи данных другому компьютеру:

а) сформировать эти данные в своих регистрах;
б) дать разрешение на их копирование;
в) ждать, что какое-то коммуникационное устройство само скопирует эти данные в свои регистры.

Коммуникационные устройства, как и любые другие, нуждаются в управляющих программах — драйверах. Однако наличие драйвера — это хоть и необходимое, но все-таки не достаточное условие для организации корректного взаимодействия между компьютерами. Требуются также специальные программы, управляющие потоками данных, разрешающие возможные конфликты и коллизии, обрабатывающие сбойные ситуации. К этому надо добавить потребность в защите данных от несанкционированного доступа, а компьютеров — от несанкционированного использования.

Долгое время среди операционных систем особо выделяли категорию сетевых систем. В них изначально входили компоненты, необходимые для работы сетевых устройств. После 2000 г. ситуация изменилась. В связи с бурным развитием Интернет-технологий, сетевые функции перешли из категории специальных в категорию основных, и сегодня большинство операционных систем персональных компьютеров обладают базовым набором сетевых функций.

§ 56. Перспективы развития операционных систем

Современные операционные системы — очень сложные программные комплексы, развитие которых очень далеко от завершения. В ближайшие годы оно будет активно продолжено. Его основная цель — повышение эффективности управления вычислительными процессами, а ближайшие задачи:

- обеспечение надежной работы техники;
- повышение эффективности ввода данных;
- организация распределенных вычислений.

Надежность операционных систем

Функциональность и универсальность операционных систем в известной степени противоречит их надежности и безопасности, особенно сетевой безопасности. Сегодня, когда сотни миллионов компьютеров взаимосвязаны через разнообразные компьютерные сети, приходится принимать специальные меры, чтобы исключить агрессивное воздействие одних систем на другие и препятствовать несанкционированному доступу к компьютерам, программам и данным. На защиту расходуются колоссальные материальные средства, но до окончательного решения проблем безопасности пока еще очень далеко.

Сетевая безопасность

Основной источник уязвимости компьютеров — их операционные системы. Дело в том, что защита любого компьютера рассчитана на работу под управлением надежной операционной системы. На самом же деле надежность многих из них находится под серьезным сомнением. Современная операционная система — это огромный комплекс, содержащий десят-

Источник уязвимости компьютеров

ки миллионов строк программного кода. В нем встречаются недочеты, упущения, грубые ошибки. Многие из них способны опровергнуть самую прочную систему безопасности.

Вот почему сегодня надежность операционных систем выходит на первое место в ряду прочих требований к ним. Не обеспечив должный уровень безопасности компьютеров, работающих в едином общемировом информационном пространстве, бессмысленно дальнейшее повышение их производительности и расширение функциональных возможностей.

Эффективность ввода данных

В последние десятилетия производительность типовых систем обработки данных выросла в тысячи раз. В сотни тысяч раз возросли характерные массивы хранимых данных. Однако в этот же период не было отмечено прогресса в технологиях ввода данных, особенно текстовых. Сегодня ручной характер их ввода противоречит самому духу информационного общества и выступает фактором, сдерживающим технический, экономический и культурный прогресс[2].

До окончательной технологии, способной выполнять ввод данных со скоростью мысли, пока еще очень далеко. В перспективе ближайшего будущего — внедрение систем распознавания речи, а на их основе — систем голосового управления и речевого ввода данных. В корпоративной среде их внедрение повысит производительность труда, ускорит документооборот, снизит себестоимость продукции. В домашнем хозяйстве переход к голосовому управлению ускорит интеграцию в единый комплекс персональных компьютеров, мобильных средств связи, охранных систем, бытовой электроники, систем управления климатом и ухода за домашними животными.

Распределенные вычислительные системы

Прикладное программное обеспечение, установленное на компьютерах, является собственностью организаций и пред-

[2] Развитие технологий автоматического сканирования печатных страниц и распознавания данных не решает отмеченную здесь проблему. Чтобы что-то сканировать, надо это что-то сначала создать. К сожалению, до сих пор первичный ввод данных приходится выполнять в основном вручную.

приятий и относится к категории *нематериальных активов* (см. § 4). Несмотря на нематериальность, стоимость этих активов вполне реально влияет на стоимость продукции и услуг, созданных с их помощью. Так, например, стоимость программ, использованных при создании, издании и распространении данной книги, отражается в конечной цене этой книги как товара. В информационном обществе это справедливо практически для любого продукта.

Эффективное использование программного обеспечения представляется важной проблемой, стоящей перед предприятиями. Мощный и дорогой графический редактор быстрее окупает себя в крупном рекламном агентстве, чем в небольшой фотомастерской. Разную эффективность на разных предприятиях дает использование систем программирования, автоматизированного проектирования, трехмерного моделирования, управления базами данных. Кому-то удается окупить затраты на дорогой текстовый процессор в течение нескольких месяцев, кому-то — никогда.

Сделать прикладное программное обеспечение доступным, а его использование эффективным призвана концепция распределенных вычислений. Согласно этой концепции, клиентский компьютер хранит только данные, но постоянно подключен к компьютерной сети, в которой по мере необходимости размещает задания на их обработку. Подобный компьютер способен обходиться без установки прикладного программного обеспечения — оно арендуется на короткое время вместе с вычислительными ресурсами. Применение распределенных вычислительных систем позволит:

- устранить непроизводительные расходы на издание, упаковку, транспортировку, продажу и рекламу программных продуктов;
- оптимизировать использование программных средств любых категорий на каждом рабочем месте;
- устранить несовместимость программного обеспечения с аппаратным обеспечением конкретных рабочих мест;
- снять издержки на регулярное обновление и обслуживание прикладных программ.

Краткое содержание темы

Программная конфигурация компьютера — это совокупность его программных средств. Обобщенное назначение этих средств — управление устройствами компьютерной системы.

Программные средства базового уровня предназначены для непосредственного управления устройствами и располагаются в самих устройствах.

Системные программные средства предназначены для управления устройствами, размещаются на традиционных носителях данных и загружаются в оперативную память компьютера в начале его работы.

Служебные программы предназначены для выполнения специальных задач по поддержанию работоспособности компьютерной системы или расширению ее функциональности.

Прикладное программное обеспечение занимает высший функциональный уровень программной конфигурации и предназначено для взаимодействия с человеком. Основное назначение программ прикладного уровня — автоматизация работ.

Операционная система компьютера — комплекс программных средств системного уровня, предназначенный для организации вычислительных процессов и управления ими.

К основным функциям операционной системы относятся:

- управление распределением оперативной памяти между программами и данными;
- управление распределением оперативной памяти между разными заданиями;
- управление хранением данных на внешних носителях;
- управление взаимодействием программных средств компьютера и аппаратных средств, сокрытие архитектурной сложности аппаратного обеспечения от программ;
- предоставление пользователю средств для взаимодействия с программами и устройствами;
- управление информационным обменом в компьютерной сети.

Основными направлениями развития операционных систем компьютеров в ближайшие годы станут:

- повышение надежности работы;
- повышение эффективности ввода данных;
- управление распределенными вычислениями.

Контрольные вопросы и задания

1 Назовите генеральную цель применения компьютерных программ.

2 Чем управляют компьютерные программы?

3 Какие режимы управления можно реализовать с помощью компьютерных программ?

4 Какие функциональные уровни компьютерных программ вы знаете?

5 Смысл разделения программ на функциональные уровни можно выразить тремя словами. Впишите пропущенное слово:

ОБЩЕСТВЕННОЕ _ _ _ _ _ _ _ _ ТРУДА

6 Где хранится программное обеспечение базового уровня?

7 Где располагается программное обеспечение системного уровня? Дать два ответа: когда компьютер выключен (а) и когда компьютер включен (б).

8 Установите соответствие между категориями прикладных программ и объектами, с которыми они работают.

А) Текстовый редактор	1) Коллекция точек
Б) Табличный процессор	2) Композиция текстовых объектов
В) СУБД	3) Композиция линий
Г) Текстовый процессор	4) Коллекция текстовых объектов
Д) Растровый редактор	5) Коллекция числовых данных
Е) Векторный редактор	6) Композиция числовых данных

9 Назовите несколько функций служебных программ.

10 Что объединяет все виды прикладных программ?

11 В чем смысл выразительного оформления структуры текстовых документов? Какие программные средства позволяют делать такое оформление?

12 Для чего предназначены системы автоматизированного проектирования?

13 Можно ли компьютерные игры считать прикладным программным обеспечением? Если да, то какие практические задачи решают программы этого класса?

14 Назовите устройство, внутри которого компьютерные программы могут становиться вычислительными процессами.

15 В чем заключается основная функция операционной системы компьютера?

16 В каких случаях компьютеризированное устройство не нуждается в операционной системе?

17 Первые операционные системы ЭВМ обеспечивали исполнение вычислительных заданий в пакетном режиме. Какой экономический эффект при этом достигался?

18 Операционные системы ЭВМ третьего поколения обеспечивали возможность работы многочисленных пользователей в режиме разделения времени. В чем суть этого режима? Что он дает пользователю?

19 Что такое драйвер устройства? К какому уровню программного обеспечения относятся драйверы устройств?

20 Почему после установки нового устройства обычно требуется перезагрузка компьютера?

21 Какой механизм управления устройствами позволил реализовать графические операционные системы? В чем преимущество этого механизма?

22 На чем основан принцип управления, реализованный в графических операционных системах?

23 Назовите основные направления развития операционных систем компьютеров в ближайшее десятилетие.

Информационные технологии Windows

13

С каждым годом операционные системы компьютеров принимают на себя все больше и больше функций. При этом многочисленные требования, предъявляемые к ним, нередко оказываются настолько противоречивыми, что выполнить их одновременно становится невозможно. Так, например, комфортность работы с системой плохо отражается на ее эффективности, универсальность вступает в противоречие с надежностью, а доступность — с защищенностью.

Противоречивость требований к ОС

§ 57. Функциональные особенности операционных систем

Операционная система компьютера — это такое же оборудование конкретного рабочего места, как стол, стул, сам компьютер и его прикладные программы. Выбирают операционную систему, исходя из эксплуатационных требований, предъявляемых к рабочему месту.

Принцип выбора ОС

MS-DOS

Если главными критериями выбора являются экономичность и эффективность, то наиболее удобна операционная система *MS-DOS*. Именно ее применяют в компьютеризированных кассовых аппаратах магазинов и банков. При этом в жертву приносятся мультимедийность и многозадачность, а сетевой информационный обмен сводят к минимально возможному. Взаимодействие между человеком и компьютером упрощено до предела, а сам компьютер всегда выполняет только одну задачу. Как правило, эта задача состоит в работе с базой данных предприятия (магазина, склада, отделения банка).

Экономичность + эффективность

UNIX

Эффективность + надежность

Для крупных вычислительных центров, обслуживающих сотни пользователей одновременно, крайне важны эффективность и надежность. В таких случаях применяют одну из операционных систем семейства *UNIX*. Характерные примеры — вычислительные центры научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий. Самые известные автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП) и системы автоматизированного проектирования (САПР) рассчитаны на работу именно под управлением операционной системы *UNIX*.

Широко используются операционные системы *UNIX* также там, где требуется надежный и безопасный удаленный доступ к мощным системам управления базами данных (СУБД). Характерные примеры: финансовые предприятия (банки и биржи), предприятия связи (операторы связи), а также предприятия электронной коммерции (Интернет-магазины).

Linux

Экономичность + доступность

Характерная черта операционной системы *Linux* — открытость как самой системы, так и большинства ее приложений. Открытость означает бесплатность компонентов системы и возможность их самостоятельной модификации в соответ-

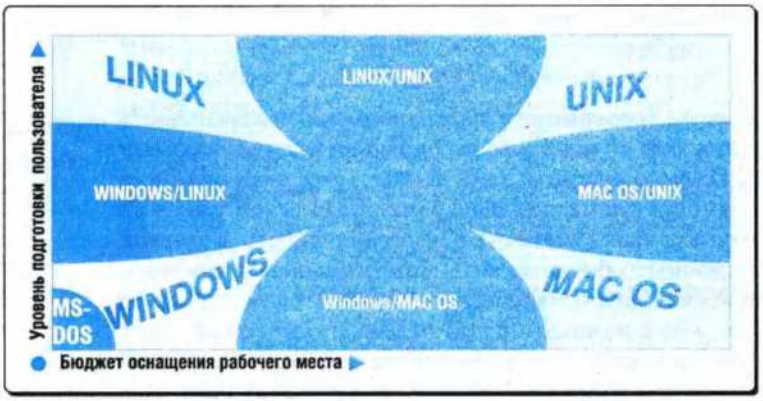


Рис. 13.1. Поле выбора операционной системы

ствии с текущими задачами. Для этой системы существует большое количество доступных и бесплатных программ, что особенно важно для программ серверного типа. Если необходимо сэкономить средства при создании сетевого сервера, операционная система *Linux* — лучший выбор. Ей отдают предпочтение малые предприятия.

MacOS

Mac OS — операционная система, используемая в персональных компьютерах закрытой архитектуры, выпускаемых компанией *Apple*. Закрытость архитектуры компьютера позволяет оснастить его надежной операционной системой. Однако сравнительно небольшой ассортимент доступных устройств и программ, а также их завышенная цена существенно ограничивают область применения данной операционной системы. В США она широко используется для оснащения учебных классов. В европейских странах бюджет большинства учебных заведений не позволяет это сделать.

Надежность + устойчивость

Windows

В тех случаях, когда от компьютера требуется универсальность, применяют операционную систему *Windows*. Это далеко не самая надежная и не самая эффективная операционная система. Зато она не имеет конкурентов по универсальности. Для нее выпущено приложений больше, чем для прочих операционных систем, вместе взятых. Большинство компьютерных устройств комплектуется драйверами для *Windows*. Их нетрудно использовать с компьютерами, работающими под управлением этой системы. Во многих странах этой системе отдают предпочтение при оснащении бытовых, учебных и офисных рабочих мест, не предъявляющих повышенных требований к надежности и безопасности.

Универсальность

§ 58. Объектная модель Windows

Windows — объектно-ориентированная операционная система. Объекты, которыми она оперирует, имеют свойства, различимые системными средствами, и методы: действия, исполняемые системой.

Реестр Windows

Операционная система регистрирует свойства своих объектов во внутренней базе данных, которая называется Реестром *Windows*. Методы объектов представлены программным кодом и хранятся в ядре операционной системы, а также в ее библиотеках.

Процессы Windows

Методы объектов *Windows* реализуются процессами *Windows*. Под словом «процесс» мы по-прежнему понимаем работающий программный код, занимающий часть оперативной памяти и эксплуатирующий ресурсы процессора.

1. Устройства

Устройства Windows

Устройство становится объектом *Windows* после того, как оно зарегистрировано операционной системой. В составе компьютера могут быть устройства, не зарегистрированные *Windows*, — они объектами *Windows* не являются, но способны работать под управлением других операционных систем, если компьютер мультисистемный[1].

2. Файлы данных

Файлы Windows

Файл данных является объектом *Windows*, если хранится на носителе, зарегистрированном операционной системой. Если, например, он находится на гибком диске, лежащем на столе, то это не объект *Windows*. Но когда диск вставлен в дисковод и прочитан операционной системой, его информационные объекты становятся объектами *Windows*.

3. Программные приложения

Приложения Windows

К объектам *Windows* относятся не все программы, а только те, установка которых зарегистрирована операционной системой *Windows*. На компьютере могут быть установлены и незарегистрированные программы, например компьютерные вирусы и другие программные средства, действующие в обход операционной системы, а также программные приложения других систем.

[1] Мультисистемный компьютер — компьютер, на котором установлено несколько операционных систем. Выбор текущей системы выполняется при включении компьютера, в ходе его первоначальной загрузки.

Если незарегистрированные программы представлены файлами, находящимися на зарегистрированных носителях, то их можно считать объектами *Windows*, но не приложениями, а данными. Это позволяет создавать и редактировать в операционной системе *Windows* программы, предназначенные для других операционных систем.

4. Информационные связи

Информационные связи — это тоже объекты, имеющие свои свойства и методы. Так, например, предварительно настроенное соединение между компьютером и Интернетом является объектом *Windows*. Его параметры настройки являются свойствами связи.

Примеры информационных связей

Аналогично, гиперссылка, ведущая к документу, опубликованному в Интернете, это тоже информационный объект. Ее основное свойство — адрес документа, а основной метод — создание запроса к серверу на поставку этого документа. Еще один пример объекта *Windows*, представляющего информационную связь, — ярлык документа или программы. Его основное свойство — адрес хранения целевого объекта, а основной метод — действие, которое выполняется при двойном щелчке на ярлыке.

5. Объекты-контейнеры

Объекты контейнерного типа предназначены для группировки и совместного хранения (отображения) других объектов. Характерными свойствами контейнеров являются их структура и размер (см. § 20).

В операционной системе *Windows* различаются контейнеры двух типов: логические и графические. Графические контейнеры служат для отображения структуры и содержимого логических контейнеров.

Логические контейнеры Windows

Основным логическим контейнером *Windows* является папка. В папках могут храниться файлы и вложенные папки, а также другие информационные объекты. Например, в папке \Мой компьютер можно найти значки связей с физическими устройствами: дисководами, принтерами и другими объектами.

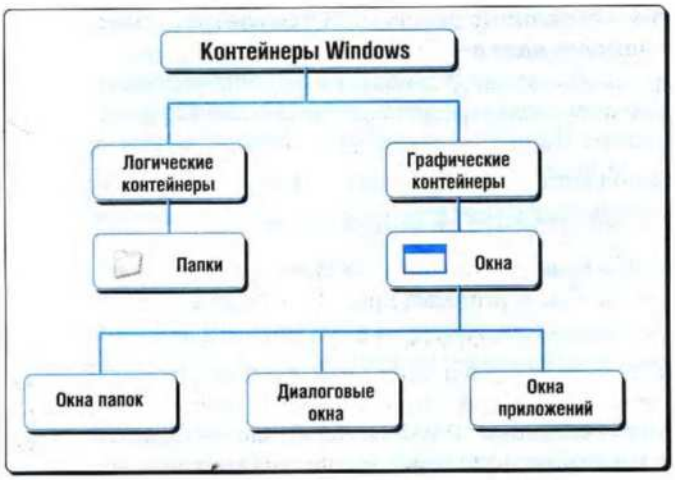


Рис. 13.2. Контейнерные объекты Windows

Графическими контейнерами *Windows* являются окна. Именно они и дали название всей операционной системе в целом. При этом следует различать:

Графические контейнеры Windows

- *окна папок* — контейнеры, предназначенные для группировки и отображения значков информационных объектов, содержащихся в папках;
- *диалоговые окна* — контейнеры, предназначенные для группировки и отображения графических элементов управления *Windows*;
- *окна приложений* — графические контейнеры, предназначенные для воспроизведения информационных сообщений вместе с элементами управления их содержанием, оформлением и структурой.

§ 59. Информационная модель управления Windows

Принцип управления Windows

Объектно-ориентированный подход позволяет очень просто описать принцип управления для компьютера, оснащенного операционной системой *Windows*. Управление *Windows* заключается в выборе объектов, изменении их свойств и активации

их методов. В этом принципе проявляется объектная ориентированность операционной системы *Windows*.

Пять типов объектов и три вида действий с ними дают адекватную информационную модель компьютера, работающего под управлением этой операционной системы. Именно простота такой модели позволила сделать компьютеры доступными для сотен миллионов людей всего мира.

Пять типов объектов и три вида действий

Событийный механизм адаптивного управления Windows

Операционная система *Windows* является графической. В ней двумерная растровая графика образует визуальный канал обратной связи, необходимый для действия механизма адаптивного управления (см. § 17). Роль активного элемента управления выполняет указатель. Он присутствует на экране всегда и перемещается синхронно с мышью или иным устройством позиционирования. Роль пассивных элементов управления выполняют графические элементы управления *Windows*.

