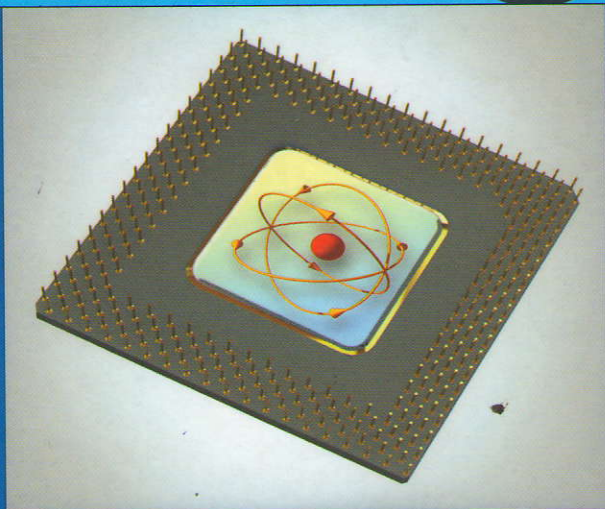


ФГОС

8



И. Г. Семакин  
Л. А. Залогова  
С. В. Русаков  
Л. В. Шестакова

ИНФОРМАТИКА



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

# ФГОС

И. Г. Семакин, Л. А. Залогова,  
С. В. Русаков, Л. В. Шестакова

## ИНФОРМАТИКА

Учебник  
для 8 класса

2-е издание,  
исправленное

Рекомендовано

Министерством образования и науки  
Российской Федерации

к использованию в образовательном процессе  
в имеющих государственную аккредитацию

и реализующих образовательные программы  
общего образования образовательных учреждений



Москва

БИНОМ. Лаборатория знаний

2014

УДК 004.9  
ББК 32.97  
С30

Семакин И. Г.

С30 Информатика : учебник для 8 класса / И. Г. Семакин, Л. А. Залогова, С. В. Русаков, Л. В. Шестакова. — 2-е изд., испр. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 176 с. : ил.

ISBN 978-5-9963-1796-7

Учебник предназначен для изучения курса информатики в 8 классе общеобразовательной школы. Содержит теоретический материал курса, вопросы и задания для закрепления знаний, в конце каждой главы в схематическом виде представлена система основных понятий этой главы. Некоторые главы учебника содержат дополнительный раздел, позволяющий изучить данную тему на углубленном уровне.

Входит в учебно-методический комплект по информатике наряду с учебниками для 7 и 9 классов, задачник-практикумом, методическим пособием для учителя и цифровыми образовательными ресурсами (ЦОР) из Единой коллекции. Соответствует федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования (2010 г.).

УДК 004.9  
ББК 32.97

*Учебное издание*

Семакин Игорь Геннадьевич  
Залогова Любовь Алексеевна  
Русаков Сергей Владимирович  
Шестакова Лидия Валентиновна


**ИНФОРМАТИКА**

**Учебник для 8 класса**

Ведущий редактор *О. А. Полежаева*. Редактор *Е. В. Баклашова*  
Ведущий методист *И. Л. Сретенская*. Обложка: *С. Инфантэ*  
Художественный редактор *Н. А. Новак*. Иллюстрации: *М. Ю. Ларкин*  
Технический редактор *Е. В. Денюкова*. Корректор *Е. Н. Клитина*  
Компьютерная верстка: *В. А. Носенко*

Подписано в печать 13.03.14. Формат 70×100/16.  
Усл. печ. л. 13,46. Тираж 25 000 экз. Заказ 5631.

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»  
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3  
Телефон: (499) 157-5272, e-mail: binom@Lbz.ru  
<http://www.Lbz.ru>, <http://e-umk.Lbz.ru>, <http://metodist.Lbz.ru>

 Ошечатано в ОАО Можайский полиграфический комбинат  
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93. [www.oaomprk.ru](http://www.oaomprk.ru), [www.oaomprk.ru](http://www.oaomprk.ru) тел.: (495) 745-84-28, (49638) 20-685

ISBN 978-5-9963-1796-7

© БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014

## Оглавление

§ 12. Создание и заполнение баз данных . . . . .	92
§ 13. Основы логики: логические величины и формулы . . . . .	95
§ 14. Условия выбора и простые логические выражения . . . . .	100
§ 15. Условия выбора и сложные логические выражения . . . . .	106
§ 16. Сортировка, удаление и добавление записей . . . . .	111
<b>Система основных понятий главы III . . . . .</b>	<b>118</b>
<b>Глава IV. Табличные вычисления на компьютере . . . . .</b>	<b>121</b>
§ 17. История чисел и систем счисления . . . . .	122
§ 18. Перевод чисел и двоичная арифметика . . . . .	127
§ 19. Числа в памяти компьютера . . . . .	132
§ 20. Что такое электронная таблица . . . . .	136
§ 21. Правила заполнения таблицы . . . . .	140
§ 22. Работа с диапазонами. Относительная адресация . . . . .	145
§ 23. Деловая графика. Условная функция . . . . .	149
§ 24. Логические функции и абсолютные адреса . . . . .	153
§ 25. Электронные таблицы и математическое моделирование . . . . .	157
§ 26. Пример имитационной модели . . . . .	163
<b>Система основных понятий главы IV . . . . .</b>	<b>170</b>

*Уважаемые ученики!*

В работе с книгой вам помогут навигационные значки:



— Важное утверждение или определение.



— Ссылка на упражнения в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов (далее — ЕК ЦОР) в двух частях: часть 1 (8 класс); часть 2 (9 класс).

Адрес ЕК ЦОР: <http://school-collection.edu.ru>

**Часть 1:**

«Информатика — базовый курс», 8 класс Семакина И., Залоговой Л., Русакова С., Шестаковой Л.

**Часть 2:**

«Информатика — базовый курс», 9 класс Семакина И., Залоговой Л., Русакова С., Шестаковой Л.

Название ЦОР включает часть, главу, параграф и номер ресурса.



— Вопросы и задания для использования в подготовке к итоговой аттестации.



— Вопросы и задания к параграфу.



— Выполни упражнение или лабораторную работу.



— Домашний эксперимент или проект.

Звёздочкой отмечены задачи повышенной сложности.

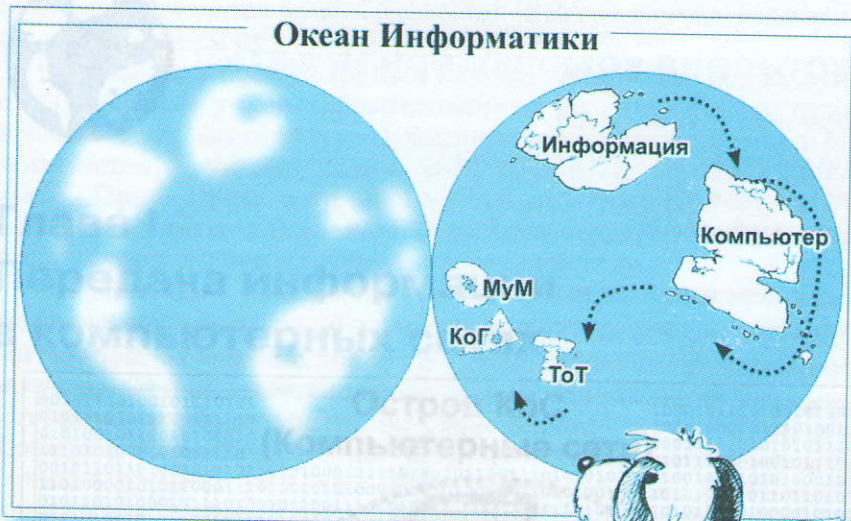
	<b>Введение</b>	92
§ 12.	Создание и запись логических величин и формулы	95
§ 13.	Основы логики: логические величины и формулы	95
§ 14.	Условия выбора и простые логические выражения	100
§ 15.	Условия выбора и сложные логические выражения	106
§ 16.	Синтез логических элементов и добавление элементов	111
§ 17.	История чисел и систем счисления	122
§ 18.	Перевод чисел и двоичная арифметика	127
Глава IV.	Табличные методы вычисления и вывод логических функций	121
§ 19.	Связка на управлении координат	132
§ 20.	Образовательных ресурсов (далее — ЕР ДОР) в двух частях	186
§ 21.	Система основных понятий главы III	118
§ 22.	Система основных понятий главы IV	140

Изучив первую часть курса «Информатика», вы освоили лишь некоторые разделы этой большой научной и прикладной области. Данный учебник познакомит вас с новыми разделами предмета, поможет приобрести новые навыки использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

В этом учебном году вы познакомитесь с компьютерными сетями, которые используются для передачи информации. Технологии работы с информацией в компьютерных сетях называются коммуникационными. В результате вам в полной мере станет понятным смысл термина ИКТ.

Очень важным приложением компьютерной техники является информационное моделирование. Скоро вы узнаете, что такое модель, как на компьютере создаются и для чего используются информационные модели, какие средства ИКТ применяются для информационного моделирования. В число таких средств входят системы управления базами данных (СУБД) и табличные процессоры. С помощью СУБД на компьютере создаются информационные хранилища, которые называются базами данных. Табличные процессоры применяются для организации вычислений в электронных таблицах. Если такие вычисления относятся к какому-то реальному процессу, то можно говорить о том, что в электронных таблицах реализована математическая модель этого процесса.

Итак, продолжим наше путешествие по океану Информатики. Некоторые материки и острова в этом океане вы посетили и исследовали в первой части путешествия. Но еще остались неизведанные земли, белые пятна на карте океана знаний. Вместе с нашим отважным капитаном Точкой-Ру вам предстоит посетить эти земли, нанести их подробное описание на карту знаний. Успехов вам в этом нелегком, но очень интересном путешествии!

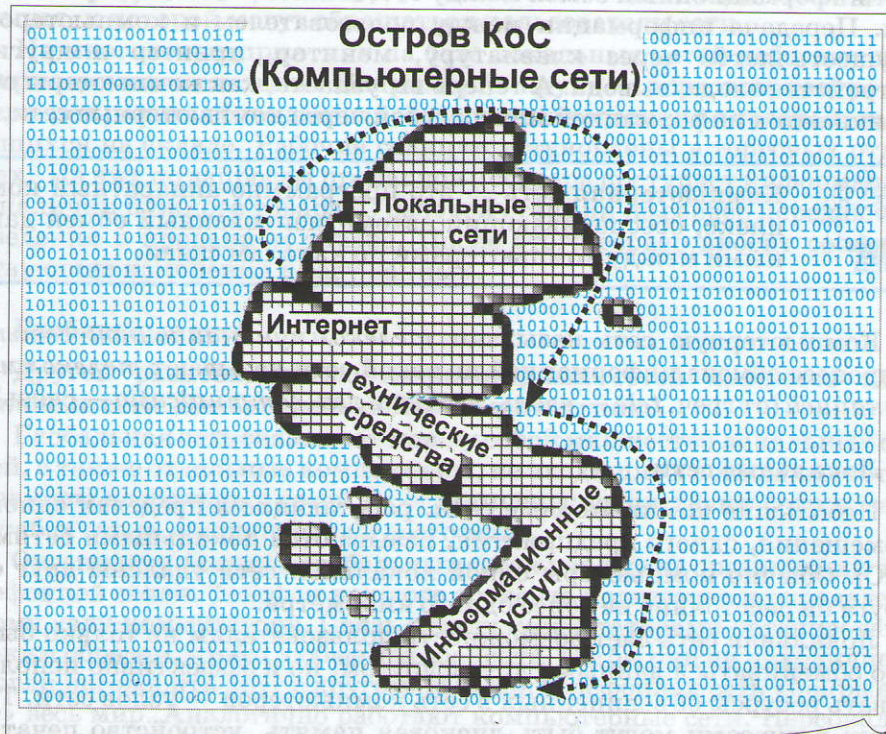


Здесь вы узнаете:

- как устроены компьютерные сети
- для чего используются сети
- что такое Интернет
- как не заблудиться в Интернете



# Глава I Передача информации в компьютерных сетях



## Здесь вы узнаете:

- как устроены компьютерные сети
- для чего используются сети
- что такое Интернет
- как не заблудиться в Интернете



## § 1

### Как устроена компьютерная сеть



Основные темы параграфа:

- что такое компьютерная сеть;
- локальные сети;
- глобальные сети.

#### Что такое компьютерная сеть

Вы уже знаете, что при работе компьютера непрерывно происходит информационный обмен между составляющими его устройствами. Передача информации между пользователем и компьютером осуществляется через клавиатуру, монитор, принтер и другие устройства ввода/вывода. А теперь вы узнаете, как компьютеры обмениваются информацией между собой через компьютерные сети.



**Компьютерная сеть** — это программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий автоматизированный обмен данными между компьютерами по каналам связи.

Компьютерную сеть называют *телекоммуникационной сетью*, а процесс обмена информацией по такой сети называют *телекоммуникацией* (от греч. *tele* — вдале, далеко и лат. *communicatio* — связь).

#### Локальные сети

Небольшие компьютерные сети, работающие в пределах одного помещения, одного предприятия, называются **локальными сетями** (ЛС). Обычно компьютеры одной локальной сети удалены друг от друга на расстояние не более одного километра.

Локальная сеть дает возможность пользователям не только быстро обмениваться данными друг с другом, но и эффективно использовать ресурсы объединенных в сеть компьютеров — узлов сети. Такими ресурсами могут быть дисковая память, устройство печати, факс-модем и другие технические средства, а также программное обеспечение (ПО) и прочая информация в файлах.

С точки зрения организации взаимодействия отдельных элементов ЛС выделяют два типа таких систем:

- 1) *одноранговую сеть*; в ней все объединенные компьютеры равноправны;
- 2) *сеть с выделенным узлом*.

Пользователю одноранговой сети могут быть доступны ресурсы всех подключенных к ней компьютеров (в том случае, если эти ресурсы не защищены от постороннего доступа).

В школьных компьютерных классах чаще всего используется ЛС с выделенным узлом, организованная по следующему принципу: имеется одна машина (узел), выполняющая дополнительные обслуживающие функции. Такой узел называют *сервером локальной сети*. Прочие узлы сети называются *рабочими станциями*. Операционная система, управляющая работой сервера и рабочих станций, поддерживает режим сетевого взаимодействия.

Выделенный компьютер имеет большую дисковую память, к нему подключены устройства, которых нет на рабочих станциях. На сетевом сервере хранится программное обеспечение и другая информация, к которой могут обращаться пользователи сети.

На многих предприятиях на базе локальных сетей работают информационные системы. Например, в крупном торговом центре на сервере хранится база данных, содержащая сведения о товарах, имеющих на складе. Рабочие станции установлены в торговых отделах. На них по запросам продавцов с сервера поступает информация о наличии нужного товара. С рабочей станции на сервер передаются сведения о проданном товаре. После этого сервер вносит соответствующие изменения в базу данных.

### Глобальные сети

Другой разновидностью компьютерных сетей являются **глобальные сети**. Дальше речь пойдет именно о них.

Глобальная сеть связывает между собой множество локальных сетей, а также отдельные компьютеры, не входящие в локальные сети. Размеры глобальных сетей не ограничены: существуют сети в масштабах стран, континентов и всего мира.

Организация связи в глобальных сетях похожа на организацию телефонной связи. Телефон каждого абонента подключен к определенному узлу-коммутатору. Связь между коммутаторами организована таким образом, чтобы любые два абонента, где бы они ни находились, могли поговорить друг с другом. И такая телефонная сеть «покрывает» весь мир. Аналогично работают компьютерные сети. Персональный компьютер (ПК) пользователя сети (его также можно рассматривать в качестве абонента сети) подключается к определенному постоянно действующему узлу сети. Узлы связаны между собой, и эта связь поддерживается постоянно. На рисунке 1.1 узлы сети обозначены У1, У2 и т. д., а компьютеры пользователей — А11, А12 и т. д.

Существуют корпоративные сети, региональные сети. Обычно каждая компьютерная сеть имеет связь с другими сетями. Для этой цели в каждой сети существуют специально выделенные узлы, кото-

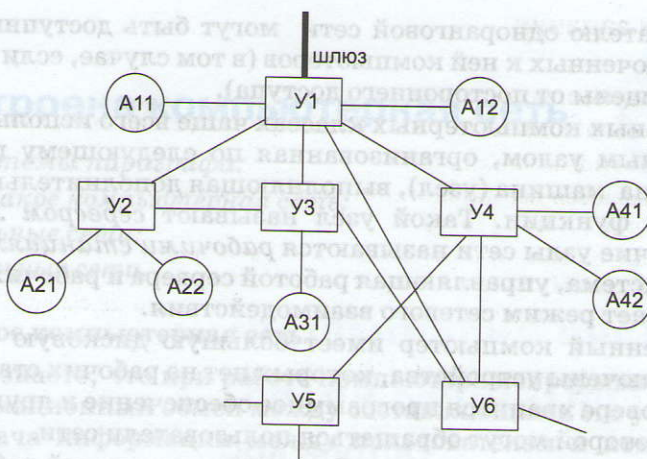


Рис. 1.1. Характерная архитектура глобальной сети

рые называются *шлюзами*. Они осуществляют пересылку данных между сетями.