Механизм графического управления Windows

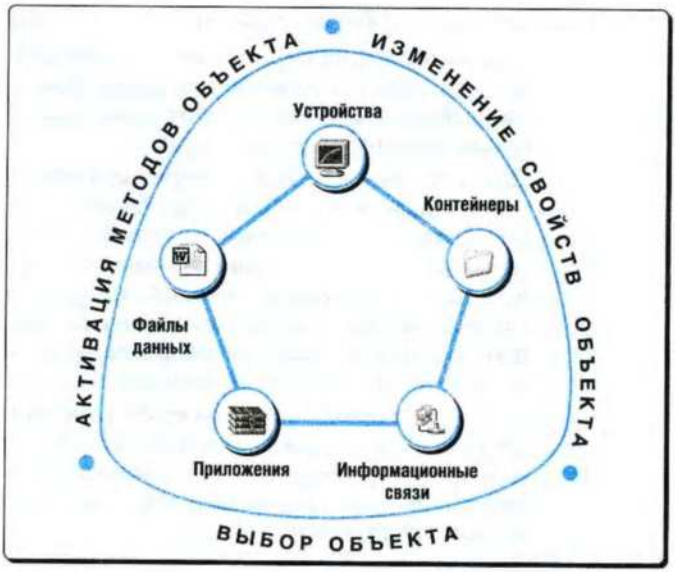


Рис. 13.3. Информационная модель управления Windows

При наведении активного элемента управления на пассивный операционная система регистрирует факт события и тут же запускает вычислительный процесс, который данному событию[2] соответствует. Какой именно процесс (из многих возможных) будет запущен, зависит от воздействия пользователя на кнопки мыши.

Справка

При создании приложений Windows программисты могут предусматривать для каждого объекта множество различных событий и по своему усмотрению готовить (или не готовить) программные процедуры для их обработки. У пользователя есть возможность с помощью кнопок мыши выбрать, какую из «заготовок», сделанных программистом, привести в действие.

Приемы графического управления

Операционная система *Windows* реализует семь приемов графического управления, в которых используются две кнопки устройства позиционирования: основная (обычно левая) и дополнительная (обычно правая).

Наведение указателя

1. При наведении указателя на объект операционная система регистрирует событие и, в зависимости от текущей настройки, запускает определенный процесс (например, открывает графическое меню).

Щелчок

2. Щелчок — это кратковременное нажатие и отпускание основной кнопки мыши. Для *Windows* — это событие, связанное с тем объектом, над изображением которого находится указатель. В зависимости от своей настройки, при щелчке система выполняет определенное действие. Обычно щелчок на значке документа или программы имеет подготовительное значение, а на графическом элементе управления — исполнительное.

Двойной щелчок

3. Двойной щелчок — это пара кратковременных нажатий основной кнопки мыши. Двойной щелчок на значке объекта всегда запускает процесс, исполняющий основной метод объекта: программы запускаются, документы открываются и т. п.

[2] Каждому событию *Windows* программист может сопоставить отдельный вычислительный процесс. Такие процессы называются *обработчиками событий*.

4. Специальный щелчок — это щелчок дополнительной кнопкой. Прием используют для доступа к свойствам и методам объектов. После специального щелчка открывается меню, которое называется контекстным. Список команд этого меню фактически представляет собой список методов объекта. Например, если объектом является файл с текстовыми данными, то его методы: открытие для просмотра или редактирования, печать файла, его удаление и другие действия.

Специальный щелчок

Один из пунктов контекстного меню выделен полужирным шрифтом. Он представляет метод объекта, принятый для этого объекта по умолчанию. Именно этот метод и срабатывает, когда мы выполняем двойной щелчок на значке объекта.



Последний пункт контекстного меню — всегда пункт Свойства. Он открывает диалоговое окно, в котором можно ознакомиться с настройкой основных свойств объекта и, если необходимо, изменить их с помощью графических элементов управления.

5. Прием «перетаскивание» заключается в перемещении указателя при нажатой основной кнопке. Его используют для перемещения объектов между контейнерами.

Перетаскивание

Перетаскиванием выполняют две операции: *перемещение* и *копирование*. При перемещении объект переходит из одного контейнера в другой. При копировании в контейнере-приемнике создается копия объекта, находящегося в контейнере-источнике. В *Windows* принято, что если оба контейнера принадлежат одному физическому носителю данных (например, одному диску), то в ходе перетаскивания происходит перемещение. Но если контейнеры принадлежат разным носителям, то в ходе перетаскивания выполняется копирование, например копирование файла с одного диска на другой.

6. Специальное перетаскивание отличается от обычного тем, что сопровождается нажатием не основной, а дополнительной кнопки. По окончании специального перетаскивания открывается дополнительное меню, в котором можно выбрать действие, выполняемое над перемещаемым объектом. Возможны три действия: копирование, перемещение, создание ярлыка.



7. Прием выполняют так же, как перетаскивание, но он служит для изменения размеров графических контейнеров или для группового выделения объектов. В прикладных программах, например в графических редакторах, протягивание используют для рисования геометрических фигур. В программах, предназначенных для работы с текстом, протягивание используют для выделения фрагментов текста.

Стандартные графические элементы управления

Программист может придумать и воплотить любые графические элементы управления, но их создание требует времени, сил и, конечно, знаний. В то же время, существует некоторое количество стандартных элементов управления, которые можно вставлять в программы почти автоматически, с минимальной потребностью в программировании. Программный код, обеспечивающий работу стандартных элементов управления, хранится в библиотеках *Windows* на жестком диске (в файлах с расширением имени .DLL). В тот момент, когда элемент управления появляется на экране, в оперативной памяти компьютера создается соответствующий ему экземпляр программного кода. Если, например, на экране изображен десяток кнопок, значит, в оперативной памяти компьютера хранится десяток экземпляров программного кода, обеспечивающего работу этих кнопок. Управляет размещением кода в оперативной памяти операционная система. Она же запускает тот или иной экземпляр кода по соответствующему событию, например по щелчку кнопки мыши.

Операционная система предоставляет программистам и пользователям несколько десятков стандартных графических элементов управления. Мы отметим лишь самые известные.

Надпись

Надпись больше похожа на элемент оформления, чем управления. При взаимодействии указателя мыши с надписью никакое событие не регистрируется и, соответственно, сигналы управления в операционную систему не поступают. Однако программисты широко используют надписи для обращения к пользователю, управляющему программой. Поэтому надписи тоже считаются элементами управления.

Надписи бывают *свободными* и *связанными* (*присоединенными*). Связанные надписи присоединены к другим элементам управления и служат для пояснения их функций. Свободные надписи — это обычные информационные сообщения, обращенные к пользователям программы.

Поле ввода

Поля ввода предназначены для ввода текстовых данных с помощью клавиатуры. Программист может настроить свойства поля таким образом, что оно позволит вводить только числовые значения или, например, только текст. В таких случаях поле ввода называют *текстовым* или *числовым полем*.

Список

Список позволяет вводить данные в компьютер без помощи клавиатуры — выбором нужного значения с помощью указателя мыши.

Раскрывающийся список

Функционально раскрывающийся список эквивалентен списку, но занимает меньше места на экране. Чтобы получить доступ к элементам списка, необходимо «нажать» раскрывающую кнопку.

Поле со списком

Поле со списком также называют *комбинированным полем*. Оно сочетает достоинства поля ввода и раскрывающегося списка. Если необходимый элемент данных в списке присутствует, его выбирают указателем мыши. Если же нужного элемента в списке нет, его можно ввести с помощью клавиатуры.

Счетчик

Счетчик — средство графического ввода числовых данных. Как и поле со списком, счетчик — комбинированный элемент управления. Он состоит из числового поля и двух связанных с ним кнопок изменения текущего показания. При необходимости счетчик делают многоразрядным, например выделяя разные разряды для ввода часов, минут и секунд.

Движок

Движок — еще одно средство графического ввода числовых данных. Движок приводится в действие перетаскиванием при нажатой основной кнопке мыши.

Командная кнопка

В то время как поля, списки и счетчики служат для ввода данных, командные кнопки служат для ввода команд. С каждой командной кнопкой программист заранее связывает некую подпрограмму — *обработчик события*. Функции этого обработчика находятся в исключительной компетенции программиста. Он сам решает, что должно происходить при

«нажатии» кнопки. Обычно при этом выдается указание операционной системе выполнить какие-то действия с ее объектами или изменяются значения, хранящиеся в определенных ячейках памяти.

Меню

Меню — это список команд. Его цель — предоставить пользователю удобную возможность выбора одной команды из нескольких возможных. Выбор выполняется одним щелчком основной кнопки мыши.

Флажок

Флажки имеют два состояния: УСТАНОВЛЕН — СБРОШЕН. Соответственно, их используют либо как средство ввода логических значений (ЛОЖЬ — ИСТИНА), либо как средство выбора одного параметра из двух альтернативных.

Переключатель

Как и флажок, переключатель может иметь одно состояние из двух возможных (ВКЛЮЧЕН — ВЫКЛЮЧЕН), но, в отличие от флажков, переключатели используются не поодиночке, а только группами. Один и только один переключатель группы включен всегда. Выключают переключатель включением любого иного переключателя той же группы.

Строго говоря, элементом управления является не переключатель, а вся группа. Номер текущего включенного переключателя — это одно из свойств группы.

Вкладка

Операционная система *Windows* имеет специальные графические контейнеры — диалоговые окна, предназначенные для наглядной группировки графических элементов управления. Если программист затрудняется разместить все запланированные элементы в области диалогового окна, он может создать дополнительные страницы — вкладки.

Вкладка имеет корешок, на котором записано ее название. Переключение между вкладками выполняется щелчком на этом корешке.

§ 60. Виртуальная память Windows

Принципиальные основы операционной системы *Windows* были заложены еще в 90-х годах прошлого века. Типовые компьютеры тех лет многократно уступали современным моделям по производительности, объему оперативной памяти

и емкости жесткого диска. Разработчики и пользователи прикладных программ испытывали постоянную нехватку аппаратных ресурсов компьютера. Уже тогда в систему *Windows* был введен ряд информационных технологий, позволивших смягчить наиболее острые противоречия между потребностями программ и возможностями устройств.

Одна из таких технологий — технология виртуальной памяти. Она позволяет:

- обрабатывать документы, у которых размер данных превосходит размер установленной физической памяти;
- эксплуатировать программы, не способные поместиться в физической памяти целиком;
- одновременно запускать несколько программ, имеющих совокупный размер больше, чем объем физической памяти. В то время как активные процессы располагаются в физической памяти, состояние временно приостановленных процессов сохраняется на жестком диске.

Файл подкачки

Механизм виртуальной памяти искусственно расширяет оперативную память за счет подключения к ней специальной области жесткого диска, которая называется *файлом подкачки*. Когда для работы программ в физической памяти не хватает свободного места, часть памяти очищается, но данные, хранившиеся в ней, не пропадают. Они временно переносятся на жесткий диск, в файл подкачки. Когда в этих данных вновь возникнет необходимость, они будут вызваны из файла подкачки и вновь размещены в оперативной памяти. Управляет такими перемещениями операционная система.

Ограничения виртуальной памяти

Технология виртуальной памяти существенно расширяет функциональные возможности компьютера. Вместе с тем, следует помнить, что жесткий диск, в отличие от электронных микросхем, является устройством электромеханическим. Механические операции, связанные с поиском, чтением и записью данных, выполняются в тысячи раз медленнее электронных. Это означает, что виртуальная память не вполне адекватна физической. Чем чаще возникает необходимость обращения к файлу подкачки для записи и чтения данных, тем медленнее работает персональный компьютер, а также его операционная система и все запущенные приложения.

§ 61. Многократное использование программного кода

Экономика программирования для ЭВМ

В годы первых ЭВМ одна минута «машинного времени» стоила больше, чем программист зарабатывал за день. Поэтому экономика вычислительных работ была сосредоточена на эффективном использовании компьютеров, а не людей. В те годы было не столь важно, сколько времени программист тратит на подготовку программы, сколь важно, чтобы он не расходовал машинное время, пока программа не отлажена.

Экономика программирования для ПК

В эпоху персональных компьютеров ситуация стала диаметрально противоположной. Ныне одна минута работы квалифицированного программиста превосходит по стоимости целые сутки работы персонального компьютера. О необходимости экономить машинное время речь давно не идет. Зато постоянно нарастает потребность в рациональной организации труда программистов.

Приемами повышения эффективности программирования занимается отдельная техническая дисциплина — *программная инженерия*. Один из ее базовых принципов — это *принцип повторного использования и преемственности программного кода*. Суть его состоит в том, что код, созданный однажды, должен использоваться многократно.

Принцип повторного использования кода выглядит убедительно и фундаментально. Однако его практическая реализация порождает организационные и технические проблемы.

- Как выявить программные ресурсы, имеющие повышенную общественную значимость и подлежащие бережному хранению?
- Как следует архивировать и хранить ресурсы, предназначенные для повторного использования?
- Как документировать хранимые ресурсы, какие стандарты для этого необходимы, кому можно поручить их подготовку, а кому — нет?
- Как согласовать программные модули, созданные разными людьми и разными предприятиями?
- Как согласовать программные модули, созданные разными техническими средствами по разным стандартам?

Решение этих и других подобных вопросов осложняется конкуренцией между производителями программных продуктов. Каждый из них активно стремится к тому, чтобы именно его технологии были приняты отраслью в качестве стандартных.

Конкурентные противоречия объективны, но их можно преодолевать. Неплохие возможности для согласования несовместимых интересов различных производителей программного обеспечения дает операционная система компьютера. Все производители приложений обязаны соблюдать системные технические требования. А раз так, значит, в первую очередь стандартные программные модули, подлежащие многократному применению, следует включить именно в состав операционной системы.

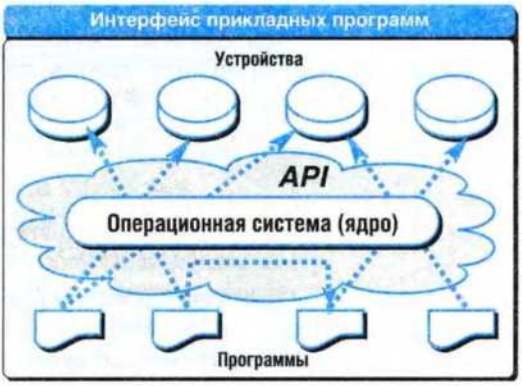
Роль программных ресурсов Windows

Так и сделано в операционной системе *Windows*. Система имеет немало программных ресурсов, которые предоставляются всем приложениям по их запросу. Так, например, стандартные графические элементы управления *Windows* может использовать любое приложение. Для этого оно должно:

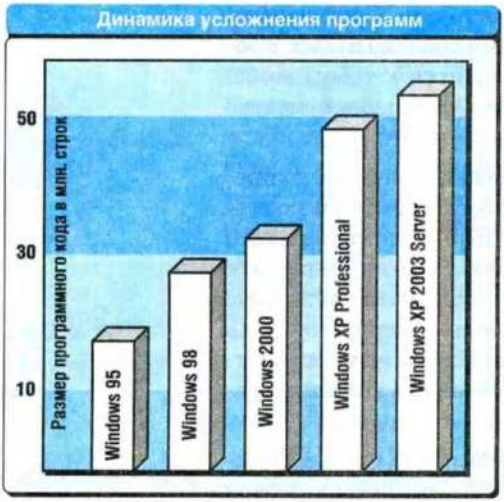
- быть зарегистрировано операционной системой (запущено под ее контролем);
- обратиться к операционной системе с вызовом необходимой системной процедуры или функции.

Взаимодействие приложений

Программные ресурсы операционной системы образуют прослойку между самой операционной системой, ее приложениями и устройствами компьютера. Эта прослойка выполняет роль интерфейса, через который программы взаимодействуют друг с другом, а также с устройствами. Называется этот механизм *интерфейсом прикладных программ* (*API*, *Application Program Interface*).



В операционной системе *Windows* механизм *API* стал эффективным



приемом реализации технологии многократного использования программного кода. Программист, хорошо знающий стандартные программные средства *Windows*, легко избежит тяжелой рутинной работы. Многое из того, в чем нуждаются новые программы, уже имеется в недрах операционной системы; надо только корректно обратиться к нужным ресурсам и вызвать их исполнение.

Технология многократного использования программного кода, реализованная в операционной системе *Windows*, имеет не только техническое, но и важное социальное значение. Вот неполный список того, что она позволила достичь:

- сокращение сроков разработки компьютерных программ;
- увеличение надежности программ и уменьшение удельного количества неустраненных ошибок;
- снижение удельной себестоимости программных продуктов;
- увеличение среднего размера программ и расширение их функциональности;
- ускорение разработки и внедрения новых информационных технологий;
- снижение квалификационных требований к участникам программных проектов. Это особенно важно для молодых специалистов.

§ 62. Обобщение программных ресурсов Windows

С технологией многократного использования кода тесно связана другая технология — *технология совместного использования программных ресурсов*. Приложения *Windows* не только способны обращаться к программным ресурсам операционной

системы, но и сами могут поставлять в операционную систему программный код, которым впоследствии смогут пользоваться другие приложения.

Идея совместного использования разными приложениями общего программного кода родилась из потребности экономить место на жестких дисках и рационально расходовать оперативную память. Допустим, что на компьютере установлено десять прикладных программ и каждая из них нуждается в работе с принтером. Зачем хранить на жестком диске десять похожих процедур? Вполне достаточно хранить одну процедуру, но сделать ее доступной для любых программ.

Динамические библиотеки Windows

В качестве места хранения общих программных ресурсов выступают динамические библиотеки *Windows* (файлы с расширениями имени .DLL). Их называют *динамическими*, потому что с течением времени они могут изменяться.

Особенности установки новых программ

Образование связей с динамическими библиотеками

Каждая новая программа, устанавливаемая на компьютере, подключается к тем динамическим библиотекам, ресурсы которых ей могут потребоваться во время эксплуатации. Только после создания всех необходимых рабочих связей установленная программа приобретает статус не просто программы, а приложения *Windows*.

Бывает и так, что при установке программы выявляется недостаток необходимых ей ресурсов в библиотеках операционной системы. В этом случае программа может «принести их с собой», то есть установить дополнительные динамические библиотеки. После установки они тоже станут общими ресурсами, и к ним смогут подключаться программы, устанавливаемые в будущем.

Угроза подмены ресурсов Windows

При установке программ может происходить не только установка дополнительных динамических библиотек, но и подмена одних версий библиотек другими. Подмена возможна, когда устанавливаемые файлы имеют одинаковые имена.

Возможны ситуации, когда подмена общих ресурсов может приводить к неработоспособности ранее установленных прило-

жений. Как правило, это происходит при подмене актуальной библиотеки более ранней, неактуальной версией. Теоретически, нарушения могут происходить и при подмене устаревшей версии более современной, но нестабильной версией.

Ограничения по установке приложений Windows

С угрозой подмены системных ресурсов связан тот факт, что для операционной системы *Windows* установка новых программных средств считается небезопасной операцией. На компьютерах служебного пользования устанавливать какие-либо программы разрешается только специально уполномоченным на это лицам.

Особенности удаления приложений Windows

С наличием в операционной системе обобщенных программных ресурсов связана определенная сложность удаления ранее установленных приложений. При этом возможны два подхода:

- удалять приложение вместе с теми общими ресурсами, которые устанавливались вместе с ним;
- удалять приложение, а ресурсы, установленные вместе с ним, оставлять.

В первом случае есть угроза выхода из строя других приложений, установленных позднее и подключившихся к общим ресурсам. Во втором случае этой угрозы нет, но происходит постепенное «замусоривание» операционной системы неиспользуемыми ресурсами.

Как видите, недостатки имеют оба подхода, но с этим приходится мириться: это особенность операционной системы *Windows*. Технология совместного использования разными приложениями общих программных ресурсов была придумана очень давно и имела смысл на компьютерах, испытывавших дефицит оперативной памяти и пространства на жестких дисках. Сегодня эта технология не столь эффективна, как когда-то, но учитывать ее особенности в работе необходимо.

1. Для рабочих мест, оснащенных компьютерами с операционной системой *Windows*, частое изменение программной конфигурации нежелательно.
2. Изменение программной конфигурации компьютера, работающего под управлением операционной системы

Windows, должно быть мотивировано и происходить под наблюдением специалистов.

3. Для рабочих мест, предполагающих регулярное изменение программной конфигурации, должен быть назначен особый режим эксплуатации, исключающий утрату важных данных.

Ограничения по изменению программной конфигурации

§ 63. Буферизация обмена данными

Windows — многозадачная операционная система. Она позволяет одновременно работать с несколькими прикладными программами. Но особенно ценной чертой *Windows* является возможность обмена данными между приложениями. Можно, например, нарисовать графический объект в одной программе, текст набрать в другой, а потом объединить оба объекта в третьей. Пример такой работы показан на рисунке 13.4.

Информационная технология обмена данными между работающими приложениями основана на использовании так называемого *буфера обмена Windows*. Буфер обмена — это область оперативной памяти персонального компьютера, которую операционная система выделяет для временного хранения данных. Она управляет размещением данных в буфере обмена, их хранением и передачей. Операционная система не только сама поддерживает работу с буфером обмена, но и передает эту поддержку другим приложениям. Большинство прикладных программ *Windows* позволяют помещать выделенные данные в системный буфер, а многие способны и принимать данные из него.

Размещение данных в буфере обмена выполняется командами Копировать (Copy) или Вырезать (Cut). В последнем случае происходит не копирование, а перемещение данных в буфер обмена: в источнике они уничтожаются. Обратная операция переноса данных из буфера обмена в приложение выполняется командой Вставить (Paste).

Буфер обмена *Windows* — одноместный. При размещении в нем очередного объекта предыдущий уничтожается. Существуют специальные служебные программы, позволяющие создать многоместный буфер обмена и управлять его наполнением, но практика показывает их недостаточную эффективность.

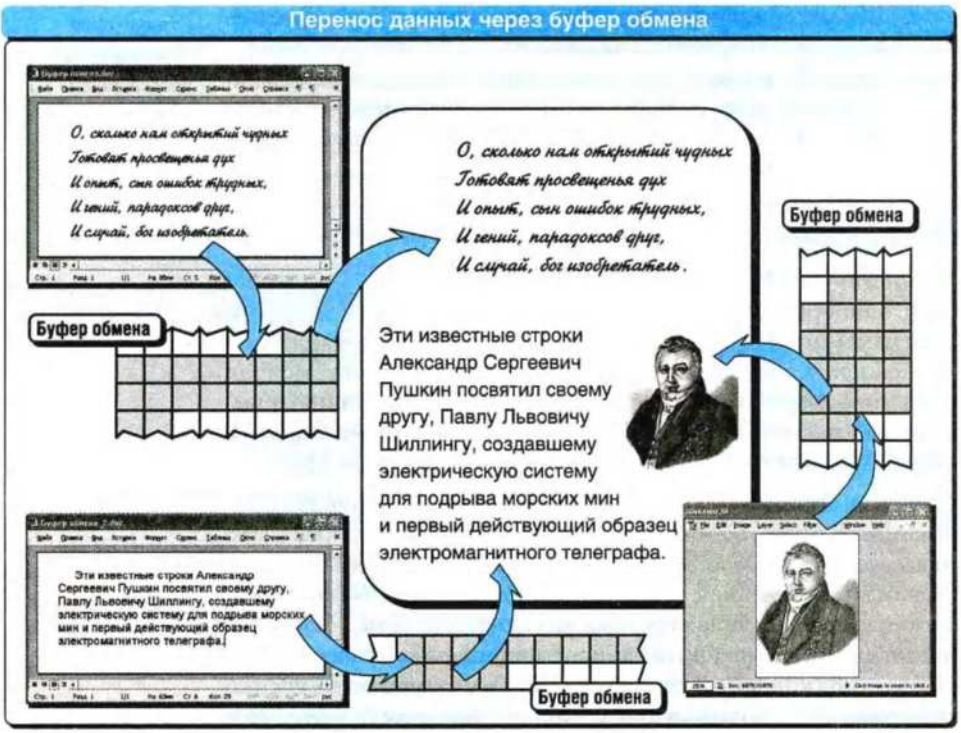


Рис. 13.4. Буферизация обмена данными позволяет создавать комплексные документы

В современных версиях *Windows* нет стандартных средств для просмотра содержимого буфера обмена, но на практике необходимость в них возникать не должна. Чтобы выяснить содержимое буфера, достаточно дать одну команду вставки в любом приложении, работающем с буфером обмена, а потом ее отменить.

Формальных ограничений на размер объектов, размещаемых в буфере обмена, не существует. Копируемые объекты могут быть достаточно большими; их размер может значительно превышать размер установленной физической памяти. Это возможно благодаря технологии виртуальной памяти, о которой мы уже говорили (см. § 59).

Краткое содержание темы

- Персональный компьютер — это средство автоматизации рабочего места. Выбор операционной системы компьютера определяется функциональными требованиями к рабочему месту.
- Наибольшей универсальностью из числа известных операционных систем обладает система *Windows*. Она активно поддерживается производителями устройств и программ. Ее используют в домашних, учебных и офисных системах, не предъявляющих повышенных требований к надежности и безопасности программного обеспечения.
- Операционная система *Windows* объектно ориентирована и позволяет работать с информационными объектами пяти разных типов. Все объекты *Windows* имеют свойства и методы.
- Принцип управления *Windows* заключается в выборе объектов и изменении их свойств или активизации их методов. Большинство этих действий может быть выполнено при посредстве графического адаптивного механизма управления.
- Графический механизм управления *Windows* основан на взаимодействии активного и пассивного элементов управления. Активный элемент связан с физическим устройством позиционирования. Пассивный элемент управления предоставляет сама операционная система.
- Существует несколько приемов графического управления и несколько десятков графических элементов управления. Их многообразные сочетания определяют широкий диапазон возможностей управления операционной системой *Windows* и ее приложениями.
- Цель применения информационных технологий *Windows* — расширение функциональных возможностей персональных компьютеров.
- Основные задачи, решаемые информационными технологиями *Windows*, направлены на ликвидацию объективных противоречий, имеющихся между потребностями программных средств и возможностями средств аппаратных.

- Технологический механизм «виртуальной памяти» снимает противоречие между ограниченным объемом установленной физической памяти и неопределенными потребностями в ней со стороны работающих приложений. Механизм основан на расширении объема оперативной памяти за счет подключения к ней выделенной области жесткого диска, которая называется *файлом подкачки*.
- Технология многократного использования программного кода основана на предоставлении программных ресурсов операционной системы прикладным программам по их запросу. Технология предназначена для повышения эффективности программирования.
- Совокупность программных ресурсов операционной системы, предоставляемых прикладным программам по их запросу, образует так называемый *интерфейс прикладных программ* (*API*). Механизм *API Windows* ускоряет разработку приложений, расширяет их функциональность, повышает надежность и снижает относительную стоимость.
- Технология обобщения программных ресурсов позволяет экономить место на жестких дисках и рационально расходовать оперативную память. У этой технологии есть особенности, которые необходимо учитывать при изменении программной конфигурации компьютерной системы.
- В многозадачной операционной системе особую роль играет возможность обмена данными между приложениями, работающими параллельно. В операционной системе *Windows* эта технология реализована с помощью механизма буфера обмена.
- Буфер обмена *Windows* представляет собой специальную область оперативной памяти, в которую можно копировать данные из различных приложений, работающих под управлением операционной системы *Windows*.
- Буфер обмена *Windows* — важное средство повышения производительности труда при разработке документов, особенно комплексных документов, содержащих информационные объекты разной природы: текст, графику и музыку.

Контрольные вопросы и задания

1. Чем определяется выбор операционной системы при оснащении автоматизированного рабочего места?
2. Проанализируйте достоинства и недостатки операционной системы *Windows* и дайте общую характеристику области ее применения.
3. В чем проявляется объектная ориентированность операционной системы *Windows*?
4. Назовите пять типов объектов *Windows*.
5. Сформулируйте принцип управления, реализованный в операционной системе *Windows*.
6. Операционная система *Windows* является графической. Какую роль в механизме управления системой играет компьютерная графика?
7. Какие виды окон используются в операционной системе *Windows*? Дайте им общую и индивидуальные характеристики.
8. Каким приемом управления активизируется основной метод, связанный с объектом *Windows*?
9. Какой прием управления предназначен для доступа к свойствам объектов *Windows*?
10. Какие приемы управления служат для копирования и перемещения объектов *Windows*?
11. Какие графические элементы управления *Windows* предназначены для ввода текстовых данных?
12. Какие графические элементы управления *Windows* предназначены для ввода числовых данных?
13. Какие графические элементы управления *Windows* предназначены для выдачи команд?
14. Какие задачи решают информационные технологии *Windows*?
15. В чем суть технологического механизма, получившего название «виртуальной памяти»? Каково его значение для эксплуатации программ и работы с документами?

16 Как проявляется механизм «виртуальной памяти» в работе компьютерной системы при нехватке физической памяти?

17 Почему установка дополнительной физической памяти обычно приводит к ускорению работы компьютерной системы?

18 Что такое файл подкачки?

19 В чем состоит принцип повторного использования и преемственности программного кода?

20 В чем состоит принцип совместного использования приложениями общего программного кода? Где хранится общий код?

21 Почему в операционной системе *Windows* установка и удаление программ считаются небезопасными операциями? Как эта особенность *Windows* связана с технологией совместного использования программного кода?

22 Что такое буфер обмена *Windows*?

23 Какова роль буфера обмена *Windows* в организации информационного обмена?

24 В чем заключается социальное значение информационных технологий *Windows*?

Технологии электронного документооборота

14

Значение информационного обмена для общества трудно переоценить. Он диалектически связан с жизнью общества. С одной стороны, развитие общества ускоряет развитие средств информационного обмена. Это происходит через научно-технический прогресс. С другой стороны, новые средства информационного обмена стимулируют развитие общества через интенсификацию общественных отношений. Далее циклы взаиморазвития повторяются, и в итоге мы наблюдаем феномен, получивший название «информационного общества».

Информационный обмен в обществе

В этой теме мы рассмотрим те информационные объекты, которые циркулируют в обществе в процессе информационного обмена. Это простые объекты — *сообщения*, а также составные — *документы*. От качества их подготовки во многом зависит эффективность информационного обмена, причем к определяющим факторам относятся не только содержание документа, но и его структура, а также оформление.

Содержанием, оформлением и структурой документов можно управлять, а средства вычислительной техники позволяют автоматизировать этот процесс. Приемам автоматизированной работы с документами посвящена отдельная группа информационных технологий. Их изучение и эффективное применение составляют одну из важнейших задач информатики как технической дисциплины.

§ 64. Электронные сообщения и документы

Общественный информационный обмен протекает в форме обмена сообщениями и документами. Сообщения — более простые информационные объекты. Документы — более сложные.



Сообщение — это информационный объект, состоящий из последовательности различимых символов и выражающий волю или состояние своего создателя.

Сообщения

Если сообщение создано человеком, можно говорить как о воле, так и о состоянии его автора. Если же сообщение генерируется устройством, то о воле устройства говорить нельзя, и говорят либо о состоянии устройства, либо о воле лица, выполнившего его настройку (программирование).

Документы

Информационные сообщения не выражают общественные отношения и не могут их выражать. Поскольку в общественном отношении участвует не менее двух сторон, для его выражения необходимо не менее двух сообщений. Но сообщения способны порождать действие общественных отношений, после регистрации они могут стать элементами документов — информационных объектов более высокого уровня.

Документ — информационный объект, состоящий из совокупности зарегистрированных сообщений и выражающий общественное отношение.

Документы физические и электронные

Как видно из определения, документ является составным информационным объектом, элементы которого — зарегистри-

рованные сообщения. Мы знакомы с тем, что существует два типа составных объектов: композиции и коллекции (см. § 19). Соответственно, можно различать и два типа документов. В качестве композиций выступают *физические документы*. Они неразрывно связаны с материальными носителями, на которых представлены сообщения, образующие документы.

Физический документ — композиция сообщений

Наличие связи с материальным носителем делает оформление физического документа жестким. При любом изменении оформления или носителя свойства документа изменяются, при этом документ утрачивает первоначальную юридическую силу[1].

Оригинал и копия физического документа по-разному проявляют себя в общественных отношениях.

В качестве коллекций выступают электронные документы. Они тоже распространяются с помощью материальных носителей, но не имеют с ними неразрывной связи. Электронный документ можно перемещать между носителями или копировать с одного носителя на другой.

Электронный документ — коллекция сообщений

Оригинал и копия электронного документа проявляют себя в общественных отношениях одинаково.

Отсутствие связи с материальным носителем делает оформление электронного документа гибким. Оно может изменяться как угодно — документ считается неизменным, если не подверглись изменению его содержание и структура. Нетрудно убедиться, что один и тот же документ, опубликованный в Интернете, по-разному представляется разным наблюдателям в зависимости от того, как они настроили свои средства просмотра (рис. 14.1).

Участники документооборота

В процессе документооборота люди создают, хранят, перемещают и используют документы. Разные участники документооборота по-разному проявляют свои права и обязанности в

[1] Документ, утративший юридическую силу, не может выражать общественные отношения. Его можно рассматривать просто как совокупность сообщений. Таковы, например, копии документов, выполненные копировально-множительными устройствами.

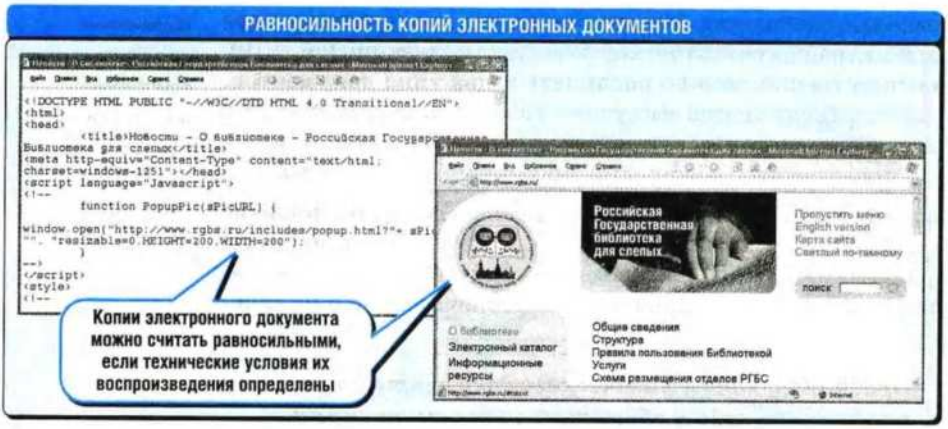


Рис. 14.1. Эти документы не похожи друг на друга, но... это один и тот же документ

зависимости от своего отношения к рассматриваемым документам. Соответственно, для работы с документами они пользуются разными информационными технологиями.

В наиболее общем случае можно выделить три категории участников документооборота:

- автор документа;
- собственник документа;
- владелец документа.

Автор документа

Разумеется, бывает, что автор документа одновременно является и его собственником, и владельцем, но это лишь частный случай. Автор определяет содержание и структуру документа. За эти компоненты он несет личную ответственность. Изменить их не вправе никто, кроме автора.

Программное обеспечение авторской работы

В авторской работе с электронными документами обычно используются программные средства, называемые *редакторами*. С помощью текстового редактора в компьютер вводят тексты, с помощью графического редактора создают графические объекты, а с помощью музыкального — музыкальные композиции. Если автор владеет инструментальными средствами на законном основании, то созданными документами он распоряжается по своему усмотрению. Он может передать

право распоряжения, но авторство документа ни при каких обстоятельствах не передается. Попытки сделать это пресекаются в соответствии с законодательством[2].

Собственник документа

Собственник имеет право распоряжаться своим документом, например, компоновать сводный документ из отдельных документов, оформлять, размножать документ и распространять полученные копии.

Права собственника документа

Собственник, в отличие от автора, не определяет содержание документа, однако несет за него ответственность при осуществлении своих прав, например при публичном воспроизведении документа. Кроме того, собственник документа отвечает за его оформление. Собственник картины может выбрать для нее раму. Собственник музыкального произведения выбирает оркестр для его воспроизведения. Книгоиздатель нанимает художников для оформления книги, полученной от автора. Только собственник документа имеет право принимать решение о проведении его реставрации.

Технические средства, используемые собственником документа

В соответствии с характером своей деятельности собственник электронного документа, как правило, использует программные средства, позволяющие совместно компоновать информационные объекты и оформлять их. К таким средствам относятся текстовые и табличные процессоры, настольные издательские системы, системы подготовки презентаций и сетевых публикаций, системы автоматизированного проектирования.

Владелец документа

Владелец имеет право пользования документом, но не право распоряжения. Он единолично определяет режим хранения и представления документа, а когда этот режим избран, он несет за него ответственность.

Права владельца документа

Владельцы и собственники чем-то похожи, и чтобы не путать их друг с другом, можно представить себе, что владелец документа — это «собственник конкретного экземпляра документа или конкретной копии». Он может распорядиться только своим экземпляром документа, причем так, чтобы не нарушить права собственника оригинала. Например, владелец книги может хранить ее в книжном шкафу или под диваном. Но он

[2] Право на владение и распоряжение документом может быть передано, поэтому эти права называются *отчуждаемыми*. Авторство — *неотчуждаемо* ни при каких условиях.

УЧАСТНИКИ ДОКУМЕНТООБОРОТА			
	АВТОР	**СОБСТВЕННИК**	**ВЛАДЕЛЕЦ**
Отношение к информационному объекту	Создатель объекта	Распорядитель объекта	Пользователь объекта
Права лица	Право на имя (неотчуждаемо) Право распоряжения (отчуждаемо) Право владения(отчуждаемо)	Право распоряжения (по договору с автором)	Право владения (по договору с собственником), право применения, право собственности на продукт, полученный в результате применения объекта
Действия	Создание информационых объектов (литературных, музыкальных, художественных, научных и иных произведений)	Объединение, монтаж, компиляция, тиражирование, распространение, публичное воспроизведение и демонстрация информационных объектов	Хранение, эксплуатация, использование, воспроизведение информационных объектов
Ответственность	За содержание информационного объекта	За содержание и оформление объекта, а также за информационные связи с другими объектами	За режим хранения объекта, режим его использования и метод воспроизведения
Программные средства, используемые при осуществлении деятельности	Текстовые, графические, музыкальные редакторы. Web-редакторы и другое программное обеспечение авторской деятельности	Текстовые процессоры, средства презентации, настольные издательские системы,системы автоматизированного проектирования и другие программные комплексы	Средства воспроизведения (проигрыватели), средства представления, просмотра, архивации данных, системы управления базами данных (СУБД) и другие системы

не может хранить ее в электронном виде на общедоступном носителе данных, потому что этим он ущемляет права собственника книги: ее издателя. То же можно сказать о пользователях компьютерных программ.

Аналогично, владелец звукозаписей и видеозаписей может хранить свои носители информации, как сочтет нужным, но избранный режим хранения не должен допускать публичной демонстрации произведения. Из этого должно быть понятно, почему собственники произведений музыки, кино и литературы решительно протестуют против размещения копий принадлежащих им произведений на общедоступных сайтах Интернета.