Существует *мировая система компьютерных сетей*, через которую можно установить связь с самыми далекими уголками планеты. Эта система называется **Интернет** (англ. *net* — сеть). Об Интернете речь пойдет немного позже.

### Коротко о главном

Компьютерная телекоммуникационная сеть — это множество компьютеров, соединенных каналами передачи информации и имеющих ПО, обеспечивающее автоматизированную связь между ними.

В одноранговых локальных сетях все компьютеры равноправны.

Локальная сеть с выделенным узлом включает в себя сетевой сервер и множество рабочих станций. Сервер используется как хранилище общих информационных ресурсов, а также содержит некоторые технические устройства общего доступа.

Работу локальной сети поддерживает сетевая операционная система.

Глобальная сеть — это система связанных между собой локальных сетей и компьютеров отдельных пользователей, удаленных друг от друга на большие расстояния.

Интернет — мировая система компьютерных сетей.

**Вопросы и задания**



1. Что такое компьютерная сеть?
2. Как устроена локальная сеть? Какие функции она выполняет?
3. Что такое глобальная сеть?
4. Как называется всемирная сеть, объединяющая в себе большинство существующих в мире сетей?
5. Придумайте различные способы соединения в сеть четырех компьютеров-серверов. Найдите способ, обеспечивающий самый короткий маршрут передачи информации между двумя любыми пользователями.

ЕК ЦОР: Часть 1, глава 1, § 1. ЦОР № 2, 8.



**§ 2**

**Электронная почта и другие услуги компьютерных сетей**

*Основные темы параграфа:*

- назначение электронной почты;
- почтовый ящик, электронный адрес;
- структура электронного письма;
- телеконференции;
- файловые архивы и другие сетевые сервисы;
- коллективные проекты.

**Назначение электронной почты**

Какая же информация передается по компьютерным сетям? Самая разнообразная. Это могут быть письма, объявления, реклама, программное обеспечение, компьютерные игры, деловая документация и многое другое. Вся эта информация в виде файлов хранится на магнитных дисках ПК пользователей и серверов.



Обмен письмами в компьютерных сетях называется **электронной почтой (e-mail)**.



Электронная почта — один из самых популярных видов сервисов (видов услуг) компьютерных сетей.

Электронная почта работает гораздо быстрее обычной почты. В самый далекий уголок мира письмо может прийти за несколько минут. В течение дня можно несколько раз обменяться письмами со своим корреспондентом на другом континенте.

### Почтовый ящик, электронный адрес

Зарегистрированный пользователь сети получает на почтовом сервере (другое название — почтовое отделение) **почтовый ящик**.



**Почтовый ящик** — это именованный «раздел», отведенный для конкретного пользователя на почтовом сервере, принимающем и обрабатывающем поступающую почту.

Каждому почтовому ящику присваивается свое имя, отличное от других имен. В этот ящик почтовый сервер помещает письма, поступающие к пользователю.

Передать письмо в почтовый ящик может любой пользователь сети, если он знает **электронный адрес**. Извлечь (прочитать или переписать на свою машину) письмо из почтового ящика может только его владелец. Доступ к информации защищен паролем, который знает только хозяин ящика.

Что представляет собой электронный адрес? По своей структуре он похож на обычный почтовый адрес, когда письма посылаются на абонентский ящик адресата в почтовом отделении. Вот пример такого почтового адреса:

Страна	Город	Почтовое отделение	№ ящика абонента
Россия	Пермь	10	644

А вот пример электронного адреса:

`somov@pgu.perm.ru`

Он состоит из таких частей:

Почтовое отделение	Имя почтового ящика
<code>pgu.perm.ru</code> (ПГУ.Пермь.Россия)	<code>somov</code> (Сомов)

Точки и символ **@** — **разделительные знаки**. Разделенные точками части электронного адреса называются **доменами**. Каждый

домен уточняет местоположение в компьютерной сети почтового сервера, обслуживающего адресата. Количество доменов может быть различным: два, три и более.

Не нужно думать, что в адресах всегда используется административно-географический принцип (страна–город–район и т. д.). Вся часть адреса, расположенная справа от значка @, является **доменным именем почтового отделения**, содержащего ящик абонента. Главный принцип состоит в том, чтобы это имя было уникальным в компьютерной сети.

### Структура электронного письма

В целом электронное письмо состоит из *конверта* и *текста*. Обычно на конверте записывается адрес получателя, адрес отправителя и краткая информация о назначении письма (два последних элемента — необязательные).

Вот пример электронного письма из Перми в Москву:

Куда: *frolov@mgu.msk.ru*

Откуда: *somov@pgu.perm.ru*

О чем: *приглашение*

*Приглашаю Вас принять участие в праздновании юбилея Пермского университета. С уважением, Е. Сомов*

Отправитель на своем компьютере формирует файл с текстом письма, заполняет «конверт». Затем он выходит на связь с сервером, выполняющим рассылку почты. Сервер, приняв письмо, тут же пересылает его адресату.

К электронному письму могут быть присоединены самые разнообразные файлы: с текстами, графикой, звуком, программами и пр. Адресат их получит вместе с текстом письма (это похоже на вкладывание фотографии в конверт с письмом).

Существенно, что пользователи сети выходят на связь с почтовым отделением по своему желанию. Сервер же функционирует без перерывов и выходных. Связь пользователя с сервером может быть установлена лишь после того, как пользователь подключился к сети, и его почтовая программа установила связь с почтовым сервером. Именно тогда сервер и отправляет ему всю корреспонденцию, накопившуюся в почтовом ящике.

### Телеконференции

Всем известно, что такое конференция: в одном помещении собираются люди и выступают, задают вопросы, спорят на какую-то

общую тему. Бывают научные, производственные, профсоюзные, школьные и другие конференции.



**Телеконференция** — это тоже общение группы людей по объединяющей их теме. Но для участия в такой конференции не нужно собираться в одно и то же время в одном помещении. Кроме того, телеконференция не ограничена во времени, как традиционная конференция. Она может продолжаться месяцами и годами. Поддержку телеконференций осуществляет служба Usenet, в которой каждая отдельная конференция называется *группой новостей*.

Участники телеконференции — пользователи компьютерной сети. *Телеконференция заключается в обмене электронными письмами между ее участниками.* Сначала в компьютерной сети объявляется открытие конференции на определенную тему. Телеконференция (группа новостей) получает свой электронный адрес. Затем проводится подписка на участие в конференции. После этого каждый пользователь, подписавшийся на данную конференцию, будет получать все поступающие в нее материалы. В свою очередь, посылая письмо в адрес конференции, пользователь знает, что оно дойдет до всех ее участников.

Существует множество телеконференций, посвященных самым разнообразным темам: науке, образованию, музыке, разведению рыб, компьютерным играм, политике, литературе и пр. Через телеконференции можно распространять какие-то свои авторские работы, договариваться о покупке или продаже. Участники таких конференций всегда имеют самую оперативную информацию в области своих интересов.

**Форум** — тематическое общение через Интернет в режиме off line, происходящее на сайте общего доступа. Форум посвящен определенной теме и постоянно открыт для участия в нем всех желающих. Имеется возможность просмотра всех сообщений форума, можно вступать в дискуссии, задавать вопросы, спрашивать совета.

Популярной услугой Интернета являются *телеконференции в режиме реального времени*. Их поддержка обеспечивается сервисом IRC — Internet Relay Chat (беседа через Интернет, *чат*). Все участники обсуждения должны одновременно находиться в режиме подключения — on line. Сообщение одного из участников, вводимое с клавиатуры, мгновенно становится доступным другим собеседникам.

Сравнительно новым сервисом Интернета являются *видеоконференции*. Этот сервис позволяет пользователям, компьютеры которых снабжены web-камерами, динамиками и микрофонами, не только разговаривать, но и видеть друг друга на экранах мониторов.

#### Файловые архивы и другие сетевые сервисы

А можно ли через Интернет получать новое программное обеспечение для своего компьютера? Оказывается, можно! Для этого су-

ществует служба распространения файлов — файловые архивы. Серверы, которые поддерживают их работу, называются **FTP-серверами**. В файловых архивах можно найти не только программы, но и файлы с самыми разнообразными информационными объектами: рисунками, фотографиями, видеоклипами, музыкой и др.

Программное обеспечение, бесплатно распространяемое через FTP-серверы, нередко выполняет рекламную функцию. Например, время действия таких программ может оказаться ограниченным. Если вы захотите и дальше пользоваться данной программой, то вам будет рекомендовано оплатить приобретение ее рабочей версии.

Среди прочих услуг компьютерных сетей: Telnet — удаленный терминал (ПК работает в режиме устройства ввода/вывода удаленного компьютера), базы данных, интернет-телефония, World Wide Web (WWW) — Всемирная паутина, и др.

### Коллективные проекты

Коллективный проект — проект, создаваемый множеством пользователей компьютерной сети в режиме дистанционного взаимодействия. Одним из наиболее известных и крупных коллективных проектов является сайт интернет-энциклопедии, получивший название **Википедия**. Первый вариант Википедии начал работать в январе 2001 года. Основой Википедии является технология wiki («wiki-wiki» — это заимствование из гавайского языка, на котором оно означает «быстро»). Автор технологии — американский программист Ховард Каннингем. Википедия — энциклопедия, создаваемая коллективно множеством пользователей Интернета. Технология wiki позволяет одновременно работать с проектом большому числу пользователей: можно создавать свои статьи или вносить исправления в статьи других пользователей. Сегодня эта энциклопедия насчитывает более трех миллионов статей более чем на 130 языках, включая такие экзотические, как эсперанто или латынь. Википедия является общедоступной и свободно распространяемой энциклопедией.

Сравнительно недавно возникло новое поколение интернет-сервисов, получивших название **Web-2**. Они более приспособлены для коллективного творческого взаимодействия людей, чем другие. Их часто называют **социальными сервисами**, имея в виду их общественный характер, предполагающий участие в проектах широких слоев населения.

### Коротко о главном

Электронная почта — это система обмена письмами между пользователями компьютерных сетей.



Каждый пользователь имеет свой почтовый ящик — раздел на почтовом сервере, выполняющем прием и обработку корреспонденции.

Почтовый ящик имеет уникальное имя; владелец получает доступ к своему почтовому ящику через пароль.

Электронное письмо содержит «конверт» с электронным адресом получателя, текст письма, а также вложения разных типов.

Телеконференция — это система обмена информацией на определенную тему между пользователями сети. Пользователь, подписавшийся на конференцию, получает все ее материалы в свой почтовый ящик.

Телеконференции в режиме реального времени: чат, видеоконференции.

Среди других услуг сетей: Telnet — удаленный терминал, базы данных, интернет-телефония, WWW.



### Вопросы и задания

1. Что такое электронная почта?
2. Из чего состоит электронное письмо?
3. Где располагается почтовый ящик пользователя? Что в него заносится?
4. Что представляет собой электронный адрес?
5. Что такое телеконференция? Как стать участником телеконференции?
6. Какие сервисы предоставляются пользователям на портале www.edu.ru?



www

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 2. ЦОР № 2, 7.

## § 3

### Аппаратное и программное обеспечение сети

*Основные темы параграфа:*

- *технические средства глобальной сети;*
- *что такое протоколы;*
- *программное обеспечение сети; технология «клиент—сервер».*

Для работы компьютерных сетей требуются определенные аппаратные (технические) и программные средства.

**Технические средства глобальной сети**

**Узлы компьютерной сети** — компьютеры, объединенные в сеть. Среди них есть постоянно работающие в сети, выполняющие системные услуги и поддерживающие информационные сервисы. Они называются **хост-компьютерами**. ПК пользователя также становится узлом сети, но только на время подключения.

**Каналы передачи данных** по физическому принципу своего устройства делятся на **проводные, беспроводные** (радиоканалы) и **оптические** (оптоволоконные линии).

К проводным каналам относятся телефонные линии и различные виды электрических кабелей. Данные по проводным каналам передаются в виде электрических сигналов. Использование телефонных каналов (коммутируемых линий связи) удобно и дешево, поскольку система телефонной связи уже давно организована, налажена и охватывает весь мир. Каждый раз для подключения пользователя к сети, ему нужно «дозваниваться» по определенному телефонному номеру. В другое время этот же канал используется для обычных телефонных разговоров. Для связи между постоянно действующими узлами сети могут применяться специально выделенные телефонные каналы.

Телефонные сети постепенно переходят на цифровую связь, но значительная часть телефонных каналов все еще использует передачу непрерывного (аналогового) электрического сигнала. Для того чтобы соединить компьютер с такой сетью, необходимо специальное устройство, которое называется **модем** (МОдулятор – ДЕМОдулятор). Модуляция — это преобразование данных из дискретной цифровой формы в аналоговую, которое производится при передаче информации в сеть. Такое преобразование называют **цифро-аналоговым (ЦАП)**. Демодуляция — это обратное, аналого-цифровое преобразование (АЦП), происходящее во время приема информации.

Схема связи между пользователем сети и хост-компьютером с помощью модема и телефонной линии показана на рис. 1.2. Скорость



Рис. 1.2. Организация связи между пользователем и узлом сети по телефонной линии

передачи данных по таким каналам находится в диапазоне от 14 до 56 Кбит/с.

Передача цифровых данных по электрическому кабелю может происходить со скоростями в десятки и сотни Мбит/с. В настоящее время большой популярностью пользуются каналы связи кабельного телевидения, которые используются в том числе и для компьютерных сетей.

Самую высококачественную связь поддерживают **оптоволоконные каналы** цифровой связи. Здесь скорость передачи данных измеряется десятками Гбит/с.

Спутниковые радиоканалы применяются для связи между узлами сети, удаленными на большие расстояния. Они могут поддерживать передачу данных со скоростями до 5 Мбит/с.

Для организации беспроводного подключения пользователей к сети в последнее время становится популярной технология Wi-Fi (от **Wireless Fidelity**, дословно: беспроводная точность воспроизведения). В ней используется радиосвязь в определенном диапазоне частот. Wi-Fi дает возможность пользователю поддерживать связь с узлом Wi-Fi-сети на расстояниях от нескольких десятков метров в помещении до нескольких сотен метров на открытом пространстве.

### Что такое протоколы

В компьютерных сетях пользователи могут использовать различные марки компьютеров, типы модемов, линии связи, коммуникационные программы. Чтобы все это оборудование работало согласованно, работа сетей подчиняется специальным техническим соглашениям, которые называются протоколами.



**Протоколы работы сети** — это стандарты, определяющие формы представления и способы пересылки сообщений, процедуры их интерпретации, правила совместной работы различного оборудования.

### Программное обеспечение сети.

#### Технология «клиент—сервер»

Обслуживанием сетевых информационных услуг занимается как компьютер пользователя, так и узловой компьютер, поддерживающий данный сервис. Для каждого сервиса (электронная почта, передача файлов, базы данных и др.) существует определенное программное обеспечение. Организация программного обеспечения, принятая в современных сетях, носит название **технология «клиент—сервер»**.

Любая сетевая услуга на машине пользователя обслуживается программой, которая называется клиент-программой (или короче — клиентом); на узловом сервере эта услуга обеспечивается работой сервер-программы. Нередко слово «сервер» применяют не только по отношению к программному обеспечению, но и к компьютеру, на котором работает сервер-программа.

Программы «клиент» и «сервер» устанавливают связь между собой, и каждая из них выполняет свою часть работы по обслуживанию пользователя. **Клиент-программа** подготавливает запрос пользователя, передает его по сети, а затем принимает ответ. **Сервер-программа** принимает запрос, подготавливает ответную информацию и передает ее пользователю. При этом программы «клиент» и «сервер» используют общие протоколы, т. е. общаются между собой на одном и том же «сетевом языке».

**Сервер-программа электронной почты** организует рассылку по сети корреспонденции, передаваемой пользователем, а также прием в почтовый ящик поступающей информации.

**Клиент-программу электронной почты** обычно называют **почтовой программой**. Ее назначение — подготовка и отправка писем пользователя, получение поступающей корреспонденции из почтового ящика пользователя и выполнение ряда сервисных услуг.

Почтовая программа создает на магнитном диске машины пользователя следующие разделы:

- папки для хранения почтовой корреспонденции;
- адресный справочник.