Технические средства, используемые владельцами документов

Для осуществления функций хранения электронных документов их владельцы применяют средства архивации и каталогизации. Организации, выполняющие хранение больших массивов информации, обычно применяют в своей работе системы управления базами данных (СУБД).

При использовании документов их владельцы применяют средства воспроизведения: проигрыватели музыки и видео, средства просмотра графики и *Web*-страниц. В качестве средств воспроизведения документов удобно также использовать те приложения, которыми они были созданы. По отношению к документу такие приложения называют *родительскими*.

§ 65. Информационные модели электронных документов

Информационная модель документа определяет способ его представления в оперативной памяти компьютера. От нее зависит, как внутренняя структура документа отражается на структуре оперативной памяти во время создания, редактирования и воспроизведения документа.

Структуру документа, как и его содержание, определяет автор. Это значает, что и информационную модель документа определяет тоже он, хотя не всегда делает это осознанно. Автор выбирает прикладную программу для создания документа, а она уже рассчитана на создание документов в определенной модели.

Не будем также забывать, что распределением оперативной памяти во время работы прикладных программ управляет операционная система. Это означает, что для электронного документа выбор информационной модели не вполне свободен: он в значительной степени определяется той операционной системой, которая действует на компьютере.

Линейная модель документа

Наиболее традиционной моделью электронного документа является *линейная модель*. Согласно ей документ представляет собой линейную последовательность информационных символов. Позицию любого символа в документе, построенном

по линейной модели, можно выразить целым числом. Чем больше число, тем дальше символ от начала документа.

Достоинства линейной модели

Линейная модель удобна для создания и воспроизведения простых[3] электронных документов небольшого размера: текстов, рисунков, звукозаписей. К ее достоинствам следует отнести прежде всего понятность и привычность. Когда люди учатся читать и писать, они действуют линейно: буква следует за буквой; у каждой буквы есть свое место в слове, в предложении, в документе.

Алгоритмы для работы с линейной последовательностью данных отличаются особой простотой. Поэтому ранние версии большинства прикладных программ первоначально работали с документами, представленными именно в этой модели. Сегодня так работают текстовые редакторы, а из графических программ — простейшие редакторы растровой графики.

Недостатки линейной модели

Неудобства линейной модели начинают сказываться при редактировании документов. Представьте себе, что надо вставить один символ в начало длинного документа. При этом должны измениться позиции всех символов, находящихся после точки вставки, а это вызывает необходимость в перемещении огромного количества данных между оперативной памятью и процессором. Чем больше размер документа, тем «дороже» обходится любое, даже самое незначительное изменение данных в его «теле».

Блочно-страничная модель документа

Нерациональность линейной модели можно частично преодолеть, разбив документ на отдельные блоки, каждый из которых обрабатывается порознь. В некоторых источниках подобные блоки данных называют «страницами». Поскольку каждый блок хранится в отдельной области памяти, любое изменение данных локализовано пределами только одного блока. С примерами такой технологии многие знакомы по компьютерным играм, в которых после сто двадцать пятого эпизода начинается загрузка сто двадцать шестого. Все эпи-

[3] Простыми электронными документами называют документы, содержащие данные одного типа, например: текст, графику и т. п. Сложными или комбинированными называют электронные документы, образованные данными разных типов.

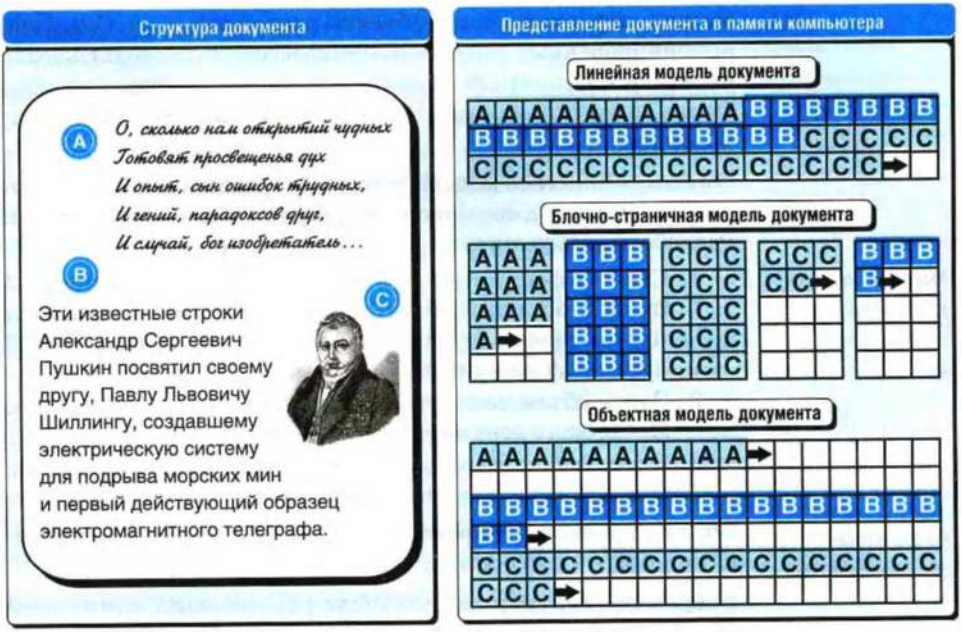


Рис. 14.2. Информационная модель документа определяет способ размещения его элементов в оперативной памяти компьютера

зоды независимы. В процессе создания игры редактирование одних эпизодов никак не отражается на состоянии других эпизодов.

Применение блочно-страничной модели

Блочно-страничная технология используется не только в играх. Ее основная область применения — системы управления базами данных (СУБД). В этих системах блок образуется одной записью (одной строкой таблицы данных) или группой соседних записей. Эта модель также широко используется в настольных издательских системах и векторных графических редакторах.

Объектная модель документа

Блочно-страничная модель повысила эффективность создания и правки документов, но всех проблем не решила. В частности, она не применима для комбинированных документов, содер-

жащих информационные объекты разной природы. Создание комбинированных документов стало возможным только после перехода к объектной модели документа и внедрения объектно-ориентированных операционных систем, таких как *Windows*.

Согласно объектной модели, документ представляет собой коллекцию объектов, обладающих настраиваемыми свойствами. Разработка документа происходит в три этапа.

Порядок создания документа в объектной модели

1. Сначала формируют структуру документа группировкой пустых объектов-заготовок. В результате получается пустой каркас будущего документа, иначе именуемый *шаблоном документа*.
2. Затем объекты-заготовки наполняются содержанием. После этого документ можно читать и просматривать.
3. В последнюю очередь выполняют оформление документа. Делают это изменением свойств его объектов.

Применение объектной модели

По завершении формирования документ пригоден для публикации как в электронной, так и в печатной форме.

Впервые объектная модель была реализована компанией *Microsoft* в известном текстовом процессоре *Microsoft Word 95*. Позднее технология была распространена на другие программные продукты, составившие общий пакет под названием *Microsoft Office*. Сегодня в него входит более десятка приложений, которые работают со схожими объектными моделями и потому легко взаимодействуют друг с другом. Объектная модель представления документов нашла сегодня применение в большинстве современных прикладных программ.

§ 66. Информационные технологии электронного документооборота

Особенности объектной модели

Для объектной модели не столь важно, из чего составлен документ, сколь важно, как его компоненты расположены в оперативной памяти. В объектной модели, в отличие от линейной или блочно-страничной, каждому объекту выделен свой независимый участок памяти, доступ к которому имеет только та программа, которой разрешено данный объект обслуживать.

Роль операционной системы в работе с документами

Управляет распределением памяти в компьютере, как известно, его операционная система. Она выделяет память программам, а теперь, как мы видим, не только программам, но и информационным объектам, созданным в программах. Поэтому операционная система является таким же участником работы с документами объектной модели, как и те программы, которые их создали. Это значит, что данная модель позволяет использовать в работе с документами информационные технологии, предоставляемые операционной системой.

Технология динамического обмена данными

Электронные документы имеют такие полезные особенности, которых печатные документы не могут иметь даже теоретически. Одна из них — динамическое содержание. Характерный пример — метеосводка. По мере поступления новых данных о погоде сводка непрерывно обновляется и в любой момент времени предоставляет актуальную информацию. Два человека, посмотревшие в один и тот же динамический документ с разницей в пять минут, могут найти в нем разное содержание.

Для создания электронных документов с динамическим содержанием используется технология *динамического обмена данными* (*DDE*, *Dynamic Data Exchange*). Для ее реализации необходимы три информационных объекта:

- основной документ (его также называют *клиентским документом*);
- источник данных (его также называют *сервером данных*);
- динамическая связь между ними (ее предоставляет *системная служба*).



В качестве источника данных выступает любой документ или таблица базы данных. Источником данных может служить устройство, периодически посылающее сигналы о своем состоянии. Источник данных

и основной документ могут находиться на разных компьютерах и географически располагаться сколь угодно далеко друг от друга.

Динамическая связь

Важный объект динамического обмена данными — связь между документом и источником. В данном случае она обеспечивается системной программой. По указанию операционной системы программа периодически проверяет состояние данных, и если обнаруживается, что данные в источнике изменились, а в документе это пока не отражено, выполняется операция *синхронизации*. При синхронизации данные из источника копируются в основной документ. Подобные программы, работающие автоматически и выполняющие функции связи между объектами и программами, называются *службами*.

Синхронизация данных



СПРАВКА

Службы, как и драйверы, относятся к категории системных программ. Драйверы играют роль посредников между программами и устройствами. Службы тоже выполняют функции посредников, но между программами и программами или между программами и документами.

Обновление связи

Синхронизация может выполняться как автоматически, так и вручную. В последнем случае системная служба выдает сообщение о том, что связь с источником данных устарела и требует обновления.

Разрыв связи

Связь между электронным документом и источником данных может быть разорвана. В этом случае документ перестает быть *динамическим* и становится обычным — *статическим*. Динамическую связь разрывают, когда документ подлежит передаче, а источник данных — нет.

Технология связывания и внедрения объектов

Технология динамического обмена данными (*DDE*) легла в основу другой технологии *Windows*, используемой при формировании большинства комплексных документов. Речь идет о *технологии связывания и внедрения объектов* (*OLE*, *Object Linking and Embedding*).

Технология *OLE* предоставляет автору на выбор два способа формирования комбинированного документа из объектов-заготовок. Первый способ называется *связыванием*, второй — *внедрением*. Во всех случаях объект-заготовка, выступающий в качестве источника данных, должен быть подготовлен заранее.

Внедрение объектов

Технология внедрения более проста и наглядна: берется информационный объект и вставляется в документ. После вставки размер документа увеличивается на величину вставленного объекта. Примерно то же происходит, когда мы в корзину с яблоками кладем несколько груш. Документ передается и воспроизводится вместе со всеми вставленными в него объектами.

Связывание объектов

Технология связывания менее наглядна. При связывании в документ вставляется не объект, а ссылка, указывающая на его местоположение. При этом операционная система компьютера создает динамическую связь между электронным документом и объектом, выступающим в качестве источника данных. Продолжая начатую выше аналогию, представьте себе, что в корзинку с яблоками кладут не груши, а талоны на их получение. Иногда это удобно, поскольку талоны, в отличие от фруктов, мало весят и не гниют.

Объекты, помещенные в документ методом связывания, увеличивают размер документа незначительно, но пока связь с ними сохраняется, они воспроизводятся в составе этого документа так, как будто являются его частью.

Выбор технологии вставки объектов

Выбор технологии связывания или внедрения объектов определяется целями и задачами документа. Каждая технология имеет как достоинства, так и недостатки.

Размер документа

1. Связывание мало изменяет размер документа. Его применяют, когда размер имеет значение, например, для формирования документов, передаваемых по медленным каналам связи. Характерный пример — *Web*-страницы. Их рисунки не внедрены в текст, а связаны с ним. Они хранятся и загружаются отдельно от текстов. Связь осуществляется через гиперссылки. Чтобы уменьшить

продолжительность загрузки или уменьшить расходы на связь, потребитель может загружать документы без рисунков.

Хранение объектов

2. Связывание централизует хранение информационных объектов. Если множество документов предприятия содержат одну и ту же эмблему, имеет смысл хранить ее в единственном экземпляре на компьютере администрации. Это позволит гарантировать, что во всех документах эмблема либо будет одинаковой, либо ее не будет вообще (при нарушении связи).

Синхронизация изменений

3. Связывание позволяет синхронизировать правку всех экземпляров информационного объекта. Если по каким-то причинам эмблема предприятия потребует изменения, достаточно поправить ее на одном компьютере. В связанных документах она изменится автоматически.

Квалификация персонала

4. Основной недостаток технологии связывания объектов заключается в том, что информационные связи надо регулярно проверять и обслуживать. Они легко разрушаются при переносе источника данных в новое место. Поэтому работа по технологии связывания требует дополнительной квалификации персонала.

Отношения собственности

5. Технологией связывания могут пользоваться только собственники документов и источников данных. Лишь они в полной мере управляют связями между этими информационными объектами. Владелец имеет доступ к связанным объектам до тех пор, пока собственник не запрещает действие информационной связи.

В прочих случаях применяют технологию внедрения объектов. Она не требует высокой квалификации исполнителей и связи с источником данных. Документы с внедренными объектами автономны, но им недостает гибкости и синхронизации с источником данных.

Краткое содержание темы

Информационный обмен в обществе осуществляется с помощью сообщений и документов. Сообщения выражают состояние или волю своих создателей. Документы выражают общественные отношения.

- Документы бывают физическими и электронными. Физический документ имеет неразрывную связь с носителем, на котором распространяется. Разрыв этой связи превращает документ в копию. Копия физического документа неравносильна оригиналу. Неравносильность выражается в том, что они по-разному проявляют себя в общественных отношениях.
- Электронный документ не имеет неразрывной связи с носителем. Оригинал и копия электронного документа неразличимы и равносильны. В общественных отношениях они проявляют себя одинаково.
- Участники документооборота характеризуются своим отношением к тому или иному документу. Для каждого документа можно указать автора, собственника и владельца. Авторство документа неотчуждаемо. Собственность и владение — отчуждаемые права.
- Автор документа определяет его содержание и структуру.
- Собственник документа определяет его оформление и возможность компоновки с другими документами.
- Владелец определяет режим хранения и использования документа.
- Электронные документы размещаются в оперативной памяти компьютера. Соответственно принципам этого размещения различают линейные, блочные и объектные модели электронных документов.
- Линейную модель документа используют при создании документов ограниченного размера и однородного состава.
- Блочную модель используют при создании документов неограниченного размера и однородного состава.
- Объектную модель документа используют при создании документов произвольного размера и произвольного состава.
- Работу с документом, имеющим объектную модель, осуществляет соответствующее приложение при непосредственном участии операционной системы. При этом операционная система предоставляет для работы с документами системные средства, обеспечивающие применение специальных информационных технологий.

В операционной системе *Windows* электронные документы могут быть динамическими. Это обеспечивает технология динамического обмена данными, *DDE*. Она основана на использовании системной службы, обеспечивающей динамическую связь между документом и его источником данных. Зарегистрировав изменение данных в источнике, служба обновляет все документы, связанные с этим источником.

Развитием технологии динамического обмена данными стала технология внедрения и связывания объектов, *OLE*. Она предоставляет автору два метода формирования комбинированных документов: внедрением в них объектов или их связыванием. При связывании между документом и объектом устанавливается обновляемая связь. Через нее в документе может отражаться изменение объекта в источнике данных.

В технологии *OLE* проявляются интеграционные свойства операционной системы *Windows*. Эта операционная система стала одной из первых, позволивших организовать слаженную работу комплекса различных программ.

Контрольные вопросы и задания

1 Что выражает информационное сообщение?

2 Что выражает документ?

3 Когда оригинал и копия документа имеют равную силу?

4 Укажите программные средства, предназначенные для реализации основных функций участников документооборота.

1) Автор документа	А) Средства просмотра и воспроизведения
2) Собственник документа	Б) Средства компоновки и оформления
3) Владелец документа	В) Средства редактирования

5 Может ли считаться автором документа человек, использовавший при его создании средства, которыми не владеет на законном основании? Может ли этот человек считаться собственником документа?

6 Отметьте нужное: после приобретения, установки и настройки справочно-информационной системы мы становимся...
- ее соавторами (настройку выполняли своими руками);
- ее собственниками (диск с системой можем продать или подарить);
- ее владельцами (пользуемся системой по своему усмотрению)?

7 Что определяет информационная модель документа?

8 Какие информационные модели документов вы знаете?

9 В чем заключается основная особенность объектной модели документа?

10 Укажите порядок создания документа, имеющего объектную модель.

11 В чем заключается оформление документа, имеющего объектную модель?

12 Что такое комбинированный документ? Чем он отличается от простого документа?

13 Какие программные средства участвуют в работе с документом, имеющим объектную модель?

14 Чем различаются статический и динамический документ?

15 Может ли электронный документ быть статическим? Может ли печатный документ быть динамическим?

16 Что такое системная служба? Что общего между системной службой и программным драйвером? В чем заключается различие между ними?

17 Для чего применяется технология связывания и внедрения объектов?

18 Укажите основные достоинства и недостатки метода связывания объектов.

15 Автоматизация работы с документами

Электронный документ, сформированный в соответствии с объектной моделью, состоит из объектов-заготовок. Его структура определяется связями между объектами, содержание — наполнением этих объектов, а оформление — настройкой их свойств.

§ 67. Оформление электронных документов

Чтобы оформить электронный документ, надо:

- получить доступ к его объектам;
- ознакомиться с их свойствами;
- изменить их так, как это требуется.

Основным объектом электронного документа является печатная страница или экранная форма. Разумеется, электронный документ, в отличие от печатного, неразрывной связи с печатным листом не имеет, но для него, тем не менее, определен объект Страница. Если печать документа возможна, его разбиение на страницы с последующей нумерацией поможет будущему читателю в работе. Если предполагается, только воспроизведение на экране, речь идет об «экранных» страницах (экранных формах).

Настройка свойств печатных страниц

Основными свойствами страницы являются следующие:

- размер и ориентация печатного листа;
- размеры печатных полей;
- группировка страниц на листе;
- наличие колонтитулов и их содержание;
- порядковый номер (уникальное свойство).



Рис. 15.1. Размер печатного листа является одним из свойств страницы и определяется назначением документа

В большинстве прикладных программ для настройки параметров страницы служит команда Файл ▸ Параметры страницы или Файл ▸ Параметры документа.

Размер листа

Размер печатного листа измеряется в миллиметрах и определяется назначением документа. В качестве базового в России принят лист размером 841 × 1189 мм, формат которого получил название A0. Производные форматы меньших размеров носят названия A1, A2, ... A5 и образуются делением листа предыдущего формата пополам. В делопроизводстве общепринят формат A4 (210 мм × 297 мм). В специальных случаях для представления обширных таблиц (ведомостей) используют листы формата A3 (297 мм × 420 мм).

Ориентация листа

Ориентация печатного листа бывает вертикальной или горизонтальной. Широко распространены также термины *книжная* и *альбомная* или *портретная* и *пейзажная* ориентация. В большинстве случаев для представления текстовых доку-



ментов применяют вертикальную ориентацию. Горизонтальную ориентацию используют для представления широких таблиц.

Печатные поля

Печатные поля позволяют визуально обособить область представления данных на странице. Размер печатных полей влияет как на эффективность использования бумаги, так и на выразительность документа. Кроме того, поля имеют следующие функциональные назначения:

- левое — поле брошюровки документа;
- правое и верхнее — поля обрезки;
- нижнее и верхнее — поля колонтитулов (областей служебных элементов).

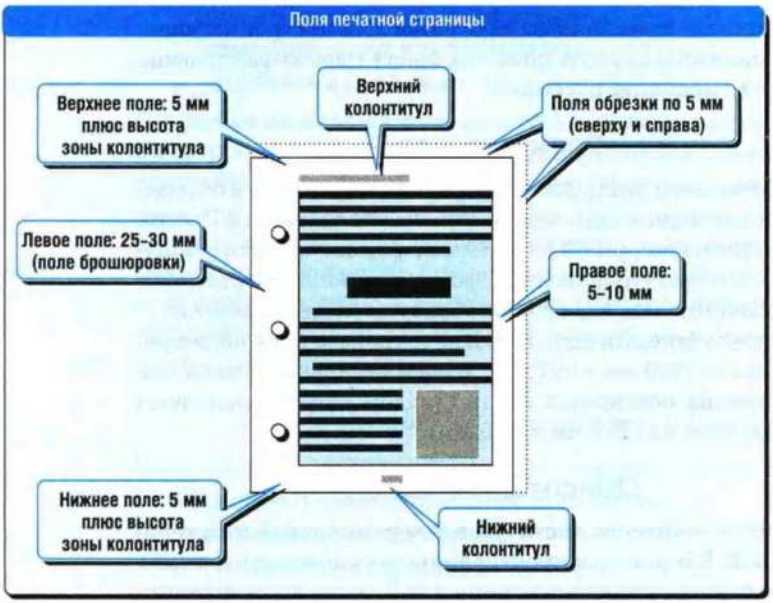


Рис. 15.2. Размеры печатных полей определяются их назначением

С точки зрения эстетики, для обособления данных достаточно сравнительно небольших полей: 5–10 мм. Таких значений придерживаются, когда известно, что документ будет воспроизводиться только на экране. Но если предполагается печать документа на бумаге, поля увеличивают в соответствии с их функциональным назначением:

- поле брошюровки увеличивают до 25–30 мм; в нем располагаются элементы крепления листов;
- поля, для которых предполагается обрезка, увеличивают на 5 мм;
- поля, в которых предполагается разместить колонтитулы, увеличивают на 10 мм.

Традиционный набор полей для документа, имеющего нижний колонтитул (для печати номера страницы), выглядит так:

Левое поле:	25–30 мм	Нижнее поле: 10–15 мм
Правое поле:	10–15 мм	Верхнее поле: 10–15 мм

Группировка страниц

Зеркальные поля

Группировка страниц позволяет размещать на одном листе несколько страниц (обычно две). В этом случае четные и нечетные страницы становятся различимыми по размеру полей и составу колонтитулов. Такие поля называют *зеркальными*. В них различают не правое и левое поле, а внешнее и внутреннее. В качестве поля брошюровки выступает внутреннее поле, а в качестве поля обрезки — внешнее.

Колонтитулы

Колонтитулы — это элементы служебного оформления документа, предназначенные для наглядного представления его структуры. Чем сложнее структура документа, тем полезнее колонтитулы. Состав информационных элементов, размещаемых в колонтитуле, определяет автор, а самый распространенный элемент, встречающийся в каждом документе размером более двух страниц, — *колонцифра*. Она представляет порядковый номер печатной страницы.

Колонтитул — это не объект, а свойство объекта

Важно отметить, что колонтитулы — это не информационные объекты. Их нельзя создать. Колонтитул — это свойство

страницы. Его можно сделать видимым или невидимым, заполненным или пустым. Для этого надо обратиться к объекту Страница и настроить в нем свойство Колонтитулы так, как это необходимо.

Работа с разделами документа

Раздел документа — это непрерывная коллекция страниц, имеющих общие свойства.

Если необходимо, чтобы разные страницы документа имели разное оформление, они должны принадлежать разным разделам. Кроме того, в каждом разделе можно применять свой принцип нумерации страниц.

Среди свойств раздела есть и такое, которое не относится к свойствам страницы, — количество колонок текста. Если необходимо, чтобы на одной странице количество колонок было переменным, надо разместить на ней несколько разделов и настроить их по-разному.

Друг от друга разделы документа отделяются специальным кодом «разрыв раздела». Этот сложный код состоит из группы



Рис. 15.3. Страницы разных разделов могут иметь разные свойства

чисел. Он выполняет не только функции кода-разделителя, но и кода форматирования (см. § 29). Именно в нем хранятся свойства страниц, составляющих раздел.

Код «разрыв раздела» невидим и при обычном просмотре документа на экране не отображается. Чтобы его увидеть, нужно включить специальный режим просмотра документа. В текстовом процессоре *Microsoft Word* это делают командой Сервис ▸ Параметры ▸ Вид ▸ Знаки форматирования ▸ Все.

Важно отметить, что код «разрыв раздела» располагается не перед тем разделом, к которому относится, а после него, то есть все свойства страниц сохраняются не в том коде, который открывает раздел, а в том, который его закрывает. Соответственно, при удалении «разрыва» все страницы текущего раздела приобретают свойства страниц последующего раздела.

Любой, даже пустой документ обязательно имеет хотя бы один раздел. Документ получает его в момент своего создания командой Файл ▸ Создать. Из документа можно удалить любое содержание, но последний «код разрыва» удалить невозможно. Это и элемент структуры документа, и элемент его оформления.

СПРАВКА

Документ, выполненный в объектной модели, может не иметь содержания, но структуру и оформление он имеет всегда. Свой первый раздел и оформление, принятое по умолчанию, документ получает в момент создания.

§ 68. Текстовые абзацы, их функции и свойства

С информационной точки зрения абзац представляет собой законченное сообщение. Друг от друга абзацы отделяются специальным кодом «конец абзаца». Как и «разрыв раздела», этот сложный код выполняет одновременно функции и кода-разделителя, и кода форматирования. В нем хранятся все настройки свойств абзаца. При просмотре документа в специальном режиме код «конец абзаца» визуализируется особым знаком.



В объектной модели «пустых» документов не бывает, как не бывает и «пустых» абзацев

Выше мы говорили о том, что любой, даже «пустой» документ не является абсолютно пустым. Он имеет по меньшей мере один «пустой» раздел с определенными свойствами. Теперь мы можем добавить, что и этот раздел отнюдь не пуст. В нем имеется по меньшей мере один «пустой» абзац, который тоже не пуст, так как в нем уже хранятся какие-то конкретные свойства.

Каждый абзац имеет функциональное назначение и оформление. По функциональному назначению различают два вида абзацев:

- заголовки;
- абзацы основного текста.

Кроме того, к абзацам приравниваются следующие элементы групповых информационных объектов:

- элементы списков;
- поля записей;
- ячейки таблиц.

Оформление абзаца определяется его свойствами. Абзац имеет множество различных свойств — их изучают в рамках специальных курсов. Мы же остановимся лишь на самых известных свойствах абзаца:

- гарнитура, начертание и размер шрифта;
- язык и механизм переносов;
- способ выравнивания текста;
- отступы и интервалы.

Свойства шрифта абзаца

Гарнитура шрифта

Гарнитура шрифта определяет форму символов и эстетические качества всего набора. Существуют десятки тысяч шрифтовых гарнитур с разными декоративными, художественными, эстетическими и иными свойствами. По потребительским свойствам их условно делят на четыре категории:

- шрифты рубленые (без засечек на концах символов);
- шрифты с засечками;
- шрифты художественные;
- шрифты специальные (символьные наборы).

Таблица 15.1. Основные категории шрифтов

Категория шрифта	Пример	Свойство
Шрифты рубленые (без засечек)	АаБбВв	Улучшенная различимость символов
Шрифты с засечками	АаБбВв	Пониженное утомление при длительном чтении
Шрифты художественные	*АаБбВв*	Улучшенная выразительность
Шрифты специальные	$\lambda\beta\psi\perp\angle\Sigma$	Применимость для решения специальных задач

Применение рубленых шрифтов

Нужную категорию выбирают, исходя из функциональных особенностей абзаца. Так, рубленые шрифты применяют, когда требуется обеспечить различимость символов при их малом размере, при печати на плохой бумаге или при печати по цветному фону, а также при печати документов, передаваемых по факсимильной связи.

Применение шрифтов с засечками

Шрифты с засечками повышают скорость чтения и снижают утомление при длительном чтении. Они целесообразны для больших массивов текста.

Основной текст и заголовки обычно оформляют альтернативно. Так, если для основного текста был избран шрифт, имеющий засечки, заголовки оформляют рубленым шрифтом и, соответственно, наоборот.

Художественные и специальные шрифты

Художественные шрифты имеют выраженный эмоциональный окрас, поэтому в деловом документообороте редко бывают уместными. А применение специальных шрифтов определяется содержанием документа. Так, характер научного документа определяет потребность в специальных научных символах.

Начертание шрифта — средство технической выразительности

Начертание шрифта дает собственнику документа дополнительные средства технической выразительности и позволяет ему расставлять акценты в документе, не затрагивая авторское содержание. Различают четыре основных начертания:

- обычное;
- *наклонное (курсивное)*;
- **полужирное**;
- ***полужирное курсивное***.

Курсивное начертание

Курсивное начертание используют в качестве средства мягкого акцентирования. Оно уместно, когда надо обратить внимание читателя на что-то или выразить особое отношение к чему-то.

Полужирное начертание

Полужирное начертание используют как средство сильного акцентирования, например для выражения непреклонной позиции или твердой воли. Его также применяют для оформления элементов структуры документа — его заголовков.

Полужирное курсивное начертание

Полужирное курсивное начертание может служить особо сильным средством обособления текста, но злоупотреблять им не следует. В данной книге оно использовано для выделения правил, принципов и определений. Сделано это для удобства читателя, чтобы при повторном просмотре книги ему было проще найти нужные сведения.

Размер шрифта

Размер шрифта основного текста определяется высотой прописной буквы и измеряется в полиграфических пунктах. Один пункт равен примерно трети миллиметра.

Принцип соответствия размера шрифта информационному значению элемента

Выбирают размер шрифта, исходя из размера листа бумаги (печатный документ) или размера экрана (электронный документ). Характерные значения для основного текста приведены в таблице 15.2. Для заголовков размер шрифта увеличивают. Чем выше уровень заголовка, тем более крупный шрифт для него применяют. Для дополнительных материалов (примечания, таблицы) размер шрифта уменьшают. Общий принцип: чем выше информационное значение элемента, тем крупнее его шрифт.

Выравнивание и переносы

Механизм управления выравниванием текстовых информационных объектов на печатной странице или на экране тоже является важным средством технической выразительности документа или сообщения. Всего существует четыре метода выравнивания текста:

- по левому краю;
- по середине;
- по правому краю;
- по ширине (по формату).

Таблица 15.2. Связь размера шрифта с размером носителя

Размер листа	Размер экрана, дюймы	Размер шрифта, пункты
А4, А3 (горизонт.)	17	12–14
А5, А4 (горизонт.)	15	10–12

Выбор конкретного метода выравнивания определяется функциональным назначением документа и в основном связан с принятым механизмом переносов, от которого зависит формирование правого края в документе (рис. 15.4).

Если документ не имеет переносов, его выравнивают только по левому краю. Именно так положено представлять документы, распространяемые в электронном виде. Переносы в них — излишество. Если автор не знает, каким шрифтом и на каких листах документ будет печататься, расставлять переносы и выравнивать правый край не имеет смысла.

Если документ готовится для печати на бумаге, в нем можно настроить расстановку переносов. Это позволяет выровнять документ по ширине. Выравнивание по правому краю применяют для числовых значений в ячейках таблиц, а выравнивание по середине используют для оформления текстовых ячеек в таблицах и заголовков разделов.

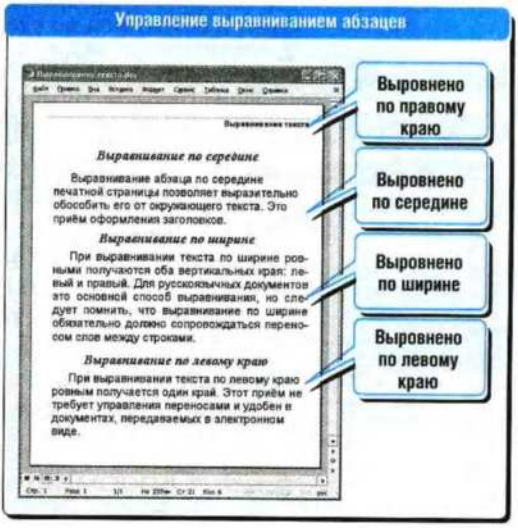


Рис. 15.4. Механизм выравнивания абзацев должен быть согласован с принятым механизмом управления переносами

Отступы и интервалы

Отступы — элементы горизонтального форматирования страниц документа (рис. 15.5). Фактически, любой достаточный отступ текста от края печатного листа можно обеспечить соответствующей настройкой печатных полей. Правда, при этом все объекты страницы получают одинаковые отступы, а это не всегда удобно. Иногда полезно, чтобы объ-



Рис. 15.5. Различие в величине абзацного отступа свидетельствует о различии в функциональной роли объектов

екты, имеющие разную функциональную роль, имели разные отступы. Это можно сделать, настроив свойства абзаца.

«Красная строка»

Кроме левого и правого отступов абзац может иметь отступ первой строки — «красную строку». Если отступ первой строки имеет отрицательное значение, его называют «выступом».

Роль междустрочных интервалов

Интервалы — элементы вертикального форматирования страниц документа. Различают интервалы между абзацами и интервалы между строками абзаца. Интервалы между абзацами обособляют разделы документа, а междустрочные интервалы играют эстетическую роль: от их настройки зависит удобочитаемость текста. Если предполагается ручное редактирование текста, междустрочные интервалы имеют техническое значение: их принудительно увеличивают, чтобы между строками можно было внести рукописную правку.

§ 69. Оформление списков, записей и таблиц

Списки, записи и таблицы — это объекты контейнерного типа, элементы которых сохраняют свои индивидуальные свойства после группировки (§§ 20, 22). Соответственно, в этих объ-

ектах можно выделить две группы свойств: общие свойства контейнера в целом и свойства его отдельных элементов.

Оформление списков

Отдельные элементы списка существуют на правах абзацев и имеют те же свойства, которые имеют абзацы. С ними мы уже знакомы и применительно к списку рассматривать эти свойства не будем.

Списки маркированные и нумерованные

Контейнерные свойства списка связаны со способом обособления его элементов. Существует два приема обособления: с помощью графических маркеров и с помощью порядковой нумерации. Соответственно, существует два типа списков: маркированные и нумерованные.

Характерное контейнерное свойство маркированного списка — вид маркера. Маркер надо выбрать один раз — все элементы списка его получают автоматически. Маркер не является информационным символом. Это символ-разделитель, являющийся настраиваемым свойством списка.

Для нумерованного списка характерны два контейнерных свойства: начальный номер и способ нумерации. После того

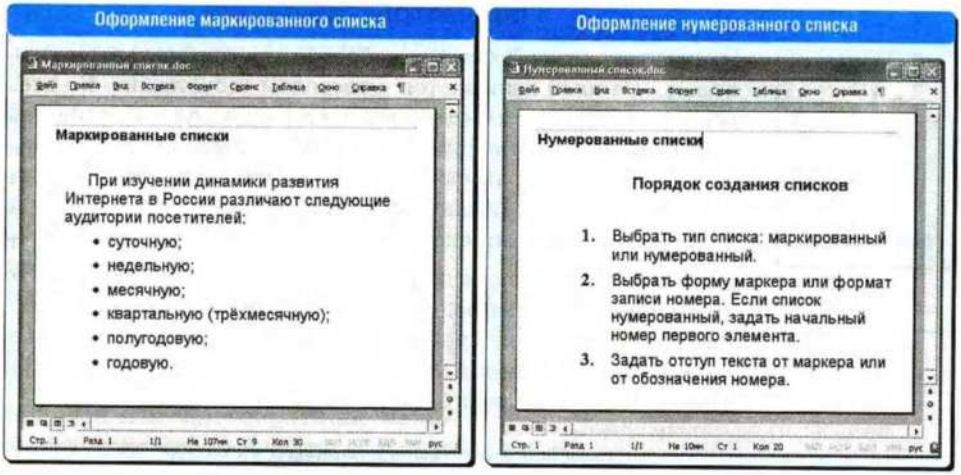


Рис. 15.6. Основное свойство маркированного списка — форма маркера, а нумерованного списка — начальный номер и способ нумерации

как избран начальный номер для первого элемента списка, дальнейшая нумерация элементов продолжается автоматически. Способ нумерации обычно назначают в соответствии с характером документа. Это может быть числовая нумерация (1, 2, 3...) или буквенная (A, B, C...). Возможна также числовая нумерация в римской нотации (I, II, III, IV... или i, ii, iii, iv...).

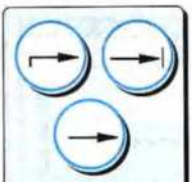
Оформление записей

Запись, как и список, является объектом контейнерного типа. Как и в списке, в ней можно выделить свойства отдельных элементов и свойства контейнера в целом.

С информационной точки зрения содержимое одного поля записи выражает сообщение, то есть эквивалентно абзацу. Соответственно, свойства элементов записи эквивалентны свойствам абзацев. Их мы уже рассмотрели выше, и сейчас остановимся лишь на контейнерных свойствах записи, определяющих механизм визуального обособления ее элементов. Таких свойств два: режим табуляции и режим автоматического заполнения полей.

Контейнерные свойства записи

Параметры табуляции



Знаки табуляции

Элементы записей принято обособлять специальным символом, который называется «символом табуляции». Во всех основных стандартах кодирования этот символ имеет шестой номер (*chr 6*). Он относится к категории символов-разделителей и не имеет экранного (печатного) изображения. Однако в специальных режимах просмотра электронного документа этот символ может представляться специальным знаком.

Если перед элементом данных стоит символ табуляции, то этот элемент воспроизводится со смещением вправо. Величина смещения задается предварительной настройкой *позиции табуляции* в единицах измерения длины (в миллиметрах) и отсчитывается от левого поля документа.

Способ заполнения полей

Механизм табуляции позволяет эффективно обособить элементы записи друг от друга. Между данными образуются про-

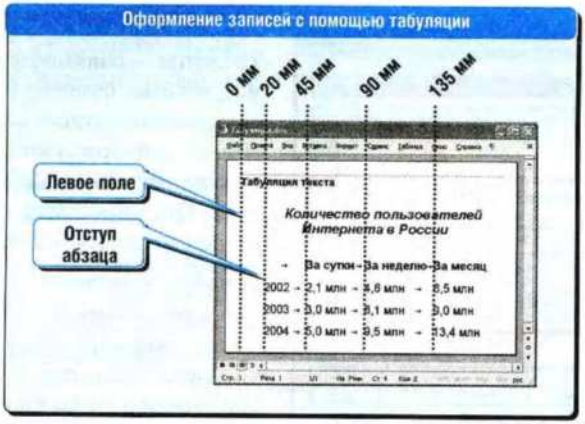


Рис. 15.7. Границы полей, образующих запись, можно задать предварительной расстановкой позиций табуляции

белы, величина которых определяется позициями табуляции. Пробелы играют в оформлении документов заметную роль. Сами по себе они не имеют информационного содержания, зато способны подчеркнуть содержательность элементов данных.

Дополнительную выразительность пробелам придает возможность их заполнения избранным символом. Пример такого заполнения показан на рисунке 15.8. Здесь «точки», разделяющие элементы данных, не являются отдельными символами! Как ни странно, это не символы, и документ не содержит их кодов. Композиция точек — это единый графический элемент оформления, полученный многократным ***автоматическим*** повторением символа-заполнителя, заданного при настройке свойств записи.