Количество и названия папок, создаваемых разными почтовыми программами, могут быть разными. Практически всегда имеется следующий набор папок:

- «Входящие» — для хранения принятой корреспонденции;
- «Исходящие» — для хранения подготовленных, но еще не отправленных писем;
- «Отправленные» — для хранения отправленных писем.

В адресный справочник пользователь заносит электронные адреса своих постоянных корреспондентов.

Все клиент-программы обеспечивают пользователю электронной почты следующие режимы работы.

**Настройка.** В этом режиме устанавливаются необходимые параметры для правильной работы модема и почтовой программы. Обычно настройка производится во время подключения ПК пользователя к сети.

**Просмотр почты.** Во время просмотра можно отсортировать полученные письма (например, по дате отправления, по имени отпра-

вителя и т. д.) и выбрать письмо для просмотра. В этом режиме помимо визуального просмотра письма можно выполнить следующие действия над письмами:

- удаление из папки;
- переписывание в файл;
- пересылка другому адресату;
- печать на принтере.

*Подготовка/редактирование писем.* Письмо подготавливается в специальном рабочем поле — бланке письма, который содержит адресную часть, место для краткой информации о письме, место для указания имен файлов, отправляемых с этим письмом. Для записи в бланке используется встроенный текстовый редактор. Заполнение адресной части можно осуществить выбором из списка адресов. Прилагаемые к письму файлы выбираются из каталогов диска.

*Отправка электронной корреспонденции.* В этом режиме подготовленное письмо отправляется по сети адресату, при этом можно использовать дополнительные услуги, например уведомление о получении.

### Коротко о главном

Техническими средствами сетей являются узлы компьютерной сети и каналы передачи данных.

Каналы передачи данных: проводные, беспроводные (радиоканалы), оптоволоконные линии.

Модем используется в том случае, если каналом связи является аналоговая телефонная линия.

Работа сетей подчиняется определенным протоколам — стандартам на представление и преобразование передаваемой по сетям информации.

Программное обеспечение узлового компьютера, обеспечивающее информационные услуги для пользователей сети, называется сервер-программой. На компьютере пользователя работают соответствующие клиент-программы (модель «клиент-сервер»).

Клиент-программа электронной почты дает возможность пользователю принимать и отправлять письма, просматривать полученную корреспонденцию, формировать текст письма, вести адресный справочник, вести почтовый архив.

**Вопросы и задания**

1. Что входит в технические средства компьютерных сетей?
2. Почему в качестве каналов связи в компьютерных сетях часто используются телефонные линии?
3. Что такое модем? Каково его назначение в сети?
4. Какие виды радиосвязи используются в компьютерных сетях?
5. Сколько символов текста можно передать за 5 секунд, используя телефонный канал, работающий со скоростью 56 Кбит/с?
6. Что такое протокол сети?
7. Что такое технология «клиент–сервер»?
8. Какую работу выполняет сервер-программа электронной почты?
9. Перечислите режимы работы клиент-программы электронной почты. Подготовьте презентацию.



ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 3. ЦОР № 3.

**§ 4****Интернет и Всемирная паутина**

*Основные темы параграфа:*

- Интернет — мировое содружество сетей;
- что такое World Wide Web (WWW);
- web-сервер, web-страница, web-сайт;
- гиперструктура WWW;
- браузер — клиент-программа WWW; проблема поиска информации в Интернете.

**Интернет — мировое содружество сетей**

Хотелось бы вам заглянуть в резиденцию президента США — Белый дом, или посетить Лувр — крупнейший художественный музей мира, или узнать, какая погода в Антарктиде, или получить сведения о спектаклях, идущих сегодня вечером в московских театрах? Всего этого и многого другого можно достичь, не выходя из-за стола, на котором установлен персональный компьютер, подключенный к мировой сети **Интернет**.

Интернет объединяет в себе тысячи локальных, корпоративных, региональных компьютерных сетей всего мира. Отдельный пользователь, который не является абонентом какой-то из перечисленных

сетей, также может подключиться к Интернету через ближайший узловой центр.

Все перечисленные выше сервисы компьютерных сетей (электронная почта, телеконференции, файловые архивы и пр.) работают и в Интернете. При этом могут возникать лишь проблемы языка общения. Языком международного общения в мировой сети является английский. Вот вам еще один стимул старательно изучать английский язык!

### Что такое World Wide Web (WWW)

Самой интересной услугой, предоставляемой пользователям Интернета начиная с 1993 года, стала возможность работы с информационной системой **World Wide Web** (сокращенно — **WWW**). Это словосочетание можно перевести как «Всемирная паутина». Именно работа с WWW имела в виду, когда в начале этого параграфа вам предлагались всякие информационные чудеса.

Очень трудно дать точное определение, что такое WWW. Эту систему можно сравнить с огромной энциклопедией, страницы которой разбросаны по компьютерам-серверам, объединенным сетью Интернет. Чтобы получить нужную информацию, пользователь должен добраться до соответствующей страницы энциклопедии. Видимо, имея в виду такую аналогию, создатели WWW ввели понятие **web-страницы**.

### Web-сервер, web-страница, web-сайт

**Web-страница** — это основная информационная единица WWW. Она представляет собой отдельный документ, хранящийся на **web-сервере**. Страница имеет свое имя (подобно номеру страницы в энциклопедии), по которому к ней можно обратиться.

Информация на **web-странице** может быть самой разной: текст, рисунок, фотография, мультимедиа. На **web-страницах** помещают рекламу, справочную информацию, научные статьи, последние новости, иллюстрированные издания, художественные каталоги, прогноз погоды и многое, многое другое. Проще сказать: на **web-страницах** есть всё.

Некоторое количество **web-страниц** может быть связано тематически и образовывать **web-сайт**. У каждого сайта есть главная страница. Это своеобразный титульный лист, начиная с которого можно просматривать документы, содержащиеся на сайте. Обычно главная страница сайта содержит оглавление — названия разделов. Чтобы обратиться к нужному разделу, достаточно подвести указатель мыши к названию раздела и щелкнуть кнопкой мыши.

### Гиперструктура WWW

Однако совсем не обязательно просматривать web-страницы подряд, перелистывая их, как в книге. Важнейшим свойством WWW является **гипертекстовая организация связей между web-страницами**. Причем эти связи действуют не только между страницами на одном сервере, но и между разными серверами WWW.

Обычно ключевые слова, от которых идут гиперсвязи, выделяются на web-странице цветом или подчеркиванием. Щелкнув мышью на таком слове, вы по скрытой ссылке перейдете к просмотру другого документа. Этот документ может находиться на другом сервере, в другой стране, на другом континенте. Чаще всего пользователь Интернета понятия не имеет, где находится сервер, с которым он в данный момент общается. Образно говоря, за один сеанс работы можно несколько раз «облететь» вокруг земного шара.

Роль ключа для связи может выполнять не только текст, но и рисунок, фотография, указатель на звуковой документ. В таком случае вместо термина «гипертекст» употребляется термин «**гипермедиа**».

На одну и ту же web-страницу можно выйти самыми разными путями. Аналогия со страницами книги здесь уже не работает. В книге страницы имеют определенную последовательность. Web-страницы такой последовательности не имеют. Переход от одной страницы к другой происходит по гиперсвязям, образующим сеть, которая напоминает паутину. Отсюда и происходит название системы.

Обобщая сказанное, можно дать следующее определение:



**WWW** — сетевой сервис, поддерживающий гипертекстовое пространство Интернета (Всемирную паутину).

**Браузер** — клиент-программа WWW.

**Проблема поиска информации в Интернете**

Перемещаться по «паутине» пользователю помогает специальное программное обеспечение, которое называется **web-браузером**, от английского слова *browse* — осматривать, изучать. С помощью браузера нужную информацию можно найти разными способами. Самый короткий путь — с помощью адреса web-страницы. Вы набираете на клавиатуре этот адрес, нажимаете клавишу ввода и попадаете сразу на место.

Другой путь — поиск. Вы можете начать движение со своей домашней страницы по гиперсвязям. При этом есть опасность не туда



уйти, запутаться в «паутине», попасть в тупик. Впрочем, браузер позволяет вернуться назад на любое количество шагов и продолжить поиск по другому маршруту. Такой поиск подобен блужданию в незнакомом лесу (правда, менее опасен).

Хорошими помощниками в навигации по WWW являются специальные **поисковые программы**. Они «знают» всё или почти всё о WWW. Такой программе достаточно указать набор ключевых слов по интересующей вас теме, и она выдаст список ссылок на подходящие web-документы. Если список окажется слишком длинным, нужно добавить еще какие-нибудь уточняющие термины.

Пользователь Интернета во время сеансов работы в сети оказывается погруженным в информационное пространство с неограниченными ресурсами. В последнее время стал распространенным термин **киберпространство**, под которым понимается *вся совокупность мировых систем телекоммуникаций и циркулирующей в них информации*.

Система WWW очень быстро развивается. Уже сейчас все ее ресурсы плохо поддаются обзору. Выпускаются толстые справочники, каталоги, которые устаревают быстрее, чем телефонные книги. Поэтому одновременно с увеличением объема информации совершенствуется система поиска в World Wide Web.

### Коротко о главном

Интернет — всемирная глобальная компьютерная сеть.

World Wide Web (WWW) — Всемирная паутина: сетевой сервис, поддерживающий гипертекстовое пространство Интернета.

Web-страница — отдельный документ WWW.

Web-сервер — компьютер в сети Интернет, хранящий web-страницы и соответствующее программное обеспечение для работы с ними.

Web-сайт — совокупность тематически связанных web-страниц.

Гипермедиа — система гиперсвязей между мультимедиадокументами.

Web-браузер — клиент-программа для работы пользователя с WWW.

Поиск нужного документа в WWW может происходить: путем указания его адреса; путем перемещения по «паутине» гиперсвязей; путем использования поисковых программ.

Киберпространство — совокупность мировых систем телекоммуникаций и циркулирующей в них информации.

## Вопросы и задания

1. Что такое Интернет?
2. Как переводится словосочетание «World Wide Web»?
3. Что такое WWW?
4. Какую информацию можно извлечь из WWW?
5. Как организована связь между web-страницами?
6. В чем аналогия между WWW и паутиной?
7. Что такое гипермедиа? Приведите примеры, подготовьте сообщение.
8. Что такое web-сервер?
9. Какими методами в WWW можно найти нужную страницу?

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 4. ЦОР № 2, 10, 11.

## § 5

## Способы поиска в Интернете

Основные темы параграфа:

- три способа поиска в Интернете;
- поисковые серверы;
- язык запросов поисковой системы.

## Три способа поиска в Интернете

Интернет в целом и Всемирная паутина в частности предоставляют пользователю доступ к тысячам серверов и миллионам web-страниц, на которых хранится невообразимый объем информации. Как не потеряться в этом «информационном океане»? Для этого необходимо научиться искать и находить нужную информацию в сети.

Как уже было сказано, существуют три основных способа поиска информации в Интернете.

1. *Указание адреса страницы.* Это самый быстрый способ поиска, но его можно использовать только в том случае, если точно известен адрес документа.
2. *Передвижение по гиперссылкам.* Это наименее удобный способ, так как с его помощью можно искать документы, только

близкие по смыслу текущему документу. Если текущий документ посвящен, например, музыке, то, используя гиперссылки этого документа, вряд ли можно будет попасть на сайт, посвященный спорту.

3. **Обращение к поисковому серверу (поисковой системе).** Использование поисковых серверов — наиболее удобный способ поиска информации. В настоящее время в русскоязычной части Интернета популярны следующие поисковые серверы:

- Яндекс;
- Rambler;
- Google.

Существуют и другие поисковые системы.

### Поисковые серверы

Наиболее доступным и удобным способом поиска информации во Всемирной паутине является использование поисковых систем. При этом поиск информации можно осуществлять по каталогам, а также по набору ключевых слов, характеризующих отыскиваемый текстовый документ.

Рассмотрим использование поисковых серверов более подробно. **Поисковый сервер** содержит большое количество ссылок на самые различные документы, и все эти ссылки систематизированы в тематические каталоги. Например: спорт, кино, автомобили, игры, наука и др. Причем эти ссылки устанавливаются сервером самостоятельно в автоматическом режиме путем регулярного просмотра всех появляющихся во Всемирной паутине web-страниц. Кроме того, поисковые серверы предоставляют пользователю возможность поиска информации по ключевым словам. После ввода ключевых слов поисковый сервер начинает просматривать документы на других web-серверах и выводит на экран ссылки на те документы, в которых встретились указанные слова. Обычно результаты поиска сортируются по убыванию специального рейтинга документов, который показывает, насколько полно заданный документ отвечает условиям поиска или насколько часто он запрашивается в сети.

### Язык запросов поисковой системы

Группа ключевых слов, сформированная по определенным правилам с помощью **языка запросов**, называется запросом к поисковому серверу. Языки запросов к разным поисковым серверам очень похожи. Подробнее об этом можно узнать, посетив раздел «Помощь» нужного поискового сервера. Рассмотрим правила формирования запросов на примере поисковой системы Яндекс.

Синтаксис оператора	Что означает оператор	Пример запроса
пробел или &	Логическое И (в пределах предложения)	лечебная физкультура
&&	Логическое И (в пределах документа)	рецепты && (плавленый сыр)
	Логическое ИЛИ	фото   фотография   снимок   фотоизображение
+	Обязательное наличие слова в документе	+быть или +не быть
()	Группирование слов	(технология   изготовление) (сыра   творога)
~	Бинарный оператор И НЕ (в пределах предложения)	банки ~ закон
~~ или -	Бинарный оператор И НЕ (в пределах документа)	путеводитель по Парижу ~~ (агентство   тур)
/(n m)	Расстояние в словах (минус (-) — назад, плюс (+) — вперед)	поставщики /2 кофе музыкальное /(-2 4) образование вакансии ~ /+1 студентов
“ ”	Поиск фразы	“красная шапочка” Эквивалентно: красная /+1 шапочка
&&/ (n m)	Расстояние в предложениях (минус (-) — назад, плюс (+) — вперед)	банк && /1 налоги

Чтобы получить лучшие результаты поиска, необходимо запомнить несколько простых правил:

1. Искать информацию не по одному ключевому слову.
2. Лучше не вводить ключевые слова с прописной буквы, так как это может привести к тому, что не будут найдены те же слова, написанные со строчной буквы.
3. Если в итоге поиска вы не получили никаких результатов, проверьте, нет ли в ключевых словах орфографических ошибок.

Современные поисковые системы предоставляют возможность подключения к сформированному запросу семантического анализатора. С его помощью можно, введя какое-либо слово, выбрать документы, в которых встречаются производные от этого слова в различных падежах, временах и пр.

## Коротко о главном

Три способа поиска информации в Интернете: указание в браузере адреса страницы, передвижение по гиперссылкам, обращение к поисковой системе.

Серверы поисковой системы позволяют осуществлять поиск информации по иерархической системе тематических каталогов, а также по ключевым словам запроса.

Эффективность поиска по запросам зависит от грамотного использования языка запросов поисковой системы.



## Вопросы и задания

1. В чем состоят три основных способа поиска информации во Всемирной паутине?
2. Каким образом ссылки на конкретные документы попадают в поисковые системы?
3. Сформулируйте сложные запросы, состоящие из нескольких ключевых слов, используя язык запросов системы Яндекс, и осуществите поиск российских компаний в области:
  - мультимедиа;
  - телекоммуникаций;
  - видеосистем;
  - систем защиты информации.



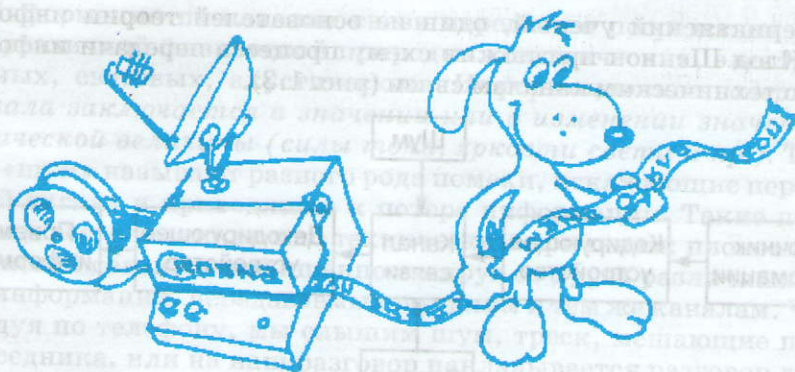
www

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 5. ЦОР № 6–8.