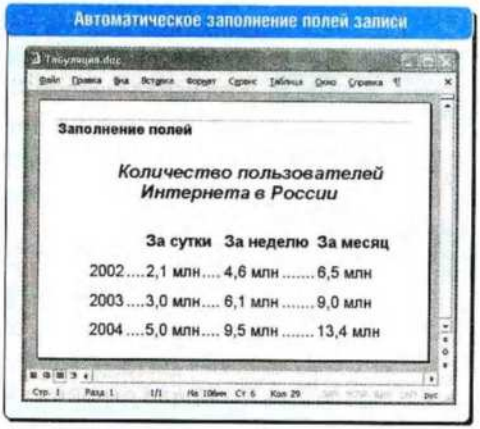


Рис. 15.8. Точки, использованные для заполнения полей, не являются информационными символами

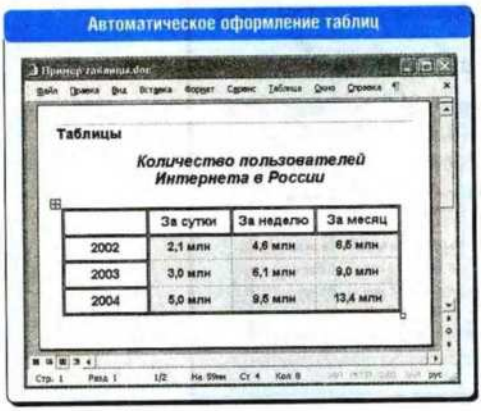


Рис. 15.9. С информационной точки зрения таблица — это коллекция записей

Оформление таблиц

Таблицы — очень эффективные информационные объекты. В них удачно сочетаются наглядность и лаконичность. Они демонстрируют пример того, как удачная форма представления данных способна упростить анализ содержащейся в них информации.

Говоря упрощенно, двумерная таблица — это коллекция записей (рис. 15.9), а многомерная таблица — коллекция таблиц. Таблица — это объект контейнерного типа. Она имеет свойства данных и свойства контейнера.

Элементом данных в таблице является содержимое ячейки. Оно выражает сообщение и эквивалентно абзацу.

Свойства данных, содержащихся в ячейках, эквивалентны свойствам абзацев и здесь не рассматриваются. В свою очередь, контейнерные свойства таблицы связаны с геометрией ячеек и их оформлением. К этим свойствам относятся:

- число столбцов и ширина отдельных ячеек;
- число строк таблицы и высота отдельных ячеек;
- тип разделительной линии, ее толщина и цвет;
- цвет фона.

Все эти свойства можно задать для каждой ячейки индивидуально, но современные прикладные программы позволяют автоматизировать работу с таблицами и задавать свойства ячеек интегрально:

- для строки данных в целом или для группы строк;
- для столбца данных в целом или для группы столбцов;
- для всей таблицы в целом.

Общепринят следующий порядок оформления таблиц.

1. Всем ячейкам назначают одинаковые свойства.
2. Изменяют свойства ячеек первого столбца — он выполняет роль столбца заголовков записей.

3. Изменяют свойства ячеек первой строки — она выполняет роль строки заголовков полей.
4. По желанию чередуют оформление четных и нечетных строк.

§ 70. Взаимодействие изображений с текстом

Как мы уже знаем, операционная система *Windows* предоставляет два метода размещения информационных объектов в электронных документах: *связывание* и *внедрение* (см. § 66). Их функциональная разница нам тоже известна, и в данном случае мы остановимся только на разнице технической. Внедряемый объект должен быть предварительно загружен в оперативную память, а связываемый — не должен. Он может располагаться в памяти, но это совсем не обязательно. При связывании в документ внедряется только ссылка на место хранения объекта.

Способы вставки изображений в документ

Внедрение изображений

По умолчанию рисунки вставляются в электронные документы методом внедрения. Это делают командой Вставка ▸ Рисунок ▸ Из файла. После выбора файла его содержимое загружается в оперативную память и оттуда вставляется в текущий документ.

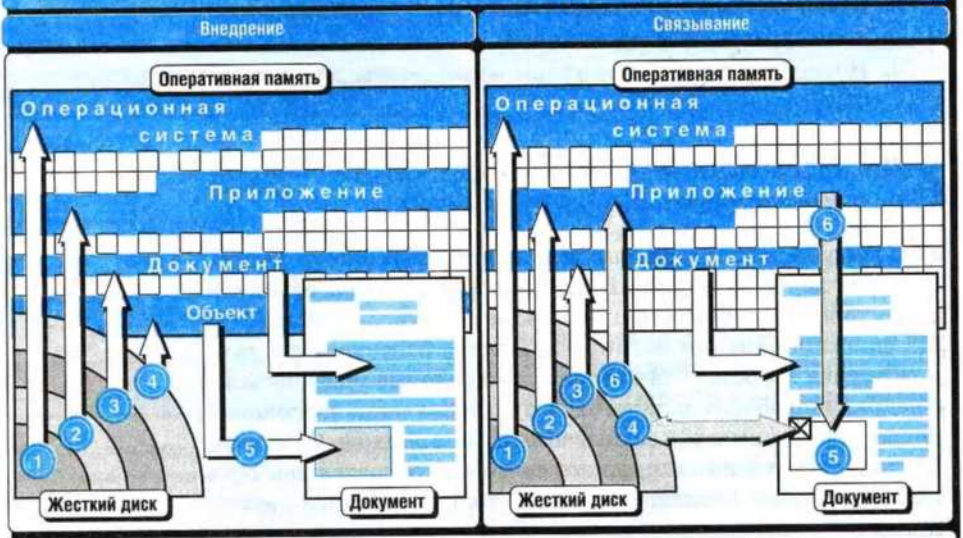
Связывание изображений

Чтобы связать документ с изображением, надо создать связь. Это делают командой Вставка ▸ Объект ▸ Создание из файла. После этого следует установить флажок Связь с файлом и с помощью кнопки Обзор указать, с каким именно файлом.

Встраивание изображений в текст

Когда говорят, что изображение вставляется в документ, следует понимать, что на самом деле оно вставляется в какой-то из объектов, потому что документ состоит из объектов и ничего иного, кроме объектов, в нем нет. В какой именно объект вставляется изображение, зависит от режима вставки. Возможны два варианта: либо вставка происходит в какой-то в текстовый объект, например в абзац или в ячейку таблицы, либо в

МЕХАНИЗМЫ ВСТАВКИ ОБЪЕКТОВ В ДОКУМЕНТЫ



1. При запуске компьютера операционная система загружается с жесткого диска в оперативную память
2. Под управлением операционной системы в оперативную память загружается прикладная программа. Она становится приложением операционной системы
3. Под управлением приложения документ загружается в оперативную память или создается в ней
4. Под управлением приложения объект, например рисунок, загружается из файла на жёстком диске в оперативную память или создается в ней
5. Объект входит в состав документа. Он воспроизводится вместе с ним и вместе с ним сохраняется на носителях данных
4. В документ вставляется указатель местоположения объекта на жестком диске. Указатель играет роль информационной связи для поиска объекта
5. Объект не сохраняется вместе с документом и не входит в его состав. В документе сохраняется только небольшой указатель
6. Объект можно разыскать по указателю и воспроизвести в составе документа. Этим занимается приложение

печатную страницу. В первом случае изображение называется *встроенным в текст* (рис. 15.10). Во втором случае оно может перемещаться и считается *свободным* (рис. 15.11).

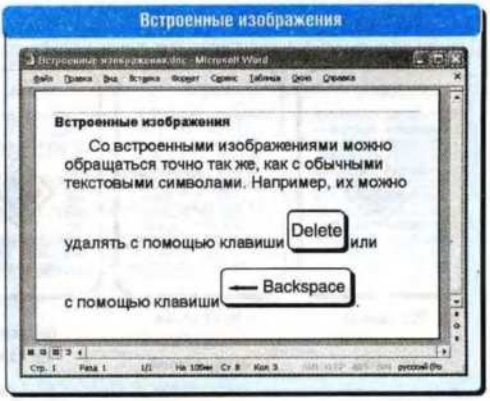


Рис. 15.10. Встроенное изображение ведет себя как один большой символ

Встроенное изображение привязано к определенной позиции в абзаце и может перемещаться по страницам документа только вместе со своим абзацем. Фактически, оно ведет себя как графический символ неопределенного размера. Как символ, его можно удалить клавишами DELETE и BACKSPACE, а также перенести из одной позиции в другую, из одного абзаца в другой.

Свободное изображение не связано с конкретной позицией в тексте. Его можно поместить в любое место страницы и при необходимости там жестко зафиксировать (рис. 15.11).

Режимы взаимодействия изображений и текста

Существует три режима взаимодействия изображений с текстом: *встраивание*, *наложение* и *обтекание*. Встраивание

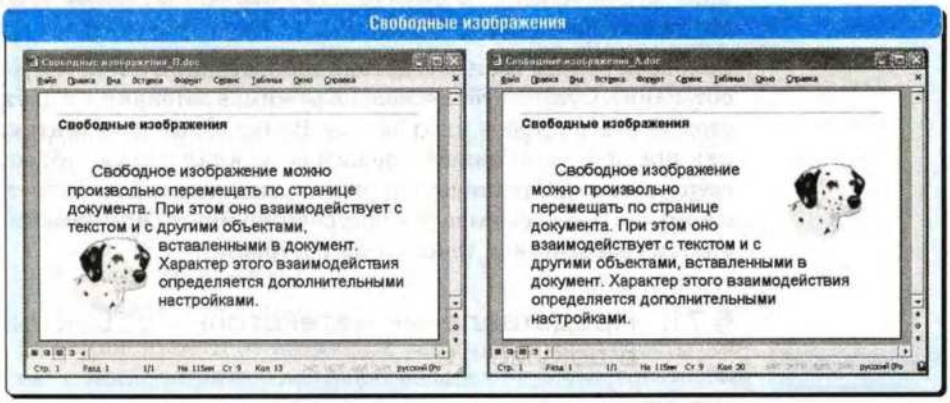


Рис. 15.11. Свободные изображения связаны со страницей, а не с текстом



Рис. 15.12. Способ взаимодействия изображений с текстом определяется назначением документа

применяют, когда изображение выполняет функции графического символа, например ☺ или ☹.

Режим наложения возможен в двух вариантах: наложение изображения на текст и, наоборот, наложение текста на изображение. В деловом документообороте эти эффекты применяют крайне редко, потому что они не улучшают условия чтения документов. При умелом подходе наложение может повышать художественную выразительность текста, но уместно это далеко не всегда.

Основной режим взаимодействия иллюстраций с текстом — обтекание. Существует несколько режимов обтекания: с двух сторон, со всех сторон и по контуру. В служебных документах, как правило, применяется режим обтекания с двух сторон: сверху и снизу. С технической точки зрения он наиболее прост, к тому же редко вызывает конкуренцию между информационным содержанием текста и иллюстрации.

§ 71. Представление нетекстовых объектов в документе

При вставке информационного объекта в текстовый документ между объектом и документом образуется информационная

связь. Эта связь — самостоятельный информационный объект, имеющий настраиваемые свойства. Изменяя их, можно управлять оформлением документа.

Подойдите к застекленному окну и посмотрите на улицу — между вами и улицей установится визуальная информационная связь. Оконное стекло — часть этой связи. Оно обладает свойствами информационного фильтра и способно как скрыть объективную информацию, так и, наоборот, представить информацию необъективную. Свойствами стекла можно управлять, например, его можно помыть. Чем оно чище, тем объективнее полученная информация.

Управление представлением изображений

Управляя свойствами визуальной связи, можно управлять представлением получаемого изображения. Именно так управляют биноклем, телескопом, микроскопом и другими оптическими приборами. Совершенно аналогично, редактируя параметры связи, мы управляем представлением изображения в текстовом документе.

СПРАВКА

В текстовом документе изображение не редактируется. Оно остается таким, каким было в момент вставки. Вместо изображения редактируется его представление в документе. При этом изменяются не свойства объекта, а свойства информационной связи, ведущей к объекту. Такой подход позволяет получить желаемый результат, сохраняя содержание объекта неизменным.

К регулируемым свойствам представления изображений относятся:

- геометрические свойства;
- свойства положения;
- свойства рамки;
- свойства фильтра.

Масштабирование изображений

Вне зависимости от истинных размеров графического объекта, после вставки в документ он может приобретать любые размеры — они определяются *геометрическими свойствами представления*. Увеличение или уменьшение изображения

происходит путем масштабирования. Масштаб изображения по ширине или высоте тоже относится к геометрическим свойствам представления.

Взаимодействие с текстом

К *свойствам положения* относятся параметры режима взаимодействия с текстом. Так, например, для наложенного изображения важны его координаты относительно элементов печатной страницы, а для обтекаемого изображения важны также интервалы между изображением и текстом.

Рамка — не часть изображения, а свойство его представления

Свойства рамки имеют только свободные изображения, для встроенных изображений эти свойства не определены. Рамка — это не часть изображения. Она является не содержанием графического объекта, а его свойством, причем настраиваемым. К свойствам рамки относятся: ее цвет, ширина и характер линии. Чтобы отключить рамку изображения, в одних программах задают для нее прозрачный цвет, а в других — нулевую толщину.

Управление цветностью, яркостью, контрастностью

Свойства фильтра определяют такие характеристики изображений, как цветность, яркость и контрастность. Эти свойства выходят на первый план в случаях особо сложного взаимодействия между изображением и текстом, например при использовании режима наложения текста на рисунок. В этом случае яркость изображения искусственно увеличивают, а контрастность, наоборот, уменьшают.

Представление невизуальных объектов

Представление текстовых и графических объектов в документе самоочевидно. Они представляют сами себя: текст представляется печатными символами, а графика — растровыми изображениями. Но ситуация становится менее очевидной, если в электронный документ вставлен объект иной природы, например звуко- или видеозапись. Здесь возникает закономерный вопрос о том, как лучше представить *невизуальный* объект на экране или бумаге.

Визуализация объекта

Решение напрашивается само собой: объект надо *визуализировать*, то есть сделать его наглядным. При визуализации истинный информационный объект подменяется своей *визуальной метафорой*, которая может быть либо текстовой, либо графической. Как в том, так и в другом случае изображается

Визуальные метафоры объекта

не сам информационный объект, а лишь его метафора. Если документ электронный, его читатель сможет воспользоваться данной метафорой для воспроизведения объекта. Если же документ печатный, то воспроизвести объект читатель не сможет, но, по крайней мере, будет осведомлен о неполной адекватности своего документа.

Визуализация гиперссылкой

В качестве текстовой метафоры информационных объектов используют *гипертекстовые ссылки* или, сокращенно, *гиперссылки*. С каждой гиперссылкой связан адрес размещения объекта, который она представляет.

Обеспечение работы с гиперссылками — одна из функций операционной системы. Для доступа к объекту надо активировать гиперссылку: навести на нее указатель мыши и один раз щелкнуть основной кнопкой.

В электронных документах гиперссылки принято изображать синим цветом с подчеркиванием. Подчеркивание позволяет различать гиперссылки на черно-белых экранах и в печатных документах. Особенно широко гиперссылки применяют в *Web*-документах, размещенных в Интернете. Гиперссылки можно также использовать для представления произвольных объектов в тексте любого электронного документа.

Визуализация изображением

Некоторые виды информационных объектов адекватно представляются с помощью изображений. Таковы, например, анимационные последовательности и видеозаписи. В качестве метафоры для них обычно используют первый кадр видеоряда. Воспроизведение встроенного объекта начинается после двойного щелчка на изображении.

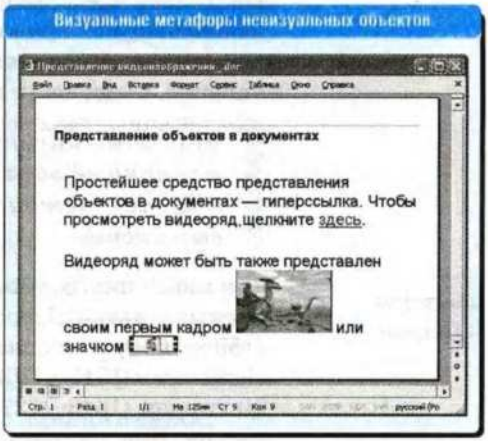


Рис. 15.13. Невизуальные объекты в документе представляются своими визуальными метафорами

Необходимое условие воспроизведения — наличие соответствующей прикладной программы, установленной на компьютере и зарегистрированной в операционной системе. О том, какие объекты воспроизводимы на данном компьютере, можно узнать в списке зарегистрированных типов файлов: Пуск ▸ Панель управления ▸ Свойства папки ▸ Типы файлов.

Визуализация значком

Значок — это уменьшенное и упрощенное графическое изображение. Он вставляется в документ как изображение и как изображение взаимодействует с окружающим текстом. Вставку выполняют командой Вставка ▸ Объект ▸ Создание из файла. При этом следует установить флажок В виде значка и с помощью кнопки Обзор указать место хранения объекта.

Значок может представлять в документе информационный объект любого типа. Его воспроизведение включается двойным щелчком на значке.

§ 72. Числовые диаграммы

Наглядное представление числовых данных — одна из важнейших задач современного информационного обмена. Как и другие задачи, она решается с помощью информационных технологий, в частности использованием числовых диаграмм.

Числовые диаграммы — это графические информационные объекты, наглядно выражающие соотношение между величинами, имеющими числовое выражение[1].

Диаграммы и графики

Числовые диаграммы берут свое начало от графиков, введенных в науку Пьером Ферма́ (1601–1665) и Рене Декартом (1596–1650) и впоследствии использованных Готфридом Лейбницем (1646–1716) для представления функций, а Исааком Ньютоном (1643–1727) для представления физических процессов. Диаграммы отличаются от графиков назначением. График выражает изменение исследуемой величины, а числовая диаграмма — соотношения между величинами.

[1] Кроме числовых бывают функциональные, структурные и другие диаграммы.

Первоначально числовые диаграммы применяли в естественных науках, в первую очередь в физике и астрономии. Во второй половине XIX в. за ними закрепилось место в экономических и социальных дисциплинах.

Диаграммы и таблицы

Характерная особенность числовых диаграмм как объектов электронных документов заключается в их динамичности. Электронную числовую диаграмму создают, начиная с таблицы, которая служит для нее источником данных. Эта таблица может находиться в том же документе или располагаться в другом документе или базе данных. Между диаграммой и источником данных устанавливается динамическая связь по технологии *DDE* (см. § 65), после чего любое изменение данных в источнике сказывается на внешнем виде диаграммы. Работу технологии *DDE* обеспечивает операционная система компьютера.

Структура диаграммы

Ряды данных

Применение таблиц прямоугольной структуры в качестве источников данных позволяет строить диаграммы на основе прямоугольной системы координат. Элементы данных (отдельные числа), наносимые на диаграмму, объединяются в *ряды данных*. Ряд данных можно рассматривать как группу последовательных ячеек, расположенных в строке или в столбце таблицы. На одной диаграмме можно воспроизводить несколько рядов данных. В этом случае возможно размещение нескольких диаграмм на одном рисунке или создание трехмерной диаграммы.

Основные элементы диаграммы

Диаграмма — это композиционный объект, состоящий из следующих основных элементов (рис. 15.14):

- заголовка;
- осей координат и подписей к ним;
- области рисования диаграммы с линиями сетки;
- элементов данных, нанесенных на диаграмму;
- подписей, соответствующих элементам данных;
- легенды, поясняющей систему принятых условных обозначений.

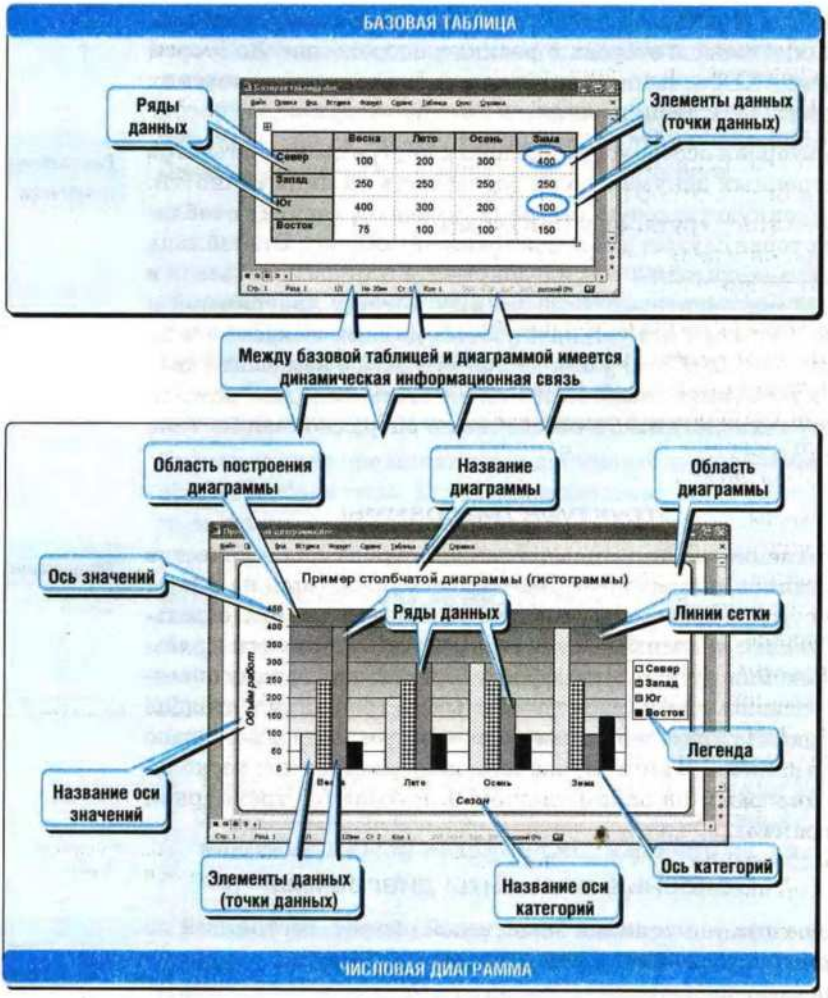


Рис. 15.14. В основе диаграммы лежит базовая таблица

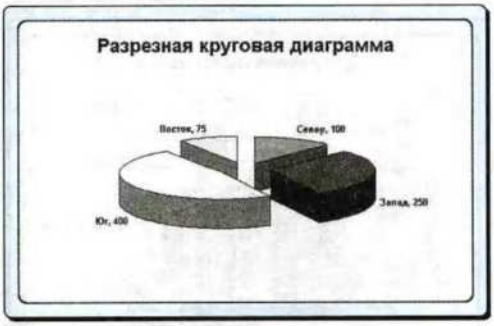
Типы диаграмм

Существует несколько типов диаграмм. Они различаются внешним видом, назначением и количеством допустимых рядов данных.

Круговые диаграммы используют в тех случаях, когда значения ряда данных описывают распределение некоторой величины по категориям или вносят вклад в единое целое. Диаграмма представляет собой круг. Каждое значение ряда данных отображается в виде сектора этого круга. Угловой размер сектора определяет относительную величину значения.

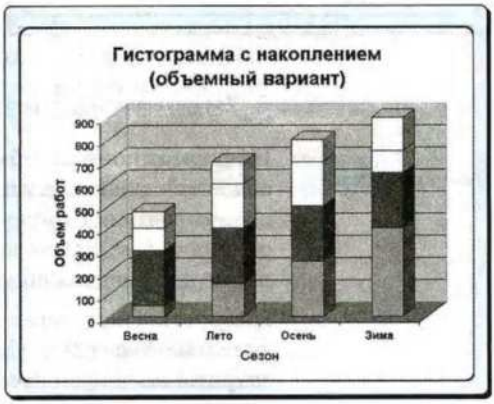


В разрезных круговых диаграммах один или несколько секторов для наглядности вырезаны и отодвинуты от центра. Для отображения в этой форме нескольких рядов данных применяют *кольцевые диаграммы*.

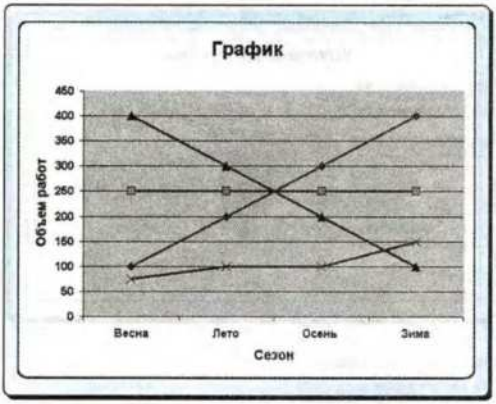


Линейчатые и *столбчатые диаграммы* (их также называют *гистограммами*) отображают распределение данных по категориям. Такая форма удобна для сравнения значений. Эти типы гистограмм различаются направлением размещения рядов данных. На одной диаграмме может отображаться несколько рядов данных.

Гистограмма с накоплением отображает на одной диаграмме несколько рядов данных так, чтобы дать возможность сравнивать суммы значений.



Графики чаще всего отображают зависимость значения функции от ее аргумента. В качестве аргумента можно использовать время, расстояние или иную переменную. Один график может содержать несколько рядов данных, которые соответствуют значениям разных функций одного и того же аргумента.





Любую диаграмму можно в итоге свести к одной из трех указанных главных категорий: к круговой диаграмме, гистограмме или графику.

Кроме категории диаграммы различаются также вариантами оформления. При *объемном* оформлении элементы данных представляются изображениями трехмерных фигур (параллелепипедов, конусов, пирамид, цилиндров). Это повышает наглядность диаграммы.

Не следует путать объемное оформление с трехмерным. При *трехмерном* оформлении диаграммы несколько рядов данных располагаются вдоль третьей оси. В трехмерном виде может быть представлена гистограмма или график.

Существуют приемы создания диаграмм комбинированного оформления, соответствующего нескольким разным типам диаграмм. Такие диаграммы называют *смешанными*. Обычно смешанные диаграммы имеют несколько рядов данных, представленных диаграммами разных типов.

§ 73. Автоматизация документооборота

Документооборот

Информационный обмен является основой существования общества, поскольку именно через него реализуется действие общественных отношений. Одна из форм информационного обмена — *документооборот*. На создание, перемещение и хранение документов общество расходует огромные ресурсы.

Полностью исключить эти затраты невозможно — они необходимы объективно. Как правило, сократить общественные затраты на документооборот тоже нельзя. Переход к инфор-

мационному обществу неизбежно ведет к расширению документооборота и качественному его усложнению. Но там, где нельзя ни исключить, ни сократить необходимые затраты, можно бороться за повышение их эффективности. Отдача от непрерывно растущих затрат должна расти быстрее, чем сами затраты. Повышение эффективности документооборота — одна из важнейших задач информатики. Решается она автоматизацией работы с документами путем применения средств вычислительной техники.

Роль автоматизации документооборота

Стадии документооборота

Механизм документооборота имеет несколько стадий. Первая стадия — создание документа. За ней следуют его транспортировка (передача), упорядоченное хранение и воспроизведение (или иное применение).



Не все стадии документооборота автоматизируются одинаково легко. Проще всего автоматизируется воспроизведение документов. Исторически этот заключительный этап был автоматизирован наиболее рано. Это произошло еще в начале 80-х годов XX века, когда началось внедрение печатающих устройств, подключаемых к персональным компьютерам.

Позже, во второй половине 80-х годов, началась автоматизация хранения документов и управления доступом к ним. Основным средством автоматизации на данной стадии стали ранние системы управления базами данных (СУБД) и файловые системы персональных компьютеров.

Большой шаг в автоматизации транспортировки документов был сделан в 90-е годы. Основным средством автоматизации в этот период времени стали сетевые компьютерные службы, в первую очередь служба *World Wide Web*.

Наиболее тяжело автоматизируются процессы начальной стадии документооборота — стадии создания документов. Они далеки от окончательной автоматизации и поныне. Объясняется это просто. Чем больше творчества требует работа, тем труднее ее автоматизировать.

Однако это не означает, что автоматизацией создания документов заниматься бесполезно. Чем сложнее информационный



Рис. 15.15. В настоящее время информационные технологии вплотную приблизились к задаче автоматизации создания и оформления документов

Роль объектной модели документа

процесс, тем выше эффективность от его автоматизации, хотя бы и частичной. Наиболее перспективные подходы для автоматизации подготовки документов основаны на применении объектной модели (см. § 65). Именно она открыла те возможности, которые мы рассмотрим в данном разделе.

Принципы стилевого оформления документов

Основными текстовыми объектами электронных документов являются абзацы и приравненные к ним элементы списков и ячейки таблиц. Помимо содержания абзацы обладают свойствами, определяющими оформление. К ним относятся параметры шрифтового набора и выравнивания строк, отступы и интервалы, а также многие другие свойства.

Чтобы порознь не настраивать свойства каждого абзаца, совокупность необходимых настроек сохраняют в виде автономного информационного объекта, называемого *стилем*.

Стиль абзаца

Основное свойство стиля — уникальное имя. Документ может содержать сколько угодно стилей, задающих равносильное оформление абзацев, но он не может содержать двух стилей с одинаковым именем.

Стиль как информационный объект

Стили, как и абзацы, являются информационными объектами. Каждый абзац имеет определенное оформление. То есть, с любым абзацем, даже с «пустым», связан некий стиль. Связь хранится в невидимом символе, открывающем абзац. При удалении этого символа абзац сливается с предыдущим и приобретает его оформление (рис. 15.16).

Стилевое оформление основано на объектной модели документа. Она позволяет разделить работу над оформлением и над содержанием. На практике сначала создают содержание документа, а потом каждому абзацу назначают стиль оформления. Если в будущем потребуется изменить оформление абзаца, править надо не абзац, а его стиль. Тогда все абзацы, связанные с данным стилем, получат новое оформление.

Практика стилевого оформления

Таким образом, применение стилей дает следующие преимущества:

- устанавливает разделение труда между авторами и дизайнерами: авторы работают с текстами, а дизайнеры — со стилями;
- обеспечивает систематичность и последовательность в оформлении документов;

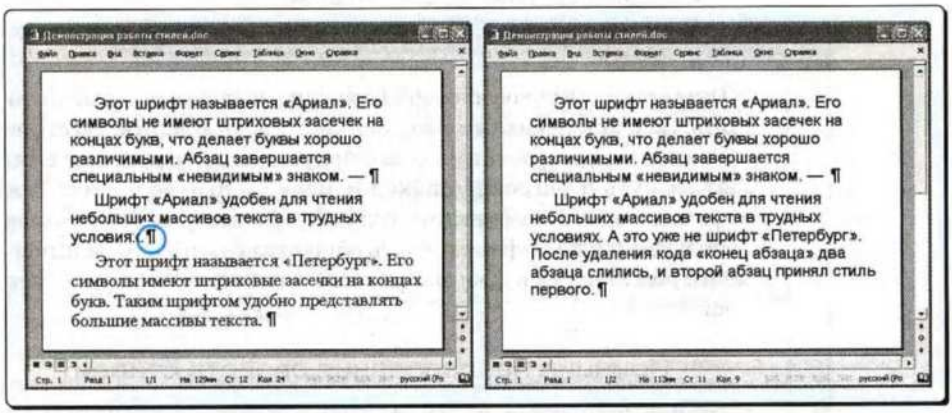


Рис. 15.16. При удалении символа, закрывающего абзац, следующий абзац сливается с предыдущим и принимает его стиль оформления

- открывает возможность многократного использования удачных стилей для оформления новых документов;
- повышает производительность труда посредством автоматизации оформления документов;
- содействует повышению эффективности документооборота.

Принцип единства функционального оформления

Основные функциональные элементы документа представлены его объектами. К ним относятся абзацы основного и дополнительного текста, заголовки разделов, элементы списков и таблиц. Заголовки глав должны отличаться по оформлению от заголовков параграфов, а оформление основного текста должно отличаться от оформления примечаний и ссылок.

Напротив, если элементы документа выполняют одинаковые функции, они должны иметь одинаковое оформление. В этом состоит ***принцип единства функционального оформления документа***. Он позволяет:

- наглядно выразить структуру документа;
- подчеркнуть важнейшие положения документа;
- упростить работу с документом;
- содействовать достижению цели публикации документа.

Ответственные руководители, имеющие предварительный опыт работы с документами аналогичного оформления, быстрее усваивают содержание новых документов, точнее выделяют их суть и увереннее находят правильные решения. Так принцип единства функционального оформления документов сказывается на эффективности общественного информационного обмена. Так информатика вносит свой вклад в развитие общества.

Принцип наследования свойств стилей

С одной стороны, стили информационных объектов выступают как средства автоматизации оформления документов. С другой стороны, они сами являются информационными

объектами, которые надо создавать, а потому они тоже нуждаются в автоматизации.

Стиль — это регистрируемая совокупность настроек свойств информационного объекта, имеющая уникальное имя.

Количество свойств информационных объектов измеряется десятками, причем их влияние на внешний вид документа не всегда очевидно. Умение заранее предвидеть результат той или иной настройки приходит только с набором практического опыта.

Автоматизация создания стилей

На помощь разработчикам приходит ***принцип наследования свойств стилей***, согласно которому между стилями могут существовать информационные связи, выражающие отношения наследования свойств (рис. 15.17). Новый стиль создается не на «пустом» месте. В качестве заготовки для него берется ранее созданный стиль, который модифицируется редактированием отдельных свойств и сохраняется под новым именем.

Информационные связи между родственными стилями являются *направленными связями*. Их направление — от предка к потомку. Направленность обеспечивает синхронную моди-



Рис. 15.17. Принцип наследования свойств стилей позволяет автоматизировать создание новых стилей и их настройку

фикацию наследуемых свойств стилей по линии действия связей.

Допустим, у нас имеется стиль Заголовок_1, оформленный шрифтом Arial. Допустим, на его основе разработан стиль Заголовок_2, наследующий шрифт Arial, хотя и меньшего размера. В этом случае изменение шрифта в стиле Заголовок_1 приведет к одновременному изменению шрифта в стиле Заголовок_2. Однако, наоборот, изменение шрифта в заголовке второго уровня не приведет к изменению шрифта в родительском стиле.

Принцип наследования свойств стилей позволяет автоматизировать создание новых стилей и изменение их настроек. Для готовых документов он позволяет автоматизировать изменение оформления.

§ 74. Применение шаблонов документов

Исходный документ

Документ, выполненный в объектной модели, не может быть «пустым» и никогда не бывает «пустым». Если в момент создания документа в нем не видно никакого содержания, это не значит, что он «пуст». Далее мы будем называть такие документы «исходными».

В момент создания исходный документ приобретает определенную структуру и наполняется объектами-заготовками, пока не имеющими содержания, но уже имеющими оформление. Оно задано стилями. В исходном документе может не быть ни одной буквы, но разделы, страницы, заголовки, абзацы, стили и другие объекты в нем уже имеются — по крайней мере, по одному экземпляру. Пусть они еще не наполнены содержанием, но у них есть свойства, которые имеют значения. Эти значения можно задавать, изменять, настраивать, в общем, управлять ими так, как это нужно для будущего документа.

Шаблон документа

Таким образом, объектная модель предполагает начинать разработку документа, начиная с автоматического создания некоего каркаса, не имеющего содержания, но имеющего структуру и скрытое оформление. Этот каркас называют *шаблоном документа*. Если документы имеют разную структуру и разное оформление, их разработку начинают с выбора



Рис. 15.18. Структура и оформление шаблона должны соответствовать назначению документа

разных шаблонов. Шаблон, подходящий для написания личного письма, не годится для создания заявления или подготовки учебного реферата.

Шаблоны можно использовать как удобные контейнеры для хранения стилей. Разработав удачные стили, документ сохраняют в виде шаблона. Если в будущем понадобится использовать те же стили еще раз, их не придется разрабатывать повторно — достаточно загрузить готовый шаблон и начать наполнять его содержанием.

Шаблоны документов — важное средство автоматизации документооборота. Они позволяют:

- унифицировать структуру, содержание и оформление документов;
- сократить сроки их разработки;
- снизить требования к квалификации исполнителей.

Автоматизация настройки программ с помощью шаблонов

Кроме уже известных нам информационных объектов в шаблоне документа хранятся параметры настройки рабочего окна программы: набор и расположение командных кнопок, струк-

тура и состав управляющих меню, конфигурация инструментальных панелей. Все эти параметры являются свойствами прикладной программы. Они входят в состав документа на правах отдельного объекта, который называется приложением (*application*). Ранее мы о нем не упоминали, а теперь готовы подчеркнуть, что...

Объект «Приложение»



... если документ построен в соответствии с объектной моделью, то представление о программе, предназначенной для работы с ним, является объектом документа.

Соответственно, настройки программы, предназначенной для работы с документом, являются свойствами данного документа и могут храниться в нем.

Этот вопрос нередко вызывает методическую сложность. На первый взгляд, не очень понятно, как большое приложение, то есть программа, может являться объектом маленького документа, к тому же шаблона. На самом деле, конечно, программа не входит в состав документа. Однако в состав документа входит представление о программе — ее краткое описание в виде набора параметров.

Известно, что внешний вид современных программ настраивается в очень широких пределах. Знакомая программа может выглядеть настолько непривычно, что трудно понять, как же с ней следует работать. Наличие объекта Приложение в составе документа позволяет эффективно решить эту проблему.

Автоматизация настройки программ

Начав создание документа с загрузки предварительно созданного шаблона, мы получаем не только заготовки информационных объектов, но и автоматически настраиваем программу именно так, как это требуется для данного документа. Так применение шаблонов позволяет автоматизировать трудоемкие операции по настройке прикладных программ.

Принцип наследования шаблонов

Применение шаблонов позволяет существенно снизить квалификационные требования к создателям документов. Однако разработка шаблонов по-прежнему остается задачей, требующей особой квалификации. Снизить трудоемкость этой работы

тоже призвана автоматизация. Как и рассмотренная выше автоматизация создания стилей, она основана на принципах наследования, но уже не стилей, а шаблонов.

Самый первый и наиболее простой шаблон документа предоставляет прикладная программа, создающая документ. Этот шаблон используется в качестве базового. Именно он становится основой документа, если автор не избрал иной шаблон. Так, например, в текстовом процессоре *Microsoft Word* базовый шаблон называется Обычным, или Normal. На компьютере он хранится в файле Normal.dot. При его использовании в документ поступают:

- одна пустая страница;
- один пустой раздел;
- один пустой абзац;
- три стиля заголовков (для разных уровней): Заголовок 1, Заголовок 2 и Заголовок 3;
- один стиль основного текста: Обычный;
- стандартное оформление окна программы.

Цепочка шаблонов

Модифицировав базовый шаблон, можно получить новый шаблон и в дальнейшем использовать его для создания документов. Так образуются цепочки шаблонов, наследующих свойства друг у друга.

Шаблоны, принадлежащие одной цепочке, наследуют свойства друг у друга посредством информационных связей. Этот факт можно использовать для автоматизации подготовки шаблонов: их разрабатывают не «с нуля», а взяв за основу любой шаблон из числа подготовленных ранее.

Связи между шаблонами имеют направление: от родителей к потомкам. При загрузке документа, основанного на каком-то шаблоне, одновременно с текущим шаблоном загружается вся его прародительская цепочка, начиная с «корневого» шаблона.