## Чему вы должны научиться, изучив главу I



- Осуществлять обмен информацией с сервером локальной сети школьного компьютерного класса.
- Отправлять и получать письма по электронной почте.
- Заказывать новости из телеконференций.
- Получать информацию с web-страницы, адрес которой вам известен.
- Искать информацию в сети с помощью поисковых программ.



## Дополнение к главе I



### 1.1. Передача информации по техническим каналам связи

Основные темы параграфа:

- схема Шеннона;
- кодирование и декодирование информации;
- шум и защита от шума. Теория кодирования Шеннона.

#### Схема Шеннона

Американский ученый, один из основателей теории информации, Клод Шеннон предложил схему процесса передачи информации по техническим каналам связи (рис. 1.3).

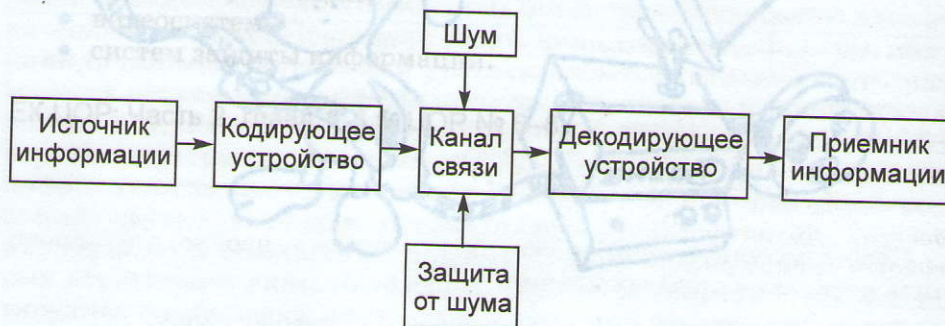


Рис. 1.3. Схема технической системы передачи информации

Работу такой схемы можно пояснить на знакомом всем процессе разговора по телефону. Источник информации — говорящий человек. Кодирующее устройство — микрофон телефонной трубки, с помощью которого звуковые волны (речь) преобразуются в электрические сигналы. Канал связи — телефонная сеть (провода, коммутаторы телефонных узлов, через которые проходит сигнал). Декодирующее устройство — телефонная трубка (наушник) слушающего человека — приемника информации. Здесь пришедший электрический сигнал превращается в звук.

## 1.1. Передача информации по каналам связи

Здесь передача информации производится в форме непрерывного электрического сигнала. Это **аналоговая связь**.

### Кодирование и декодирование информации

Под **кодированием** понимается любое преобразование информации, идущей от источника, в форму, пригодную для ее передачи по каналу связи.

На заре эры радиосвязи применялся код азбуки Морзе. Текст преобразовывался в последовательность точек и тире (коротких и длинных сигналов) и передавался в эфир. Принимавший на слух такую передачу человек должен был суметь декодировать код обратно в текст. Еще раньше азбука Морзе использовалась в телеграфной связи. Передача информации с помощью азбуки Морзе — пример **дискретной связи**.

В настоящее время широко используется **цифровая связь**, когда передаваемая информация кодируется в двоичную форму (0 и 1 — двоичные цифры), а затем декодируется в текст, изображение, звук. Цифровая связь, очевидно, тоже является дискретной.

### Шум и защита от шума. Теория кодирования Шеннона

Информация по каналам связи передается посредством **сигналов** различной физической природы: электрических, электромагнитных, световых, акустических. *Информационное содержание сигнала заключается в значении или в изменении значения его физической величины (силы тока, яркости света и пр.).* Термином «шум» называют разного рода помехи, искажающие передаваемый сигнал и приводящие к потере информации. Такие помехи прежде всего возникают по техническим причинам: плохое качество линий связи, незащищенность друг от друга различных потоков информации, передаваемых по одним и тем же каналам. Часто, беседуя по телефону, мы слышим шум, треск, мешающие понять собеседника, или на наш разговор накладывается разговор других людей. В таких случаях необходима защита от шума.

В первую очередь применяются технические способы защиты каналов связи от воздействия шумов. Такие способы бывают самыми разными, иногда простыми, иногда очень сложными. Например, использование экранированного кабеля вместо «голого» провода; применение разного рода фильтров, отделяющих полезный сигнал от шума, и пр.

К. Шеннон разработал специальную **теорию кодирования**, дающую методы борьбы с шумом. Одна из важных идей этой теории состоит в том, что передаваемый по линии связи код должен быть **избыточным**. За счет этого потеря какой-то части информации при передаче может быть компенсирована. Например, если при разговоре по телефону вас плохо слышно, то, повторяя каждое слово



дважды, вы имеете больше шансов на то, что собеседник поймет вас правильно.

Однако нельзя делать избыточность слишком большой. Это приведет к задержкам и удорожанию связи. Теория кодирования Шеннона как раз и позволяет получить такой код, который будет оптимальным. При этом избыточность передаваемой информации будет минимально возможной, а достоверность принятой информации — максимальной.

В современных системах цифровой связи часто применяется следующий прием борьбы с потерей информации при передаче. Все сообщение разбивается на порции — *пакеты*. Для каждого пакета *вычисляется контрольная сумма* (сумма двоичных цифр), которая передается вместе с данным пакетом. В месте приема заново вычисляется контрольная сумма принятого пакета, и если она не совпадает с первоначальной, то передача данного пакета повторяется. Так происходит до тех пор, пока исходная и конечная контрольные суммы не совпадут.

### Коротко о главном

Любая техническая система передачи информации состоит из источника, приемника, устройств кодирования и декодирования и канала связи.

Под кодированием понимается преобразование информации, идущей от источника, в форму, пригодную для ее передачи по каналу связи. Декодирование — это обратное преобразование.

Шум — это помехи, приводящие к потере информации.

В теории кодирования разработаны методы представления передаваемой информации с целью уменьшения ее потерь под воздействием шума.



### Вопросы и задания

1. Назовите основные элементы схемы передачи информации, предложенной К. Шенноном.
2. Что такое кодирование и декодирование при передаче информации?
3. Что такое шум? Каковы его последствия при передаче информации?
4. Какие существуют способы борьбы с шумом?

www

ЕК ЦОР: Часть 2, заключение, дополнение к главе 1, § 1.1. ЦОР № 1.

### 1.2. Архивирование и разархивирование файлов

Основные темы параграфа:

- проблема сжатия данных;
- алгоритм сжатия с использованием кода переменной длины;
- алгоритм сжатия с использованием коэффициента повторения;
- программы-архиваторы.

#### Проблема сжатия данных

Вы уже знаете, что с помощью глобальной сети Интернет пользователь получает доступ к огромным информационным ресурсам. В сети можно найти редкую книгу, реферат практически по любой теме, фотографии и музыку, компьютерную игру и многое другое. При передаче этих данных по сети могут возникнуть проблемы из-за их большого объема. Пропускная способность каналов связи еще достаточно ограничена, поэтому время передачи может быть слишком большим. Кроме того, для файлов большого размера может оказаться недостаточно свободного места на диске.

Решение проблемы заключается в **сжатии данных**, которое ведет к сокращению объема данных при сохранении закодированного в них содержания. Программы, осуществляющие такое сжатие, называются **архиваторами**. Первые архиваторы появились в середине 1980-х годов. Главной целью их использования была экономия места на дисках, информационный объем которых в те времена был значительно меньше объема современных дисков.

Сжатие данных (архивирование файлов) происходит по специальным алгоритмам. В этих алгоритмах чаще всего используются две принципиально различающиеся идеи.

#### Алгоритм сжатия с использованием кода переменной длины

*Первая идея: использование кода переменной длины.* Данные, подвергающиеся сжатию, специальным образом делят на части (цепочки символов, «слова»). Заметим, что «словом» может быть и отдельный символ (код ASCII). Для каждого «слова» находится частота встречаемости: отношение количества повторений данного «слова» к общему числу «слов» в массиве данных. Идея алгоритма сжатия информации: кодировать наиболее часто встречающиеся «слова» кодами меньшей длины, а редко встречающиеся «слова» — кодами большей длины. При этом можно существенно сократить объем файла.

Такой подход известен давно. Он используется в азбуке Морзе, где символы кодируются различными последовательностями точек



и тире, причем чаще встречающиеся символы имеют более короткие коды. Например, часто используемая буква «А» кодируется так: • —. А редкая буква «Ж» — так: ••• —. В отличие от кодов постоянной длины, в этом случае возникает проблема отделения кодов букв друг от друга. В азбуке Морзе эта проблема решается с помощью «паузы» (пробела), которая, по сути, является третьим символом алфавита Морзе, т. е. алфавит Морзе не двух-, а трехсимвольный.

Информация в памяти компьютера хранится с использованием двухсимвольного алфавита. Специального символа-разделителя нет. И все же удалось придумать способ сжатия данных с переменной длиной кода «слов», не требующий символа-разделителя. Такой алгоритм называется алгоритмом Д. Хаффмана (впервые опубликован в 1952 году). Все универсальные архиваторы работают по алгоритмам, подобным алгоритму Хаффмана.

#### Алгоритм сжатия с использованием коэффициента повторения

*Вторая идея: использование коэффициента повторения.* Смысл алгоритма, основанного на этой идее, заключается в следующем: если в сжимаемом массиве данных встречается цепочка из повторяющихся групп символов, то ее заменяют парой: число (коэффициент) повторений — группа символов. В этом случае для длинных повторяющихся цепочек выигрыш памяти при сжатии может быть очень большим. Данный метод наиболее эффективен при сжатии графической информации.

#### Программы-архиваторы

Программы-архиваторы создают архивные файлы (архивы). Архив представляет собой файл, в котором в сжатом виде хранятся один или несколько файлов. Для использования заархивированных файлов необходимо произвести их извлечение из архива — **разархивирование**. Все программы-архиваторы обычно предоставляют следующие возможности:

- добавление файлов в архив;
- извлечение файлов из архива;
- удаление файлов из архива;
- просмотр содержимого архива.

В настоящее время наиболее популярны архиваторы WinRAR и WinZip. WinRAR обладает более широкими возможностями по сравнению с WinZip. В частности, он дает возможность создания многотомного архива, а также возможность создания самораспаковывающегося архива (в этом случае для извлечения данных из архива не нужен сам архиватор).

## 1.2. Архивирование и разархивирование файлов

Приведем пример выгоды использования архиваторов при передаче данных по сети. Размер текстового документа, содержащего параграф, который вы сейчас читаете, — 31 Кб. Если этот документ заархивировать с помощью WinRAR, то размер архивного файла составит всего 6 Кб. Как говорится, выгода налицо.

Пользоваться программами-архиваторами очень просто. Чтобы создать архив, нужно сначала выбрать файлы, которые необходимо в него включить, затем установить необходимые параметры (способ архивации, формат архива, размер тома, если архив многотомный), и, наконец, отдать команду «Создать архив». Похожим образом происходит обратное действие — извлечение файлов из архива (распаковка архива). Во-первых, нужно выбрать файлы, извлекаемые из архива, во-вторых, определить, куда должны быть помещены эти файлы, и, наконец, отдать команду «Извлечь файлы из архива». Подробнее с работой программ-архиваторов вы познакомитесь на практических занятиях.

### Коротко о главном

Сжатие информации производится с помощью специальных программ-архиваторов.

Чаще всего в алгоритмах сжатия реализуются два метода: использование кода переменной длины и коэффициента повторения группы символов.

### Вопросы и задания

1. В чем различие кодов постоянной и переменной длины?
2. Какими возможностями обладают программы-архиваторы?
3. Какова причина широкого применения программ-архиваторов?
4. Найдите программы-архиваторы в свободном доступе (кроме перечисленных в этом параграфе) и подготовьте сообщение о них.

ЕК ЦОР: Часть 2, заключение, дополнение к главе 1, § 1. ЦОР № 1–4.



# КОММУНИКАЦИОННЫЕ

## Локальные сети

### Назначение:

- 1) совместное использование общих аппаратных средств (накопителей, принтеров, модемов и пр.);
- 2) оперативный обмен данными;
- 3) информационная система предприятия

### Организация:

- одноранговая сеть;
- сеть с выделенным узлом:  
сервер, рабочие станции

### Программное обеспечение:

сетевая операционная система

# Система основных понятий главы I

## ТЕХНОЛОГИИ

### Глобальные сети

#### Технические средства

##### Узлы сети:

Компьютеры, объединенные в сеть.  
Хост — постоянно подключенный к сети компьютер

**Каналы передачи данных:** проводные (телефонные линии, электрический кабель), беспроводные (радиоканалы), оптические (оптоволокно)

**Модем:** прибор для подключения ПК пользователя к сети через телефонную линию связи

#### Интернет: информационные услуги

##### Электронная почта

**Почтовый сервер, почтовая программа** (клиент)

**Почтовый ящик:** именованный раздел пользователя на сервере электронной почты (почтовом отделении)

**Электронный адрес:**  
*имя пользователя @ доменный адрес сервера*

**Электронное письмо:** адресная часть (конверт) + текст\_письма + вложения

##### World Wide Web (WWW)

**Web-страница:** основная информационная единица WWW – документ с гиперсвязями. WWW – «паутина» гиперсвязей. **Web-сайт**

**Web-сервер:** браузер (web-клиент)

##### Другие службы Интернета

Телеконференции; файловые архивы; базы данных; форумы прямого общения (chat); Интернет-телефония. Поисковые службы



## § 6

## Что такое моделирование

Основные темы параграфа:

- натурные модели;
- информационные модели;
- формализация.

**Натурные модели**

Сейчас речь пойдет об очень важном в науке понятии — понятии **модели**. Это слово многим знакомо. Возможно, кто-то из вас занимается техническим моделированием — строит модели кораблей, автомобилей или самолетов. Такие модели воспроизводят некоторые свойства реальных устройств, например, форму, способность плавать, ездить или летать. Можно привести и другие примеры моделей: глобус — это модель земного шара, манекен в магазине — модель человека, макет в мастерской архитектора — модель застройки города.

Выше перечислены примеры *материальных моделей*. Их еще называют **натурными моделями**.

Как правило, моделируемый объект представляет собой сложную систему. Например, автомобиль состоит из корпуса, двигателя, колес, рулевого управления, салона и пр. Модель автомобиля, построенная школьником, много проще. В ней, например, может отсутствовать двигатель, электропитание, рулевое управление и другие части, размер ее меньше размера настоящего автомобиля.

Любая модель воспроизводит только те свойства оригинала, которые понадобятся человеку при ее использовании. Например, манекен и производственного робота можно назвать моделями человека. Манекен нужен для того, чтобы на него можно было надеть одежду для рекламы или для удобства работы портного, но способности ходить, мыслить или разговаривать от него не требуется. Поэтому манекен должен воспроизводить лишь форму и размер человеческого тела.

Цель создания производственного робота совсем другая. Робот должен воспроизводить некоторые физические действия человека: уметь брать и перемещать детали, закручивать и раскручивать болты и пр. Но для достижения этих целей внешнего сходства с человеком совсем не требуется.



**Свойства объекта, отраженные в модели, зависят от цели моделирования.** Модели одного и того же объекта будут разными, если они создаются для разных целей.



**Информационные модели**

Кроме натуральных существуют еще **информационные модели**. Нетрудно понять, что для информатики именно они и представляют наибольший интерес\*.

Если натурная модель объекта моделирования — это его физическое подобие, то информационная модель — это его описание. Способ описания может быть самым разным: вербальным, т. е. словесным описанием на естественном языке, математическим, графическим и др. Например, чертеж корабля является его графическим описанием, а стало быть, информационной моделью корабля (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Моделирование натурное и информационное

Понятие **объект моделирования** надо понимать в самом широком смысле. Это может быть *материальный объект*: корабль, комета, живая клетка; *явление природы*: гроза, солнечное затмение; *процесс*: полет ракеты, изменение стоимости акций на фондовой бирже.



**Моделирование** — это деятельность человека по созданию модели (натурной или информационной).



\* В науке существует еще одна разновидность моделей: воображаемые (идеальные) модели. Например, в физике: материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальный газ; в математике: геометрическая точка, бесконечность и пр.

Так же как и натурные, информационные модели одного и того же объекта, предназначенные для разных целей, могут существенно различаться.

Вот пример. Нередко людям приходится заполнять всевозможные анкеты, личные карточки. Такие документы можно рассматривать как различные информационные модели человека. По форме они одинаковые (анкеты), а по содержанию разные. Например, в личной карточке работника предприятия, которая хранится в отделе кадров, о нем имеются следующие сведения: фамилия, имя, отчество, пол, год рождения, место рождения, национальность, адрес проживания, образование, семейное положение. А в медицинскую карточку того же самого человека заносятся следующие данные: фамилия, имя, отчество, пол, год рождения, группа крови, вес, рост, хронические заболевания. В обществе охотников, членом которого является этот же человек, о нем хранится третий набор сведений. Как видите, разные цели моделирования — разные информационные модели.

Современным инструментом для информационного моделирования является компьютер. С его помощью воспроизводятся самые сложные объекты, процессы, явления. Такая модель обычно отображается на экране в виде статического (неподвижного) или анимированного (подвижного) изображения, может сопровождаться звуком, т. е. использовать технологию мультимедиа.



**Модель** — это упрощенное подобие реального объекта. Модель отражает лишь некоторые свойства объекта, существенные с точки зрения цели моделирования.

Для обозначения сложных объектов, состоящих из множества взаимосвязанных частей, в науке используется термин **система**. В большинстве случаев объектами моделирования являются сложные системы: природные, технические, общественные и др.



Модель используется как заменитель реальной системы для воспроизведения отдельных ее функций, для прогноза ее поведения в определенных условиях.

### Формализация

Что такое формализация? В этом слове заключается суть информационного моделирования. Информационная модель описывает объект моделирования в **форме** каких-либо знаков: букв, цифр,

рисунков, картографических элементов, математических или химических формул и т. п.



**Формализация** — это результат перехода от реальных свойств объекта моделирования к их *формальному обозначению* в определенной знаковой системе.

Самой формализованной наукой является математика.

### Коротко о главном

Модель — это упрощенное подобие реального объекта, отражающее свойства объекта, существенные с точки зрения цели моделирования.

Модели бывают натурные и информационные.

Информационная модель представляет собой описание объекта моделирования.

Разным целям моделирования одного и того же объекта могут соответствовать разные модели.

Объект моделирования следует рассматривать как систему — целое, состоящее из взаимосвязанных частей.

Формализация — это результат перехода от реальных свойств моделируемой системы к их формальному обозначению в определенной знаковой системе.

### Вопросы и задания

1. Что такое модель?
2. Какие свойства реальных объектов воспроизводят следующие модели:
  - муляжи продуктов в витрине магазина;
  - чучело птицы;
  - заводной игрушечный автомобиль?
3. Что такое информационная модель?
4. Поясните разницу между технической моделью самолета и информационной моделью самолета (чертежом).
5. Можно ли следующие объекты считать информационными моделями:
  - расписание уроков;
  - программа телевидения;
  - рецепт на получение лекарства?
 Если да, то что для них является объектом моделирования?





6. Придумайте несколько вариантов описания одного и того же объекта для разных целей. Подготовьте сообщение.
7. Назовите процессы или явления, которые невозможно или очень сложно воспроизвести в натуральных моделях.
8. Что такое формализация? Можно ли выставление учителем оценки за ваш ответ на уроке назвать формализацией?

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 2, § 6. ЦОР № 3.

## § 7

### Графические информационные модели

Основные темы параграфа:

- карта как информационная модель;
- чертежи и схемы;
- график — модель процесса.

#### Карта как информационная модель

Можно ли назвать информационной моделью карту местности (рис. 2.2)? Безусловно, можно! Ведь карта *описывает* (графически)



Рис. 2.2. Карта местности

конкретную местность, которая является для нее *объектом моделирования*. Кроме того, карта создается с *определенной целью*: с ее помощью можно добраться до нужного населенного пункта. Используя линейку и учитывая масштаб карты, можно определить расстояние между различными пунктами. Однако никаких более подробных сведений о населенных пунктах, кроме их расположения, эта карта не дает.

**Чертежи и схемы**

Другими знакомыми вам примерами графических информационных моделей являются чертежи, схемы, графики.

**Чертеж** должен быть очень точным, на нем указываются все необходимые размеры. Например, чертеж болта нужен для того, чтобы, глядя на него, токарь мог выточить болт на станке (рис. 2.3).

У схемы электрической цепи нет никакого внешнего сходства с реальной электрической цепью (рис. 2.4). Электроприборы (лампочка, источник тока, конденсатор, сопротивление) изображены символическими значками, а линии обозначают соединяющие их проводники электрического тока. Электрическая схема нужна для того, чтобы понять принцип работы цепи, чтобы можно было рассчитать в ней значения силы тока и напряжения, чтобы при сборке цепи правильно соединить ее элементы.

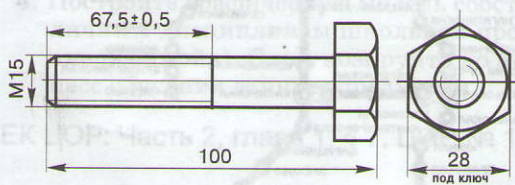


Рис. 2.3. Чертеж болта

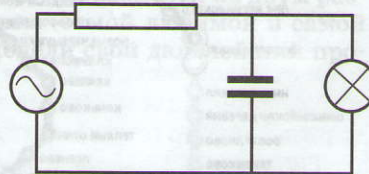


Рис. 2.4. Схема электрической цепи

**Схема** — это графическое отображение состава и структуры сложной системы.



**Структура** — это порядок объединения элементов системы в единое целое.



На рисунке 2.5 приведена схема Московского метрополитена. Структуру Московского метрополитена называют радиально-кольцевой.

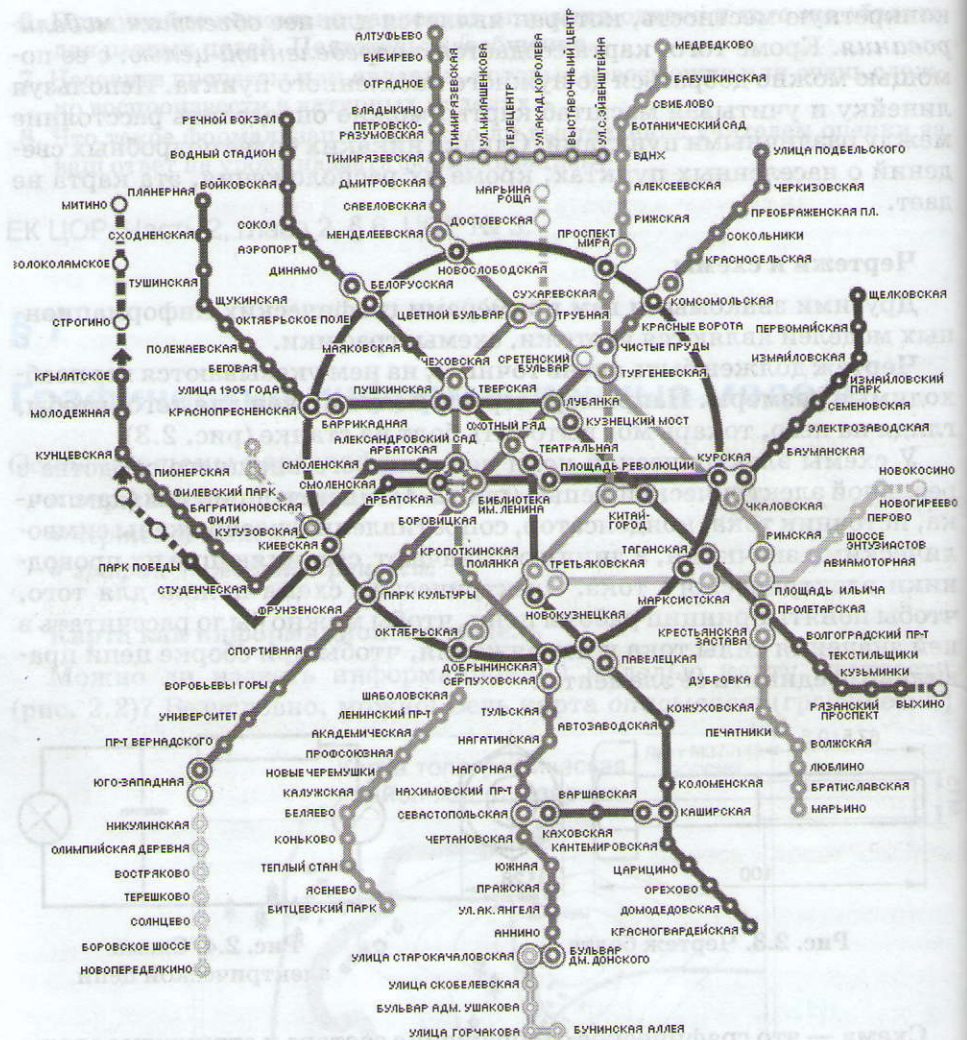


Рис. 2.5. Схема Московского метрополитена

### График — модель процесса

Для отображения различных процессов часто прибегают к построению графиков. На рисунке 2.6 изображен график изменения температуры в течение некоторого периода времени.

С картами, чертежами, схемами, графиками вы имели дело и раньше. Просто раньше вы их не связывали с понятием информационной модели.

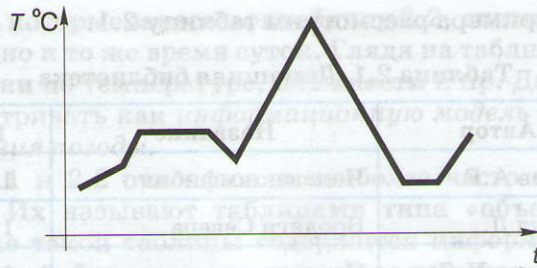


Рис. 2.6. График изменения температуры

### Коротко о главном

Наглядными информационными моделями являются графические изображения: карты, чертежи, схемы, графики.

### Вопросы и задания

1. Приведите различные примеры графических информационных моделей.
2. Постройте графическую модель вашей квартиры. Что это: карта, схема, чертеж?
3. Какая форма графической модели (карта, схема, чертеж, график) применима для отображения процессов? Приведите примеры.
4. Постройте графическую модель собственной успеваемости по двум различным дисциплинам школьной программы (самой любимой и самой «нелюбимой»). Спрогнозируйте по этой модели свой дальнейший процесс обучения данным предметам.

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 7. ЦОР № 1.

## § 8

### Табличные модели

Основные темы параграфа:

- таблицы типа «объект—свойство»;
- таблицы типа «объект—объект»;
- двоичные матрицы.

#### Таблицы типа «объект—свойство»

Еще одной распространенной формой информационной модели является **прямоугольная таблица**, состоящая из строк и столбцов. Использование таблиц настолько привычно, что для их понимания обычно не требуется дополнительных объяснений.

В качестве примера рассмотрим таблицу 2.1.

Таблица 2.1. Домашняя библиотека

Номер	Автор	Название	Год	Полка
0001	Беляев А.Р.	Человек-амфибия	1987	5
0002	Кервуд Д.	Бродяги Севера	1991	7
0003	Тургенев И.С.	Повести и рассказы	1982	1
0004	Олеша Ю.К.	Избранное	1987	5
0005	Беляев А.Р.	Звезда КЭЦ	1990	5
0006	Тынянов Ю.Н.	Кюхля	1979	1
0007	Толстой Л.Н.	Повести и рассказы	1986	1
0008	Беляев А.Р.	Избранное	1994	7

При составлении таблицы в нее включается лишь та информация, которая интересует пользователя. Например, кроме тех сведений о книгах, которые включены в таблицу 2.1, существуют и другие: издательство, количество страниц, стоимость. Однако для составителя таблицы 2.1 было достаточно сведений об авторе, названии и годе издания книги (столбцы «Автор», «Название», «Год») и информации, позволяющей найти книгу на полках книжных стеллажей (столбец «Полка»). Предполагается, что все полки пронумерованы и, кроме того, каждой книге присвоен свой инвентарный номер (столбец «Номер»).

Таблица 2.1 — это *информационная модель* книжного фонда домашней библиотеки.

Таблица может отражать некоторый процесс, происходящий во времени (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Погода

День	Осадки	Температура, °С	Давление, мм рт. ст.	Влажность, %
15.03.2007	снег	-3,5	746	67
16.03.2007	без осадков	0	750	62
17.03.2007	туман	1,0	740	100
18.03.2007	дождь	3,4	745	96
19.03.2007	без осадков	5,2	760	87



Показания, которые занесены в таблицу 2.2, снимались в течение пяти дней в одно и то же время суток. Глядя на таблицу, легко сравнить разные дни по температуре, влажности и пр. Данную таблицу можно рассматривать как *информационную модель процесса изменения состояния погоды*.

Таблицы 2.1 и 2.2 относятся к наиболее часто используемому типу таблиц. Их называют **таблицами типа «объект–свойство»**. В одной строке такой таблицы содержится информация об одном объекте (книга в библиотеке или состояние погоды в 12-00 в данный день). Столбцы — отдельные характеристики (свойства) объектов.

Конечно, строки и столбцы в таблицах 2.1 и 2.2 можно поменять местами, повернув их на 90°. Иногда так и делают. Тогда строки будут соответствовать свойствам, а столбцы — объектам. Но чаще всего таблицы строят так, чтобы строк в них было больше, чем столбцов. Как правило, объектов больше, чем свойств.

#### Таблицы типа «объект—объект»

Другим распространенным типом таблиц являются таблицы, отражающие взаимосвязи между разными объектами. Их называют **таблицами типа «объект–объект»**. Вот понятный каждому школьнику пример таблицы успеваемости (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Успеваемость

Ученик	Русский	Алгебра	Химия	Физика	История	Музыка
Аликин Петр	4	5	5	4	4	5
Ботов Иван	3	3	3	3	3	4
Волков Илья	5	5	5	5	5	5
Галкина Нина	4	4	5	2	4	4

Строки относятся к ученикам — это первый вид объектов; столбцы — к школьным предметам — второй вид объектов. В каждой ячейке таблицы, на пересечении строки и столбца, — оценка, полученная данным учеником по данному предмету.

Таблица 2.4 тоже имеет тип «объект–объект». Однако, в отличие от предыдущей таблицы, в ней строки и столбцы относятся к одному и тому же виду объектов. В этой таблице содержится информация о наличии прямых дорог между населенными пунктами, согласно карте из § 7 (см. рис. 2.2).

Таблица 2.4. Дороги

	Дачи	Озерная	Подгорная	Елово	Бобры
Дачи	1	1	1	1	0
Озерная	1	1	0	1	0
Подгорная	1	0	1	0	1
Елово	1	1	0	1	1
Бобры	0	0	1	1	1

### Двоичные матрицы

В математике прямоугольная таблица, составленная из чисел, называется **матрицей**. Если матрица содержит только нули и единицы, то она называется **двоичной матрицей**. Числовая часть таблицы 2.4 представляет собой двоичную матрицу.

Таблица 2.5 также содержит двоичную матрицу.

Таблица 2.5. Факультативы

Фамилия	Геология	Цветоводство	Танцы
Русанов	1	0	1
Семенов	1	1	0
Зотова	0	1	1
Шляпина	0	0	1

В ней приведены сведения о посещении четырьмя учениками трех факультативов. Вам уже должно быть понятно, что единица обозначает посещение, нуль — непосещение. Из этой таблицы следует, например, что Русанов посещает геологию и танцы, Семенов — геологию и цветоводство и т. д.

В таблицах, представляющих собой **двоичные матрицы**, отражается **качественный характер связи между объектами** (есть дорога — нет дороги; посещает — не посещает и т. п.). Таблица же 2.3 содержит количественные характеристики успеваемости учеников по предметам, выраженные оценками пятибалльной системы.

Мы рассмотрели только два типа таблиц: «объект–свойство» и «объект–объект». На практике используются и другие, гораздо более сложные таблицы.

### Коротко о главном

Для представления информационных моделей широко используются прямоугольные таблицы.

В таблице типа «объект–свойство» одна строка содержит информацию об одном объекте. Столбцы — отдельные характеристики (свойства) объектов.

В таблице типа «объект–объект» отражается взаимосвязь между различными объектами.

Числовая прямоугольная таблица называется матрицей. Матрица, составленная из нулей и единиц, называется двоичной.

Двоичная матрица отражает качественный характер связей между объектами.

### Вопросы и задания

1. В чем состоит удобство табличного представления информации?
2. Приведите примеры таблиц, с которыми вам приходится иметь дело в школе и дома. Определите тип, к которому они относятся: «объект–свойство» или «объект–объект».
3. Что такое матрица? Что такое двоичная матрица?
4. Представьте в табличной форме сведения об увлечениях ваших одноклассников. Какой тип таблицы вы используете для этой цели?
5. Использование табличной модели часто облегчает решение информационной задачи. В следующей таблице закрашенные клетки в расписании занятий соответствуют урокам физкультуры в 9–11 классах школы.

Расписание занятий

№ урока	9а	9б	10а	10б	11а	11б
1						
2						
3						
4						
5						
6						



Выполните следующие задания:

- определите, какое минимальное количество учителей физкультуры требуется при таком расписании;
- найдите один из вариантов расписания, при котором можно обойтись двумя учителями физкультуры;
- в школе три учителя физкультуры: Иванов, Петров, Сидоров; распределите между ними уроки в таблице так, чтобы ни у кого не было «окон» (пустых уроков);
- распределите между тремя учителями уроки так, чтобы нагрузка у всех была одинаковой.