Корневой шаблон

В наследственных цепочках шаблонов особую роль играет корневой шаблон. Во-первых, такой шаблон может быть только один. (В текстовом процессоре *Microsoft Word* таковым

является шаблон Normal.dot.) Во-вторых, он является базовым шаблоном для любой наследственной цепочки шаблонов. В-третьих, он лежит в основе любого документа, созданного в данной программе. Изменения корневого шаблона сказываются во всех используемых шаблонах и отражаются на всех документах, обслуживаемых данной программой.

§ 75. Технология подготовки документов слияния

Технология стилей позволяет автоматизировать оформление документов, но не касается их содержания. Технология, основанная на использовании шабонов, тоже автоматизирует оформление документов, но дополнительно позволяет автоматизировать подготовку содержания, если оно повторяется от документа к документу. Повторяющаяся часть просто включается в состав шаблона.

Автоматизация создания содержания

В этом разделе мы рассмотрим сравнительно молодую информационную технологию, автоматизирующую создание неповторяющегося содержания. Она основана на так называемых документах слияния.

Описание технологии

Документами слияния называются электронные документы, полученные автоматически в результате слияния данных, взятых из разных источников.

Документ, как мы знаем, — это коллекция информационных сообщений, выражающая общественное отношение. Если из разных источников взять сообщения, относящиеся к одному

Таблица 15.3. Функции средств автоматизации

Средство автоматизации	Назначение технологии
Стили	Оформление документов
Шаблоны	Оформление документов и ввод повторяющегося содержания
Документы слияния	Оформление документов и ввод переменного содержания в предварительно заданные поля

общественному отношению, и объединить их в одном документе, то получится документ слияния.

Операции слияния неплохо автоматизируются. Для этого существуют специальные программы, которые называются *средствами слияния документов*. Так, например, текстовый процессор *Microsoft Word* имеет в своем составе встроенное средство слияния, что позволяет автоматически формировать письма, надписи на конвертах, товарные этикетки.

Основные понятия

Принцип получения документов слияния представлен на схеме (рис. 15.19).

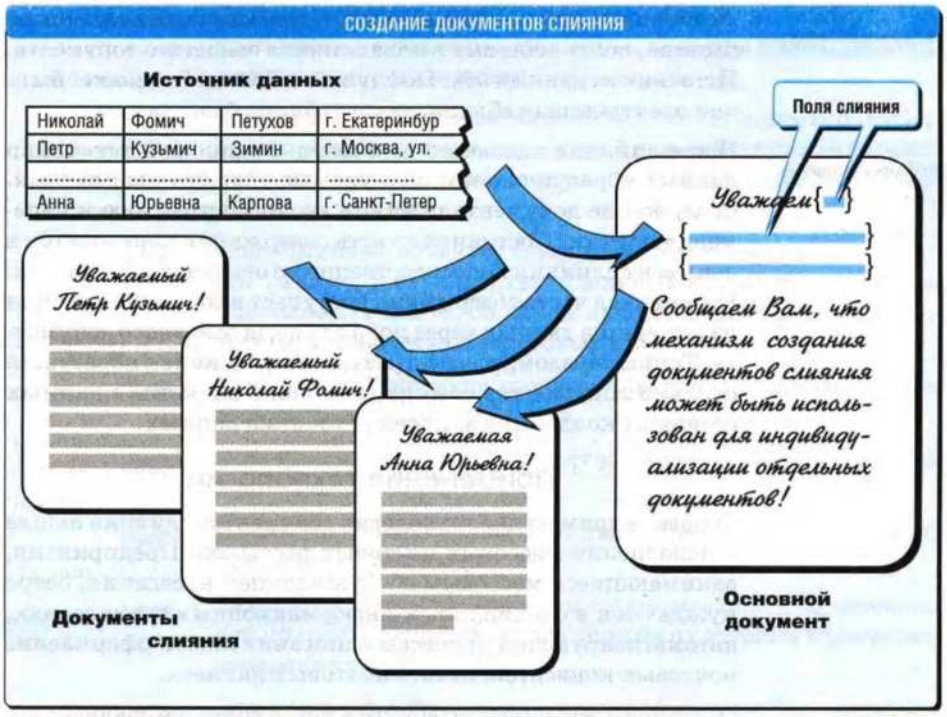


Рис. 15.19. Документы слияния образуются в результате слияния основного документа с записями источника данных

В процедуре участвуют следующие информационные объекты:

- основной документ;
- источник данных;
- документы слияния.

Основной документ

Содержание и оформление основного документа определяет общую часть содержания и общее оформление документов, полученных в результате слияния.

Поля слияния

Переменная часть итоговых документов представлена в основном документе *полями слияния*. В эти информационные поля на этапе слияния подставляются данные, взятые из источника.

Источник данных

Источник данных — это документ, содержащий коллекцию записей, подставляемых в поля слияния основного документа. Источником данных обычно служит таблица. Это может быть как электронная таблица, так и таблица базы данных.

Документ слияния

После слияния основного документа с записями источника данных образуются так называемые *документы слияния*. Содержание документа слияния имеет постоянную и переменную части. Постоянная часть содержания переносится в документ слияния непосредственно из основного документа. Переменная часть содержания поступает в документ слияния из источника данных через поля слияния основного документа. Таким образом, всего по результатам слияния образуется столько документов слияния, сколько элементов данных содержит коллекция записей источника данных.

Применение технологии

Основное применение технология документов слияния нашла в исполнении массовых почтовых рассылок. Предприятия, занимающиеся массовым обслуживанием населения, остро нуждаются в специальных информационных технологиях, автоматизирующих процессы написания писем, оформление почтовых конвертов, печать почтовых наклеек.

Индивидуализация содержания

Основное преимущество документов слияния по сравнению с письмами, сделанными по шаблону, заключается в индивидуализации содержания. Каждый адресат получает письмо,

имеющее индивидуальные особенности и адресованное лично ему. Как показывает практика, это значительно повышает эффективность документооборота, содействует достижению документом тех целей, для которых он предназначался.

Краткое содержание темы

- Согласно объектной модели документ — это коллекция различимых, но взаимосвязанных объектов. Контейнерным объектом электронного документа является печатная страница или экранная форма. Основным объектом текстового документа является абзац.
- Основными свойствами страницы являются: размер печатного листа, ориентация страницы, размеры полей, наличие колонтитулов и их состав.
- Основными свойствами абзацев являются: гарнитура шрифта, его размер, начертание, способ выравнивания, механизм переносов, а также параметры, определяющие положение абзаца на странице.
- Контейнерные объекты: списки, записи и таблицы, — имеют два вида свойств: свойства отдельных элементов и свойства контейнера в целом. Свойства их отдельных элементов соответствуют свойствам текстовых абзацев.
- Основное контейнерное свойство списков — способ маркировки или нумерации элементов.
- Основное контейнерное свойство записей — способ обособления полей.
- Основные контейнерные свойства таблиц — способы обособления полей и записей.
- Текстовый документ способен содержать объекты нетекстовой природы. Существует два способа их вставки в документ: внедрение и связывание.
- При внедрении объект вставляется в документ и размер документа увеличивается на величину объекта. Такой документ автономен — его можно размножать и распространять.

- При связывании в документ вставляется лишь ссылка на адрес хранения объекта. Между документом и объектом устанавливается информационная связь. Документы со связанными объектами не являются автономными. При разрыве связи нарушается целостность документа.
- Электронный документ, в отличие от бумажного, способен содержать невизуальные объекты. В «теле» документа они представляются своими визуальными метафорами. Существуют текстовые и графические визуальные метафоры.
- Роль текстовых метафор для информационных объектов выполняют гиперссылки. Механизм их работы обеспечивает операционная система. Гиперссылки нашли широкое применение в интерактивных электронных документах и в документах службы *World Wide Web*.
- Роль графических метафор для информационных объектов выполняют графические изображения или значки.
- Внешний вид изображения, вставленного в документ, определяется как его содержанием, так и свойствами связей, действующих между изображением и другими объектами документа. К основным свойствам этих связей относятся: параметры взаимодействия изображения с текстом, масштаб изображения, цвет, ширина и характер его рамки, яркость и контрастность изображения.
- Для электронного документа возможно динамическое представление данных. Наиболее удобным средством его реализации являются диаграммы.
- Работа динамической связи диаграммы с источником данных организована по технологии *DDE*. Системная служба автоматически синхронизирует содержание диаграммы с состоянием источника данных.
- Автоматизация работы с документами — наиболее естественный способ повышения эффективности документооборота в информационном обществе.
- Автоматизации подлежат все этапы документооборота: создание, транспортировка, упорядоченное хранение и воспроизведение документов. Наиболее трудно автоматизируется создание документов.

- Хорошую предпосылку для автоматизации создания документов дает объектная модель документа. На ее основе разработаны автоматические приемы оформления документов и формирования их содержания.
- Один из приемов автоматизации оформления документов основан на использовании стилей оформления. Стили оформления информационных объектов документа сами являются информационными объектами и входят в состав документа.
- Один из приемов автоматизации оформления и создания повторяющегося содержания основан на использовании шаблонов документов. Шаблон документа — это заготовка документа, имеющая структуру, стили оформления и стандартное содержание.
- Для автоматизации создания неповторяющегося содержания разработана технология документов слияния. Она основана на взаимодействии двух документов: основного документа и источника данных. Взаимодействие осуществляется через информационные связи между элементами основного документа (полями слияния) и элементами источника данных (записями таблицы). Композиция элементов, полученная в результате слияния, образует документ слияния.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные свойства печатной страницы.
2. Что такое «раздел документа» в терминологии объектной модели документа? Какое свойство раздела не наследуется у печатных страниц?
3. Условия размещения рекламного плаката не обеспечивают достаточного освещения в любое время суток. Шрифт какой категории вы рекомендуете использовать для надписей на плакате?
4. У детей дошкольного и младшего школьного возраста происходит формирование системы зрения. Перенапряжение органов зрения в этом возрасте недопустимо. Шрифт какой категории вы рекомендуете использовать для издания детских книг?

5 Чтобы получить все знания, предусмотренные учебной программой, старшеклассникам и студентам приходится очень много читать. Шрифт какой категории вы рекомендуете использовать, чтобы уменьшить утомление при длительном чтении?

6 Какие свойства абзаца вы знаете?

7 Документы, выровненные по ширине, выглядят аккуратно. Но всегда ли такое выравнивание желательно?

8 Среднее количество букв в английском слове меньше, чем в русском. Средняя ширина английской буквы меньше, чем русской. Как эти особенности влияют на общепринятые режимы выравнивания строк и использование переносов в России и США?

9 Какие типы информационных объектов может содержать бумажный документ?

10 Какие типы информационных объектов может содержать электронный документ?

11 Какие требования следует предъявить к операционной системе компьютера, чтобы на нем было возможно воспроизведение информационных объектов определенного типа?

12 Как представляются невизуальные информационные объекты в электронном документе? Какие типы объектов могут выполнять для них роль метафор?

13 Какие режимы взаимодействия изображения с текстом вы знаете? Дайте краткую характеристику особенностям их применения.

14 Свойства какого объекта определяют режим и параметры взаимодействия изображения с текстом?

15 Какой информационный объект можно использовать для представления в электронном документе динамически изменяющихся данных? Что представляет собой источник данных для этого объекта? Где может располагаться этот источник?

16 Как повысить эффективность документооборота?

17 Назовите основные этапы документооборота. Охарактеризуйте возможность их автоматизации.

18 Почему создание документов автоматизируется наиболее сложно?

19 Какие технологии автоматизации создания документов вы знаете?

20 В чем заключается принцип единства функционального оформления документов? Каким образом он способствует повышению эффективности документооборота?

21 Каким способом обеспечивается единство функционального оформления документов?

22 Что такое стиль оформления информационного объекта? Где он хранится?

23 С чего начинается создание документа, если он имеет объектную модель?

24 Какие информационные объекты поступают в новый документ в момент его создания? Чем определяется состав этих объектов и настройка их свойств?

25 Для чего предназначены шаблоны документов? Что в них хранится?

26 Как применение шаблонов способствует повышению эффективности документооборота?

27 Для чего предназначена технология документов слияния? Как она способствует повышению эффективности документооборота?

28 Как называются документы, на базе которых создаются документы слияния?

Алфавитный указатель

А

адресация 137
  двойная 140
  символьная 140
  числовая 141
аналого-цифровое
  преобразование 169
аппаратное обеспечение 10
архитектура
  закрытая 301
  открытая 301
  стандартная 301

Б

база данных 151, 153
  реляционная 153
байт 174
бит 173
буферизация 361

В

вектор данных 146
видеозапись 242
визуализация 214
виртуальная память 354
выборка данных 165, 225, 232
выравнивание 392

Г

гиперссылка 405
глубина цвета 218
график 409
графический редактор 323
группировка 131

Д

данные 66
  адресные 137
  воспроизведение 327
  динамический обмен 377
  образование 67
данные (*продолжение*)
  природа 67
  свойства 67
  сжатие 244
  структура 142, 149
  формат записи 136
  хранение 150
двоичная логика 270
диаграмма 406
дизъюнкция 267
  исключающая 268
динамическая библиотека 359
динамический диапазон 236
документ 368
  блочно-страничная модель 372
  линейная модель 373
  объектная модель 375
  слияния 420
  стиль 412, 415
  шаблон 416
  электронный 369
драйвер 334

З

запись 135, 147, 153, 160
  оформление 396
  структура 147
звук 230
звукозапись 230

И

изображение 216
  векторное 211
  маскирование 279
  масштабирование 403
  монохромное 218
  разрешающая способность 216

изображение (*продолжение*)
растровое 211
трехмерное 211
инверсия 278
интервал 393
интерфейс 105
аппаратный 105
пользователя 105
программный 105
системный 105
информатика 9, 12
информационная связь 19, 48, 50
информационное обеспечение 11
информационное общество 27, 30
противоречия 38
черты 31
информационный метод 73
информационный обмен 19, 44, 56, 58, 366
информационный шум 89
информация 68, 75
адекватность 90
актуальность 92
вероятностный подход 82
достоверность 89
доступность 92
естественнонаучный подход 80
объективность 85
полнота 87
природа 70
свойства 84
фактологический подход 80
функции 69

К

канал связи 51
квантование 234
код
разделитель 196
код (*продолжение*)
управляющий 193
форматирования 195
кодирование 160, 162, 182
ASCII 197
Unicode 200
аналоговое 164
действительных чисел 186
избыточность 246
метод 162
схема 162, 199
табличное 163, 166
целых чисел 182
цифровое 164, 168
коллекция 131, 143
колонтитул 387
коммуникационная служба 328
композиция 129, 131
контейнер 133
вложение 137
емкость 134
заполненность 134
информационный 135
логический 347
свойства 133
структура 134
конъюнкция 267
конфигурация 300
копирование 351

Л

линия связи 50
логика 264
логический вентиль 284

М

маска прозрачности 280
маскирование 276
механизм образования цвета 222
аддитивный 222
субтрактивный 222

микроконтроллер 308
микропроцессор 303
моделирование 87, 91
  объектное 119
многозадачность 330
многопроцессорность 330
многотерминальность 330
модель графическая
  векторная 212
  растровая 211
  трехмерная 213

Н

нормализация 188

О

обратная связь 111
объект 8, 120
  визуализация 404
  внедрение 378
  группировка 131
  коллекция 128
  компоновка 129
  метод 125
  объединение 128
  свойства 122
  связывание 378
  функциональность 125
окно Windows 348
операнд 265
оперативная память 306
операционная система 328
ориентация листа 385
отступ абзаца 393

П

пиксел 278
пикселизация 214
погрешность дискретизации 233
погрешность квантования 237
поле 135
поток данных 240, 243
  сжатый 256
правило Котельникова 238
приложение Windows 359
принцип пакетной коммутации каналов 54
принцип разделения времени 53
принцип частотного разделения каналов 53
программное обеспечение 11, 315
  классификация 317
  структура 315
путь доступа 138

Р

разряд двоичный 172
разрядность 224
регистр процессора 304
  адресный 305
  данных 305
  команд 305
  рабочий 304
  служебный 304
  флаговый 305
регистрация 188
реестр 346
режим разделения времени 332
реляционные связи 145

С

сетевая безопасность 337
сжатие данных 249
  адаптивное 252
  групповое 250
  неадаптивное 251
  необратимое 249, 252
  обратимое 249
  по словарю 251
сигнал 232
  дискретизация 232
  цифровое кодирование 232
символ-разделитель 136
система автоматизированного проектирования 325

система счисления 171
система управления 98
гидравлическая 101
классификация 98
механическая 100
пневматическая 101
электромеханическая 102
электронная 102
система управления базами данных 151, 321
слово
двоичное 184
двойное 184
список 135, 145
оформление 395
столбец 135
строка 135
схемотехника 264, 281

Т
таблица 135, 148
оформление 398
размерность 148
структура 135
таблица истинности 266
табличный процессор 322
табуляция 396
текстовый процессор 320
текстовый редактор 319

У
уникальность свойств 124
управление 97
адаптивное 112, 335, 349
графическое 336, 450
диалоговое 110
командное 108
пакетное 108

Ф
файл 151
подкачки 355
файловая система 150, 152
фильтр 277
свойства 404
фильтрация 277
фокус ввода 134
формат записи 136

Ц
цвет 219
кодирование 219
цветовая модель 223
цветовая триада 220
цветовое колесо 221
цветовое разрешение 219
цифро-аналоговое преобразование 170
«цифровой шум» 171

Ш
шаблон 416
корневой 419
наследование 418
шина
адресная 307
графическая 309
данных 307
командная 307
малопроизводительных устройств 311
накопителей данных 310
памяти 307
системная 307
устройств 309
шифрование 167
шрифт 390
штрих Шеффера 269

Э
экземпляр 144
электронная коммерция 34
элемент 123
управления 352

Я
ячейка 135

Симонович Сергей Витальевич

Общая информатика

Новое издание

Заведующий редакцией	*А. Кривцов*
Ведущий редактор	*Л. Панич*
Научный редактор	*В. Мураховский*
Литературный редактор	*Г. Евсеев*
Художник обложки	*К. Радзевич*
Корректор	*О. Голотвина*
Верстка	*И. Симонович*

Подписано в печать 30.08.07. Формат 70×90/16. Усл. п. л. 31,59.
Доп. тираж 4000. Заказ 3973.

ООО «Питер Пресс», 198206, Санкт-Петербург, Петергофское шоссе, д. 73, лит. А29.
Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2; 95 3005 — литература учебная.
Отпечатано по технологии CtP в ОАО «Печатный двор» им. А. М. Горького.
197110, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., д. 15.

"ДОМ КНИГИ" 300.00
Симонович С.В. Общая информатика....
0 325884 340005

С. В. Симонович

ОБЩАЯ ИНФОРМАТИКА

Новое издание

- Информационное развитие общества
- Информация и ее свойства
- Цифровое кодирование информации
- Информационная основа управления
- Теория объектного моделирования
- Средства вычислительной техники
- Технологии электронного документооборота
- Автоматизация информационного обмена
- Современные средства связи
- Информационная безопасность и защита данных
- Программирование на языках высокого уровня

и многое другое в самом современном учебном курсе для старшеклассников, студентов техникумов и вузов, преподавателей информатики

ПИТЕР®

Заказ книг:

197198, Санкт-Петербург, а/я 619
тел.: (812) 703-73-74, postbook@piter.com
61093, Харьков-93, а/я 9130
тел.: (057) 758-41-45, 751-10-02, piter@kharkov.piter.com

ISBN 978-5-469-01335-8
9 785469 013358

www.piter.com — вся информация о книгах и веб-магазин

С. В. Симонович
ОБЩАЯ ИНФОРМАТИКА
Новое издание