6. В компьютерной сети узловым является сервер, с которым непосредственно связаны все остальные серверы. Дана следующая двоичная матрица. В ней C1, C2, C3, C4, C5 — обозначения серверов сети.

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	0	0	1	0
C2	0	1	0	1	0
C3	0	0	1	1	0
C4	1	1	1	1	1
C5	0	0	0	1	1

Определите, какой сервер является узловым.

www

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 2, § 8. ЦОР № 1, 2.

## § 9

### Информационное моделирование на компьютере

Основные темы параграфа:

- вычислительные возможности компьютера;
- для чего нужны математические модели;
- компьютерная математическая модель;
- что такое вычислительный эксперимент;
- управление на основе моделей;
- имитационное моделирование.

### Вычислительные возможности компьютера

Современным инструментом для информационного моделирования является компьютер. Конечно, на компьютере можно писать тексты (строить вербальные модели), рисовать карты и схемы (графические модели), строить таблицы (табличные модели). Но при таком использовании компьютера в моделировании его возможности проявляются не в полной мере.



Для моделирования на компьютере главной является его **способность к быстрому счету**. Современные компьютеры считают со скоростями в сотни тысяч, миллионы и даже миллиарды операций в секунду.



Учитывая, что расчеты производятся над многозначными числами (10–20 десятичных цифр), вычислительные возможности компьютера феноменальны. Эти возможности проявляются, прежде всего, при **компьютерном математическом моделировании**.

### Для чего нужны математические модели

Многие процессы, происходящие в природе, технике, экономических и социальных системах, описываются сложными математическими соотношениями. Это могут быть уравнения, системы уравнений, системы неравенств и пр., которые являются **математическими моделями** описываемых процессов.



**Математическая модель** — это описание моделируемого процесса на языке математики.



В прежние времена, до появления ЭВМ, ученые стремились создавать такие математические модели, которые можно было бы просчитать вручную или с помощью несложных вычислительных механизмов. Поэтому математические модели были относительно простыми. Но простая модель не всегда хорошо описывает процесс. Ошибка расчетов по такой модели может быть слишком большой и полностью обесценить результат.

Еще в XVIII–XIX веках ученые-математики начали изобретать методы решения таких математических задач, которые не удавалось решить точно, аналитически. Например, вы знаете, что квадратное уравнение всегда можно решить точно, а вот кубическое — уже не

всегда. Такие методы называются **численными методами**. Они сводят решение любой задачи к последовательности арифметических операций. Но эта цепочка арифметических вычислений может быть очень длинной. И чем точнее мы хотим получить решение, тем она длиннее.

Может оказаться, что для решения сложной задачи численным методом ученому потребуется вся жизнь. А может и этого не хватить! И какой смысл, например, начинать расчет прогноза погоды на завтрашний день, если для этого потребуются несколько лет работы?

#### Компьютерная математическая модель

Появление компьютеров сняло эти проблемы. Стало возможным проводить расчеты сложных математических моделей за приемлемое время. Например, рассчитать погоду на завтрашний день до его наступления. Ученые перестали себя ограничивать в сложности создаваемых математических моделей, полагаясь на быстродействие компьютеров.



**Компьютерная математическая модель** — это программа, реализующая расчеты состояния моделируемой системы по ее математической модели.

#### Что такое вычислительный эксперимент

Использование компьютерной математической модели для исследования поведения объекта моделирования называется **вычислительным экспериментом**. Говорят также: численный эксперимент.



Вычислительный эксперимент в некоторых случаях может заменить реальный физический эксперимент.

Впечатляющий пример использования такой возможности — прекращение испытаний ядерного оружия, которые сопровождалось значительным экологическим ущербом. Благодаря очень точным математическим моделям и мощным компьютерам стало возможно просчитать все последствия, к которым приводит изменение в конструкции ядерной бомбы. Образно говоря, удалось «взорвать бомбу» внутри компьютера, ничего не разрушив.





Важным свойством компьютерных математических моделей является возможность визуализации результатов расчетов. Этим целям служит использование компьютерной графики.



Представление результатов в наглядном виде — важнейшее условие для их лучшего понимания. Например, результаты расчетов распределения температуры в некотором объекте можно представить в виде его разноцветного изображения: участки с самой высокой температурой окрасить в красный цвет, а с самой холодной — в синий. Участки с промежуточными значениями температуры окрашиваются в цвета спектра, равномерно переходящие от красного к синему (рис. 2.7).

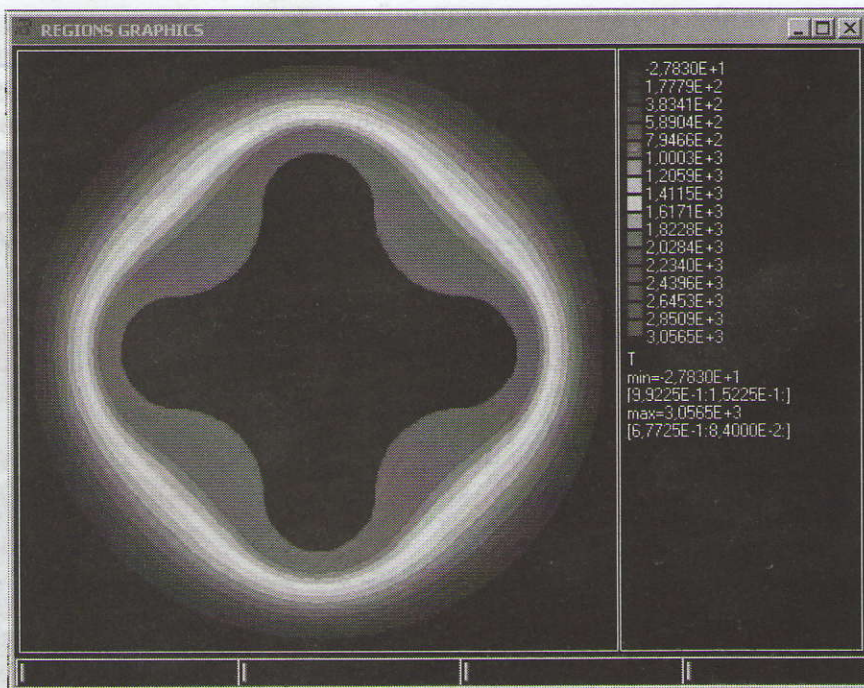


Рис. 2.7. Графическое представление результатов расчетов распределения температур по сечению твердотопливного ракетного двигателя

Для изображения изменяющихся со временем (динамических) результатов используют графическую анимацию.

Компьютерная графика позволяет человеку в процессе проведения численного эксперимента «заглянуть» в недоступные места исследуемого объекта. Можно получить изображение любого сечения объекта сложной формы с отображением рассчитываемых характеристик: температурных полей, давления и пр. В реальном физическом эксперименте такое можно сделать далеко не всегда. Например, невозможно выполнить измерения внутри работающей доменной печи или внутри звезды. А на модели это сделать можно.

### Управление на основе моделей

Еще одно важное направление компьютерного математического моделирования связано с использованием компьютеров в управлении. Компьютеры используют для управления работой химических реакторов на заводах, атомных реакторов на электростанциях, ускорителей элементарных частиц в физических лабораториях, полета автоматических космических станций и т. д.



Управляя производственной или лабораторной установкой, компьютер должен просчитывать ее характеристики для того, чтобы *вовремя снять показания с датчиков или оказать управляющее воздействие: включить реле, открыть клапан и т. п.*

Все расчеты производятся по заложенным в программу управления математическим моделям. Важно, чтобы результаты этих расчетов получались в режиме реального времени управляемого процесса.

### Имитационное моделирование

**Имитационное моделирование** — особая разновидность моделирования на компьютере.



**Имитационная модель** воспроизводит поведение сложной системы, элементы которой могут вести себя случайным образом. Иначе говоря, поведение которых заранее предсказать нельзя.

Такое поведение в математике называется *стохастическим*. Из курса физики вам знакомо явление броуновского движения: хаотического перемещения легких частиц на поверхности жидкости из-за неравномерных ударов молекул с разных сторон. Нельзя точно рас-



считать траекторию броуновской частицы, но движение частицы можно симитировать на экране компьютера. Отсюда и происходит название — имитационная модель.

К имитационным моделям относятся *модели систем массового обслуживания*: например, системы торговли, автосервиса, скорой помощи, в которых появление заявок на обслуживание и длительность обслуживания одной заявки — события случайные.



Задачи, решаемые с помощью имитационных моделей систем массового обслуживания, заключаются в *поиске режимов работы служб сервиса* (магазинов, автозаправки и пр.), *уменьшающих время ожидания клиентов*.

Еще одним популярным объектом для имитационного моделирования являются *транспортные системы*: сеть городских дорог, перекрестки, светофоры, автомобили. Модели имитируют движение транспортных потоков по городским улицам (рис. 2.8). Эксперименты на такой модели позволяют найти режимы управления движени-



Рис. 2.8. Окно программы, имитирующей движение городского транспорта

ем (работа светофоров), уменьшающие возможность возникновения пробок. Работа имитационной модели всегда визуализируется на экране компьютера.

### Коротко о главном

Компьютерная математическая модель — это программа, реализующая расчеты состояния моделируемой системы по ее математической модели.

Высокое быстродействие компьютеров позволяет быстро решать достаточно сложные математические задачи в процессе моделирования.

Вычислительный эксперимент — использование компьютерной математической модели для исследования поведения моделируемой системы.

Компьютерное управление техническими устройствами происходит в процессе расчетов по математическим моделям в режиме реального времени.

Имитационная модель воспроизводит поведение сложной системы, элементы которой могут вести себя случайным образом.



### Вопросы и задания



1. Что общего и в чем различие понятий «математическая модель» и «компьютерная математическая модель»?
2. Расчет прогноза погоды на современном компьютере с быстродействием 1 млн операций в секунду длится 1 час. Оцените, сколько времени понадобилось бы для этого человеку, имеющему в своем распоряжении арифмометр (механический калькулятор).
3. В чем состоит особенность компьютерного математического моделирования в процессе управления техническим устройством?
4. Самолет находится на высоте 5000 метров. Обнаружилась неисправность работы двигателя. Самолет начал падать. Бортовой компьютер производит диагностику неисправности и сообщает пилоту о необходимых действиях. Для решения этой задачи ему нужно выполнить  $10^8$  вычислительных операций. Быстродействие компьютера — 1 млн оп./с. Успеет ли летчик спасти самолет, если минимальная высота, на которой самолет можно вывести из пике, — 2000 метров?
5. В каких ситуациях используется имитационное моделирование?
6. Придумайте по одному примеру формы использования компьютерной графики для вычислительного эксперимента, для компьютерного управления и для имитационной модели.

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 2. ЦОР № 2, 7.

Чему вы должны научиться, изучив главу II



Строить табличные информационные модели по словесному описанию объектов и их свойств.

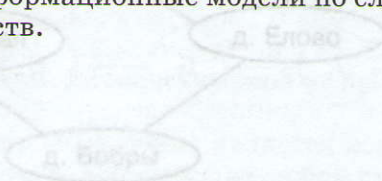
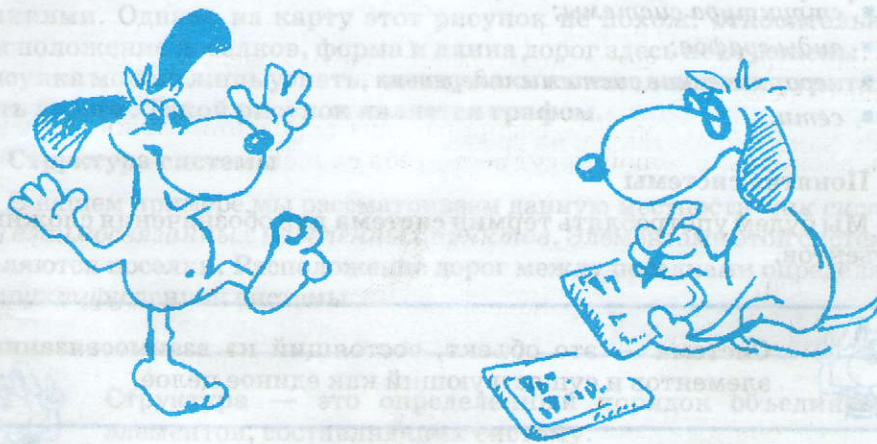
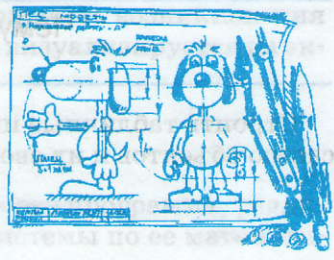


Рис. 2.9. Граф, отражающий связь между населенными пунктами



## Дополнение к главе II



### 2.1. Системы, модели, графы

Основные темы параграфа:

- понятие системы;
- граф системы;
- структура системы;
- виды графов;
- иерархические системы и деревья;
- сети.

#### Понятие системы

Мы будем употреблять термин **система** для обозначения сложных объектов.



**Система** — это объект, состоящий из взаимосвязанных элементов и существующий как единое целое.

Наверняка вам приходилось слышать такие словосочетания, как «система образования», «транспортная система», «система водоснабжения», «горная система». Действительно, слово «система» очень часто употребляется в речи. Под этим словом мы обычно понимаем что-то сложное, состоящее из множества элементов. Например, система городского транспорта включает в себя трамваи, автобусы, троллейбусы, трамвайные пути, линии электропередач, депо, службы технического обслуживания и пр.

*Информационная модель всякой системы должна отражать ее состав и связи между составляющими ее элементами.*

#### Граф системы

Посмотрите на рис. 2.9.



Рис. 2.9. Граф, отражающий связи между населенными пунктами

На нем в овалах записаны названия населенных пунктов с карты из § 7. Пункты, связанные на карте дорогами, соединены на рисунке линиями. Однако на карту этот рисунок не похож: относительное расположение поселков, форма и длина дорог здесь не отражены. Из рисунка можно лишь узнать, между какими населенными пунктами есть дороги. Такой рисунок является **графом**.

### Структура системы

В нашем примере мы рассматриваем данную местность как систему взаимосвязанных населенных пунктов. Элементами этой системы являются поселки. Расположение дорог между поселками определяет структуру данной системы.



**Структура** — это определенный порядок объединения элементов, составляющих систему.

Элементы системы (они изображены овалами) называются **вершинами графа**. Связи между элементами изображаются на графе линиями. Если линия направленная (т. е. со стрелкой), то она называется **дугой**. Если нет стрелки, то это **ребро**. Две вершины, соединенные ребром или дугой, называются **смежными**.

Разберемся, почему граф на рис. 2.9 содержит ненаправленные линии. Всякая связь имеет определенный смысл, ее можно как-то назвать. На нашем графе связи называются: «соединены дорогой». Понятно, что если поселок А соединен дорогой с поселком Б, то, значит, и Б соединен с А. Здесь не может быть односторонней связи.

Такие связи называются **симметричными**. Симметричные связи на графе — это ребра.

Простейшей структурой системы является линейная структура. Если, например, населенные пункты А, Б, В, Г расположены вдоль одной дороги, то система дорожной связи между ними имеет линейную структуру (рис. 2.10).

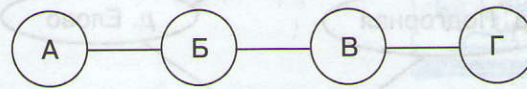
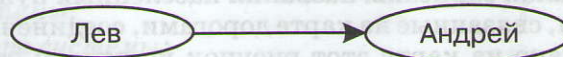


Рис. 2.10

А теперь рассмотрим пример системы с несимметричными связями. Изобразим в форме графа систему, состоящую из двух человек: отца (его зовут Лев) и сына (Андрей):



Стрелка (дуга) отражает связь «быть отцом». В таком случае ясно, что справедлив факт «Лев является отцом Андрея», но не наоборот. Этот факт и представлен на графе.

### Виды графов

Граф, в котором все связи изображены дугами, называется **ориентированным графом**.

На рисунке 2.11 изображен ориентированный граф, содержащий информацию о мужском составе некоторой семьи.

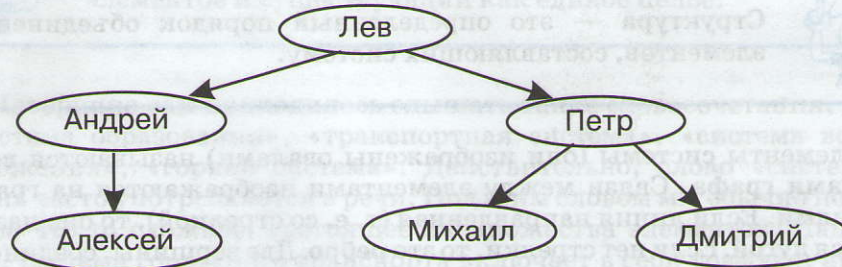


Рис. 2.11. Ориентированный граф родственных связей

Здесь дуги обозначают связь «быть отцом», т. е. Лев является отцом Андрея и Петра, Андрей — отец Алексея, а Петр — отец Михаила и Дмитрия. У каждого человека может быть только один отец, но несколько детей. Поэтому в каждую вершину графа может входить

только одна стрелка (дуга), а выходить — несколько. Такой граф представляет собой **генеалогическое дерево**.

Деревом называют граф, в котором нет петель, т. е. связанных по замкнутой линии вершин.

Граф на рис. 2.9 нельзя назвать деревом. В нем очевидны петли: Дачи — Подгорная — Бобры — Елово — Дачи и пр. Если бы, например, между Елово и Бобрами, Елово и Озерной не было дорог, то такой граф был бы деревом.

У дерева на рис. 2.11 вершина «Лев» является **корнем**. От корня идут ветви, по которым можно добраться до любой другой вершины дерева только по одному пути. Конечные вершины каждой ветви называются **листьями**.

### Иерархические системы и деревья

Название «дерево» выбрано не случайно, потому что очевидно некоторое внешнее сходство с деревом-растением. Правда, дерево-граф выглядит перевернутым, но это связано с нашей привычкой писать сверху вниз, а не наоборот. А строить дерево удобно, начиная с корня.



Система, информационная модель которой представляется в виде дерева, называется **иерархической системой**.



Как правило, *иерархическую структуру имеют общественные системы, между частями которых установлены отношения подчиненности* (например: директор — начальник цеха — начальник участка — бригадир — рабочий); *системы, между частями которых существуют отношения вхождения одних в другие* (например: федерация, республика, область, город, район). На рисунке 2.12 вы видите «географическое дерево». Его корнем является вершина «Планета Земля», листьями — города.

Вершины дерева на рис. 2.12 четко разделены на пять уровней. Дерево на рис. 2.11 имеет три уровня.

Для дерева выполняется правило: *вершины верхнего уровня связаны с вершинами нижнего уровня как «один ко многим»*. Один континент содержит множество стран, одна страна — множество регионов, а не наоборот.

Иерархическими являются различные *системы классификации в науке*. Например, в биологии весь животный мир Земли рассматривается как система, которая делится на типы животных, типы делются на классы, классы состоят из отрядов, отряды — из семейств, семейства делются на роды, роды — на виды. Следовательно, система животных имеет семиуровневую иерархическую структуру.



Рис. 2.12. Граф иерархической системы («географическое дерево»)

**Сети**

А теперь рассмотрим систему, изображенную в виде графа на рис. 2.13. Этот граф содержит ту же информацию, что и табл. 2.5 из § 8, о посещении четырьмя учениками школы различных факультативов. Русанов посещает геологию и танцы, Семенов — геологию и цветоводство, Зотова — цветоводство и танцы, Шляпина — танцы.



Рис. 2.13. Граф, имеющий структуру типа «сеть»

Здесь имеются два уровня вершин, но правило «один ко многим» не выполняется. Один ученик может посещать множество факультативов; один факультатив посещает множество учеников. Такой принцип связи называют «многие ко многим». Граф с такой структурой носит название **сеть**.

Элементы сети не всегда делятся по уровням. В сети возможно произвольное соединение элементов: каждый элемент может быть соединен с любым другим. Граф на рис. 2.9 — пример дорожной сети.



### Коротко о главном

Система — это объект, состоящий из взаимосвязанных элементов и существующий как единое целое.

Структура — это определенный порядок объединения элементов, составляющих систему.

С помощью информационной модели графа можно выразить информацию о составе и структуре системы.

Элементы системы изображаются овалами и называются вершинами графа; связи изображаются линиями, соединяющими вершины.

Две вершины, соединенные линией, называются смежными.

Несимметричное отношение изображается направленной линией (дугой); симметричное — ненаправленной линией (ребром).

Линейная структура — простейшая структура системы.

Граф, в котором все связи изображены дугами, называется ориентированным графом.

Деревом называют граф, в котором нет петель, т. е. связанных по замкнутой линии вершин. Между вершинами соседних уровней дерева в направлении сверху вниз выполняется принцип связи «один ко многим».

Система, информационная модель которой представляется в виде дерева, называется иерархической системой.

Сеть — это граф системы с произвольным принципом связи.

### Вопросы и задания

1. Что такое система; структура?
2. Назовите элементы, составляющие следующие системы: автомобиль, молекула воды, компьютер, магазин, Солнечная система, семья, футбольная команда, армия. Обоснуйте взаимозависимость элементов этих систем.
3. Что такое граф? Какую информацию он может нести в себе?
4. Как на графе изображаются элементы системы и отношения между ними?
5. Что значит «симметричное отношение», «несимметричное отношение»? Как они изображаются на графе? Приведите примеры.
6. Дайте имена возможным связям между следующими объектами и изобразите связи между ними в форме графа: брат и сестра; ученик и шко-



ла; Саша и Маша; Москва и Париж; министр, директор, рабочий; Пушкин и Дантес; компьютер и процессор.

7. Граф с какими свойствами называют деревом? Что такое корень дерева, ветви, листья?
8. Какие системы называют иерархическими?
9. Можно ли систему файлов в Microsoft Windows (и подобных ей ОС) назвать иерархической? Какой смысл имеют связи между элементами этой системы? Что в ней является листьями, ветвями, корнем?
10. Нарисуйте в виде графа систему, состоящую из четырех одноклассников, между которыми существуют следующие связи (взаимотношения) — *дружат*: Саша и Маша, Саша и Даша, Маша и Гриша, Гриша и Саша.  
Глядя на полученный граф, ответьте на вопрос: с кем Саша может поделиться секретом, не рискуя, что он станет известен кому-то другому?



www

ЕК ЦОР: Часть 2, заключение, дополнение к главе 2, § 2.1. ЦОР № 1–4.

## 2.2. Объектно-информационные модели

Основные темы параграфа:

- что такое объект;
- свойства объекта;
- состояние объекта;
- поведение объекта;
- классы объектов;
- наследование; иерархические системы классов.

### Что такое объект

А сейчас рассмотрим еще один подход к информационному моделированию, который называется **объектно-ориентированным подходом**. Главным понятием здесь является понятие «объект». Поясним его.



**Объект** — это некоторая часть окружающей нас действительности, воспринимаемая как единое целое.

С точки зрения восприятия человеком объекты можно разделить на следующие группы:

- осязаемые или видимые объекты (например: кресло, автомобиль, мост);
- образы, созданные мышлением (например: стихотворение, музыкальное произведение, математическая теорема).

### Свойства объекта

Объектно-информационная модель должна отражать некоторый набор свойств, присущих объекту моделирования.



**Свойства объекта** отличают его от других объектов.



Рассмотрим примеры объектов и их свойств (табл. 2.6).

Таблица 2.6. Свойства объектов

Имя объекта	Свойства
<i>Мой преподаватель</i>	Имя Стаж работы Читаемый курс
<i>Мой жесткий диск</i>	Объем Количество занятой памяти
<i>Важный документ</i>	Имя Дата создания Объем занимаемой памяти Местоположение

У каждого конкретного объекта *свойства имеют определенные значения*. В нашем примере добавим значения свойств объектов (табл. 2.7).

Таблица 2.7. Свойства и значения объектов

Имя объекта	Свойства	Значения свойств
<i>Мой преподаватель</i>	Имя Стаж работы Читаемый курс	Иванов Иван Иванович 10 лет Математика
<i>Мой жесткий диск</i>	Объем Количество занятой памяти	10 Гб 5 Гб
<i>Важный документ</i>	Имя Дата создания Объем занимаемой памяти Местоположение	main.doc 20 июня 2007 года 50 Кб C:\Documents

#### Состояние объекта

Состояние объекта характеризуется перечнем всех возможных его свойств и текущими значениями каждого из этих свойств. Изменение состояния объекта отражается в объектно-информационной модели изменением значений его свойств. Как правило, объекты не остаются неизменными. Например, растет стаж работы учителя И. И. Иванова; на жестком диске изменяется объем занятой памяти; документ может быть перенесен на другой диск, в другую папку и пр. Все эти процессы в объектно-информационной модели отражаются изменениями значений свойств.

#### Поведение объекта

В объектно-информационной модели отражаются не только свойства, но и поведение объекта.



**Поведение объекта** — действия, которые могут выполняться над объектом или которые может выполнять сам объект.

Опишем поведение объектов из нашего примера (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Поведение объектов

Имя объекта	Поведение (действия)
<i>Мой преподаватель</i>	Чтение лекции Прием экзамена Проведение консультации
<i>Мой жесткий диск</i>	Форматирование Копирование
<i>Важный документ</i>	Открытие Чтение Запись Копирование Переименование

### Классы объектов

А сейчас введем еще одно очень важное понятие для объектно-информационного моделирования — понятие **класса**.



**Класс объектов** определяет множество объектов, обладающих одинаковыми свойствами и поведением.

Говорят, что объект является **экземпляром** какого-либо класса. Все преподаватели обладают одним и тем же набором свойств (имя, стаж работы, читаемый курс) и поэтому образуют класс. Присвоим этому классу имя «*Преподаватель*». Каждый конкретный преподаватель — экземпляр этого класса (или объект). Следовательно, «*Мой преподаватель*» — экземпляр класса «*Преподаватель*». Аналогично можно ввести класс «*Жесткий диск*», объединив в нем все жесткие диски. Тогда «*Мой жесткий диск*» — экземпляр класса «*Жесткий диск*». Если принять во внимание, что класс «*Документ*» описывает свойства и поведение всех документов, то «*Важный документ*» — экземпляр класса «*Документ*».

Таким образом, экземпляр класса (объект) — это конкретный предмет или образ, а класс определяет множество объектов с одинаковыми свойствами и поведением. Класс может порождать произвольное число объектов, однако любой объект относится к строго фиксированному классу.

Объектно-информационные модели имеют иерархическую структуру (дерево). Иерархичность проявляется в том, что некоторый класс сам может быть подмножеством другого, более широкого класса. Вот пример иерархической классификации из биологии: вид «*Насекомые*» включает в себя два отряда: «*Крылатые*» и «*Бескрылые*»; в свою очередь «*Крылатые*» насекомые делятся на следующие подотряды: «*Мотыльки*», «*Бабочки*», «*Мухи*» и т. д. (рис. 2.14).

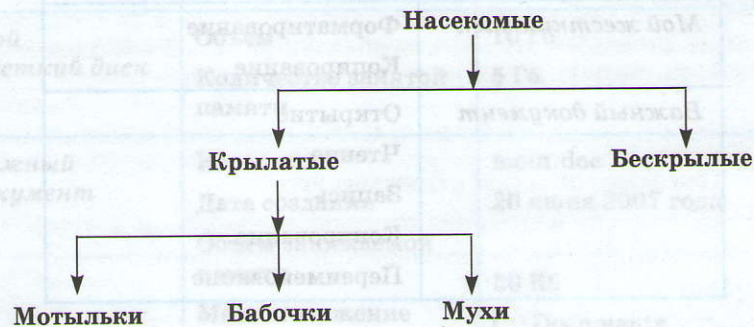


Рис. 2.14. Фрагмент классификации насекомых

**Наследование. Иерархические системы классов**

В такой иерархической структуре между классами определяется отношение наследования.



**Наследование** — это такое отношение между классами, когда один класс повторяет свойства и поведение другого класса.

Такой способ классификации, в частности, хорошо согласуется с механизмом биологического наследования в мире насекомых. Классы верхних уровней являются более общими по отношению к нижним. При спуске по дереву каждый следующий класс является более специфичным и в то же время наследует все свойства своих предшественников. Класс, свойства и поведение которого наследуются, называется **суперклассом** (или базовым классом). Производный от суперкласса класс называется **подклассом**. В нашем примере «*Насекомые*» — суперкласс для подклассов «*Крылатые*», «*Бескрылые*», «*Мотыльки*», «*Бабочки*», «*Мухи*», а «*Крылатые*» — суперкласс для подклассов «*Мотыльки*», «*Бабочки*», «*Мухи*». В подклассе дополняются свойства и уточняется поведение объектов суперкласса. При определении класса «*Мухи*» нет необходимости вводить свойство «наличие крыльев», так как это свойство наследуется из суперкласса «*Крылатые*».

Вот еще один пример. Рассмотрим систему классов, отражающих сведения о различных видах транспорта (рис. 2.15).

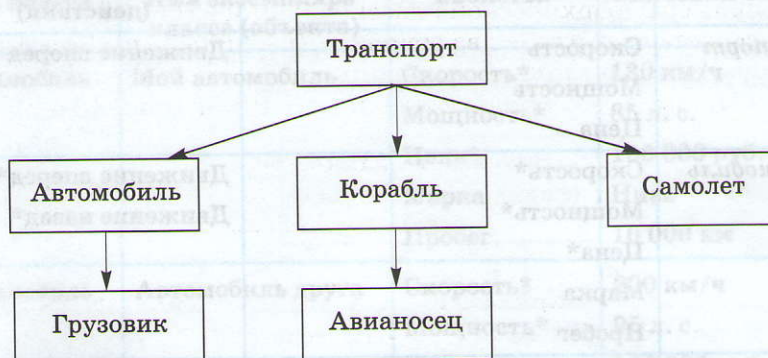


Рис. 2.15. Система классификации транспортных средств

Свойства и поведение, присущие каждому классу, отражены в табл. 2.9, где звездочками отмечены наследуемые свойства и действия.

Все самые общие свойства располагаются в суперклассе «Транспорт». Эти свойства наследуются классами «Автомобиль», «Грузовик», «Корабль», «Авианосец» и «Самолет». Кроме того, свойства «марка» и «пробег» наследуются классом «Грузовик» от базового класса «Автомобиль»; а свойства «нахождение» и «водоизмещение» наследуются классом «Авианосец» от базового класса «Корабль». В столбце «Поведение (действия)» отражено наследование действий.

А теперь определим экземпляры классов (объекты) и значения их свойств (табл. 2.10).

В таблице 2.10 мы определили три экземпляра класса «Автомобиль». Для определения экземпляров (объектов) других классов необходимо аналогичным образом задать значения свойств.

Подводя итог, сделаем вывод о том, что такое объектно-информационная модель. Объектно-информационная модель включает в себя описание иерархической системы классов, между которыми действуют отношения наследования. Для каждого класса определяется совокупность присущих ему свойств и действий (поведения), указывается, какие свойства и действия являются наследуемыми, а какие — специфическими. Для каждого объекта, входящего в объектно-информационную модель, указывается класс, экземпляром которого он является, а также конкретные значения свойств.

Таблица 2.9. Сведения о видах транспорта

Имя класса	Свойства	Поведение (действия)
<i>Транспорт</i>	Скорость Мощность Цена	Движение вперед
<i>Автомобиль</i>	Скорость* Мощность* Цена* Марка Пробег	Движение вперед* Движение назад*
<i>Грузовик</i>	Скорость* Мощность* Цена* Марка* Пробег* Грузоподъемность	Движение вперед* Движение назад*
<i>Корабль</i>	Скорость* Мощность* Цена* Нахождение Водоизмещение	Движение вперед* Движение назад
<i>Авианосец</i>	Скорость* Мощность* Цена* Нахождение* Водоизмещение* Количество самолетов	Движение вперед* Движение назад* Запуск самолета
<i>Самолет</i>	Скорость* Мощность* Цена* Название Максимальная высота полета	Движение вперед* Движение вверх Движение вниз



Таблица 2.10. Экземпляры классов

Имя класса	Имя экземпляра класса (объекта)	Свойства	Значения свойств
Автомобиль	Мой автомобиль	Скорость* Мощность* Цена* Марка Пробег	130 км/ч 85 л. с. 156 000 руб. Нива 10 000 км
Автомобиль	Автомобиль друга	Скорость* Мощность* Цена* Марка Пробег	200 км/ч 95 л. с. 180 000 руб. ВАЗ-2110 15 000 км
Автомобиль	Машина соседа	Скорость* Мощность* Цена* Марка Пробег	250 км/ч 408 л. с. 123 000 долл. Мерседес-600 20 000 км

### Коротко о главном

Объект — часть окружающей действительности.

Объектно-информационная модель должна отражать некоторый набор свойств, присущих объекту моделирования.

Класс объектов определяет множество объектов с одинаковым набором свойств и действий.

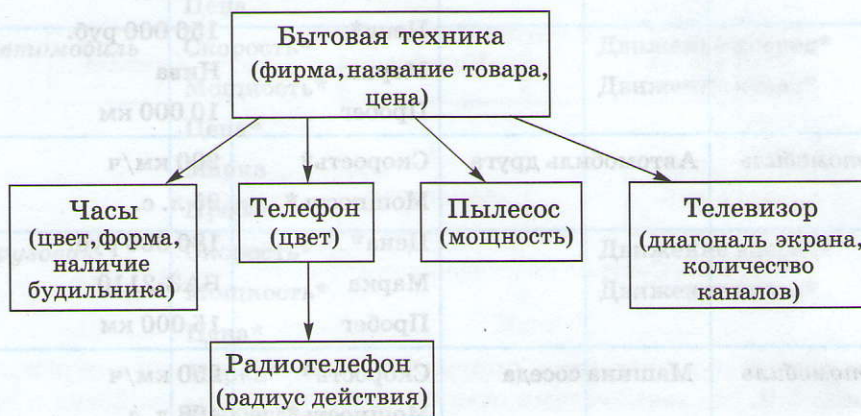
В иерархиях классов действует отношение наследования между суперклассами и подклассами.

Объектно-информационная модель включает в себя описание иерархии классов и отдельных объектов с конкретными значениями свойств.



**Вопросы и задания**

1. Приведите примеры объектов (не менее трех), их свойств, значений свойств и поведения.
2. Задан набор классов, которые содержат сведения о различных видах бытовой техники. В скобках указаны свойства.



Дополните каждый класс поведением. Опишите экземпляры классов и значений их свойств.

3. Заданы классы: «Фигура», «Эллипс», «Закрашенный квадрат», «Равносторонний треугольник», «Треугольник», «Круг», «Равнобедренный треугольник», «Прямоугольник», «Квадрат». Классифицируйте эти объекты, используя механизм наследования. Опишите свойства и поведение каждого класса.
4. Для предметной области «Туристические фирмы» опишите набор классов, которые должны содержать сведения о различных фирмах, а также об ассортименте предоставляемых туров и услуг. Подготовьте сообщение.



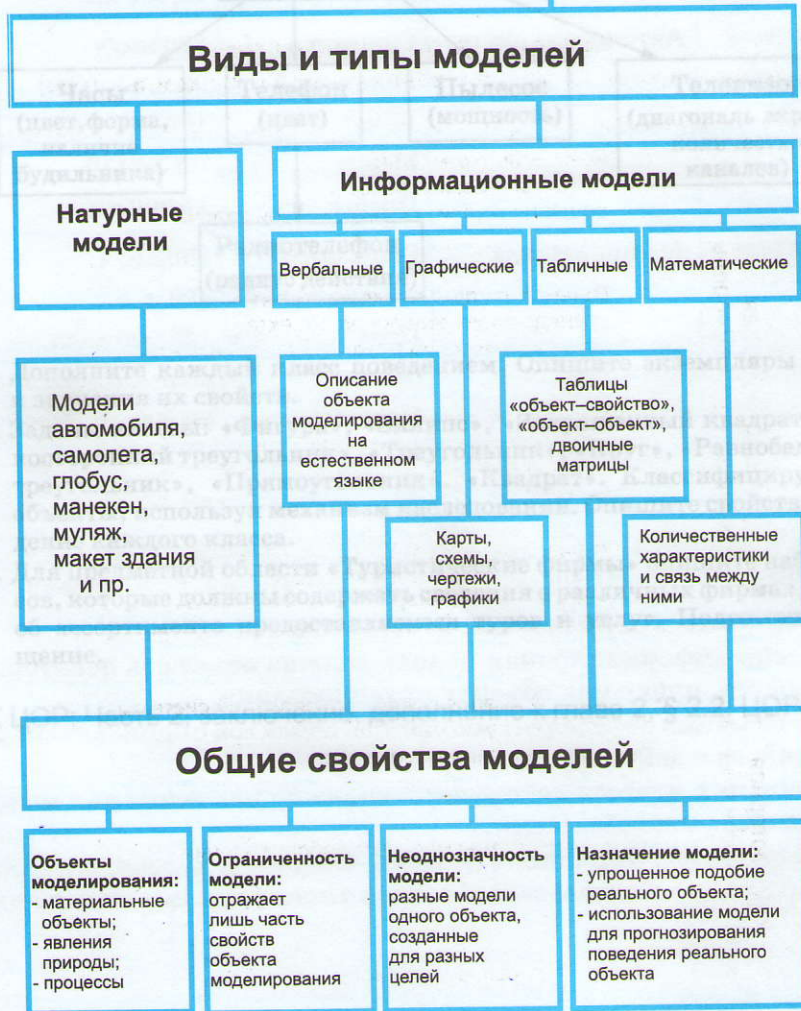
www

ЕК ЦОР: Часть 2, заключение, дополнение к главе 2, § 2.2. ЦОР № 1–5.

Вопросы и задания

1. Приведите примеры объектов (например, трам), их свойства, значимый свойства и поведения.
2. Заполните таблицу, которые содержат сведения о различных видах бытовой техники. В свободной форме.

# ИНФОРМАЦИОННОЕ



# Система основных понятий главы II

## МОДЕЛИРОВАНИЕ

### Компьютерные модели (информационные модели, реализованные на компьютере)

Компьютерная  
математическая модель

**Численные методы:**  
арифметические способы  
решения любой математической задачи

**Вычислительный эксперимент:**  
исследование поведения объекта  
моделирования по математической модели

**Наглядное представление результатов:**  
использование компьютерной графики  
и мультимедиа для представления  
результатов расчета

**Управление в реальном времени:**  
быстрые компьютерные модели,  
работающие со скоростью физического  
управляемого процесса

Компьютерная  
имитационная модель

Имитация поведения реальной системы  
со случайным (стохастическим)  
поведением ее элементов

Системы массового обслуживания

Транспортные системы



## § 10

## Основные понятия

Основные темы параграфа:

- что такое база данных и информационная система;
- реляционные базы данных;
- первичный ключ базы данных;
- типы полей.

**Что такое база данных и информационная система**

Существует множество различных областей человеческой деятельности, связанных с использованием определенным образом организованных хранилищ информации. Примерами таких хранилищ являются:

- книжный фонд и каталог библиотеки;
- картотека сотрудников учреждения, хранящаяся в отделе кадров;
- исторический архив;
- хранилище медицинских карт пациентов в регистратуре поликлиники.

С давних времен такие хранилища существовали только на бумажных носителях, а их обработка велась человеком «вручную». Современным средством хранения и обработки подобной информации являются компьютеры, с помощью которых создаются *базы данных*.



**База данных (БД)** — определенным образом организованная совокупность данных, относящихся к определенной предметной области, предназначенная для хранения во внешней памяти компьютера и постоянного применения.

Для хранения БД может использоваться как один компьютер, так и множество взаимосвязанных компьютеров.

В первом случае база данных называется **централизованной**. Если различные части одной базы данных хранятся на множестве компьютеров, объединенных между собой сетью, то такая БД называется **распределенной**.

Базы данных бывают фактографическими и документальными. В **фактографических БД** содержатся краткие сведения об описываемых объектах, представленные в строго определенной форме. Например, фактографической базой может быть БД, содержащая сведения о всех авиарейсах в аэропортах России, интересующие пассажиров: аэропорт назначения, дату вылета, время в пути, тип самолета, наличие свободных мест. В БД отдела кадров учреждения хранятся анкетные данные о сотрудниках: имя, отчество, год и место рождения и т. д.

Документальными базами данных могут быть БД исторического архива или поликлиники. В первой БД содержатся полные тексты исторических документов, в том числе могут храниться аудио- и видеозаписи исторических событий. Во второй — подробные записи о состоянии здоровья пациента, о назначениях врачей, результаты анализов и пр. Следовательно, **документальная БД** содержит обширную информацию самого разного типа: текстовую, графическую, звуковую, мультимедийную.

Современные информационные технологии постепенно стирают границу между фактографическими и документальными БД. Существуют средства, позволяющие легко подключать любой документ (текстовый, графический, звуковой) к фактографической базе данных.

Сама по себе база данных не может обслужить запросы пользователя на поиск и обработку информации. База данных — это только «информационный склад». Обслуживание пользователя осуществляет информационная система.



**Информационная система** — относящаяся к определенной предметной области совокупность базы данных и всего комплекса аппаратно-программных средств для ее хранения, изменения и поиска информации, для взаимодействия с пользователем.

Примерами информационных систем являются системы продажи билетов на пассажирские поезда и самолеты.

#### Реляционные базы данных

Информация в базах данных может быть организована по-разному. Чаще всего используется табличный способ.



**Реляционные базы данных** имеют табличную форму организации.



В чем же их преимущество?

Главное достоинство таблиц — в их понятности. С табличной информацией мы имеем дело практически каждый день. Загляните, например, в свой дневник: расписание занятий там представлено в виде таблицы. Когда мы приходим на вокзал, смотрим расписание электричек. Какой вид оно имеет? Это таблица! А еще есть таблица футбольного чемпионата. И журнал учителя, куда он выставляет вам оценки, — тоже таблица.

Видите, как много примеров, и их еще можно продолжить. Мы настолько привыкли к таблицам, что обычно не требуется никому объяснять, как ими пользоваться. Ну разве что маленькому ребенку, который только учится читать.

В реляционных БД строка таблицы называется **записью**, а столбец — **полем**. В общем виде это выглядит так:

	поле 1	поле 2	поле 3	поле 4	...
запись 1	...	...	...	...	...
запись 2	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

Таблицы 2.1–2.5 (§ 8) будем в дальнейшем рассматривать как примеры информации, пригодной для организации реляционных баз данных.

Каждое поле таблицы имеет имя. Например, в таблице 2.2 «Погода» имена полей такие: ДЕНЬ, ОСАДКИ, ТЕМПЕРАТУРА, ДАВЛЕНИЕ, ВЛАЖНОСТЬ.

Одна запись содержит информацию об одном объекте той реальной системы, модель которой представлена в таблице.

Например, домашняя библиотека — это множество книг. Значит, отдельный объект такой системы — это книга, и одна запись в базе данных «Домашняя библиотека» (табл. 2.1) — это информация об одной книге из библиотеки.

Поля — это различные характеристики (иногда говорят: атрибуты) объекта. Значения полей в одной строке относятся к одному объекту.



В реляционной базе данных не должно быть совпадающих записей.



**Первичный ключ базы данных**

Разные поля отличаются именами. А чем отличаются друг от друга разные записи? Записи различаются значениями ключей.



**Первичным ключом** в базе данных называют поле (или совокупность полей), значение которого не повторяется у разных записей.



В БД «Домашняя библиотека» разные книги могут иметь одного автора, могут совпадать названия книг, год издания, полка. Но инвентарный номер у каждой книги свой (поле **НОМЕР**). Он-то и является первичным ключом для записей в этой базе данных. Первичным ключом в БД «Погода» является поле **ДЕНЬ**, так как его значение не повторяется в разных записях.

Не всегда удается определить одно поле в качестве ключа. Пусть, например, в базе данных, которая хранится в компьютере управления образования области, содержатся сведения о всех средних школах районных центров (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Школы

Город	Номер школы	Директор	Адрес	Телефон
Крюков	1	Иванов А.П.	Пушкина, 5	4-12-35
Шадринск	1	Строев С.С.	Лесная, 14	4-23-11
Шадринск	2	Иванов А.П.	Мира, 34	4-33-24
...	...	...	...	...

В такой таблице у разных записей не могут совпасть только одновременно два поля: **ГОРОД** и **НОМЕР ШКОЛЫ**. Эти два поля вместе образуют **составной ключ**: **ГОРОД–НОМЕР ШКОЛЫ**. Составной ключ может состоять и более чем из двух полей.

**Типы полей**

С каждым полем связано еще одно очень важное свойство — **тип поля**.



**Тип поля** определяет множество значений, которые может принимать данное поле в различных записях.

В реляционных базах данных используются четыре основных типа поля:

- числовой;
- символьный;
- дата;
- логический.

**Числовой тип** имеют поля, значения которых могут быть только числами. Например, в БД «Погода» три поля числового типа: **ТЕМПЕРАТУРА**, **ДАВЛЕНИЕ**, **ВЛАЖНОСТЬ**.

**Символьный тип** имеют поля, в которых будут храниться символьные последовательности (слова, тексты, коды и т. п.). Примерами символьных полей являются поля **АВТОР** и **НАЗВАНИЕ** в БД «Домашняя библиотека»; поле **ТЕЛЕФОН** в БД «Школы».

**Тип «дата»** имеют поля, содержащие календарные даты в форме «день/месяц/год» (в некоторых случаях используется американская форма: месяц/день/год). Тип «дата» имеет поле **ДЕНЬ** в БД «Погода».

**Логический тип** имеют поля, которые могут принимать всего два значения: «да», «нет» или «истина», «ложь», или (по-английски) «true», «false». Если двоичную матрицу представить в виде реляционной БД (табл. 2.4, 2.5), то ее полям, содержащим значение 0 или 1, удобно поставить в соответствие логический тип.

Итак, в полях находятся значения величин *определенных типов*.



От типа величины зависят те действия, которые можно с ней производить.

Например, с числовыми величинами можно выполнять арифметические операции, а с символьными и логическими — нельзя.

### Коротко о главном

База данных — определенным образом организованная совокупность данных, относящихся к определенной предметной области, предназначенная для хранения во внешней памяти компьютера и постоянного применения.

Фактографическая БД содержит краткие сведения об описываемых объектах, представленные в строго определенном формате.

Документальная БД содержит обширную информацию самого разного типа: текстовую, графическую, звуковую, мультимедийную.

Распределенной называется база данных, разные части которой хранятся на различных компьютерах сети.

Информационная система — это совокупность базы данных и всего комплекса аппаратно-программных средств для ее хранения, изменения и поиска информации, для взаимодействия с пользователем.

Реляционные базы данных имеют табличную организацию. Строка таблицы называется записью, столбец — полем.

Таблица имеет первичный ключ, отличающий записи друг от друга. Ключом может быть одно поле (простой ключ) или несколько полей (составной ключ).

Каждое поле таблицы имеет свое уникальное имя и тип. Тип определяет, какого рода информация хранится в поле и какие действия с ней можно производить.

В БД используются четыре основных типа полей: числовой, символьный, логический, «дата».

### Вопросы и задания

1. Что такое база данных?
2. В чем различие между фактографическими и документальными БД?
3. Что такое распределенная БД?
4. Что такое информационная система? Приведите примеры информационных систем.
5. Что вы знаете о реляционной БД?
6. Что такое запись, поле? Какую информацию они содержат?
7. Определите имена полей в таблицах «Домашняя библиотека» (табл. 2.1), «Погода» (табл. 2.2), «Успеваемость» (табл. 2.3), «Факультативы» (табл. 2.5).
8. Что такое первичный ключ БД? Какие бывают ключи?
9. Назовите объекты, сведения о которых содержат записи баз данных «Погода», «Успеваемость», «Факультативы». Определите ключи записей в этих БД.
10. Определите следующие понятия: имя поля, значение поля, тип поля. Какие бывают типы полей? Какие величины определяет каждый из типов?
11. Определите типы всех полей в таблицах «Домашняя библиотека», «Погода», «Школы».





12. Определите структуру (состав полей), ключи и типы полей для реляционных баз данных под такими названиями:

- «Страны мира»;
- «Мои одноклассники»;
- «Кинофильмы»;
- «Телефонный справочник»;
- «Мои посещения врача».



ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 2. ЦОР № 2, 7.

## § 11

### Что такое система управления базами данных

*Основные темы параграфа:*

- назначение системы управления базами данных;
- команда открытия базы данных;
- команда выборки.

#### Назначение системы управления базами данных

Уже много раз говорилось о том, что любую работу компьютер выполняет под управлением программ. Значит, и для работы с базами данных требуется специальное программное обеспечение. Такое программное обеспечение называется системой управления базами данных или сокращенно СУБД.



Программное обеспечение, предназначенное для работы с базами данных, называется **системой управления базами данных (СУБД)**.

Системы, работающие с реляционными базами данных, называются **реляционными СУБД**. С помощью реляционной СУБД можно работать как с однотабличной базой данных, так и с базой, состоящей из множества связанных между собой таблиц. Здесь мы будем рассматривать только однотабличные базы данных.

С помощью СУБД вы будете создавать таблицы и сохранять их на диске в виде файлов. Каждый файл имеет свое имя. Если вы сами создаете таблицу и сохраняете ее в файле, то сами и придумываете имя для файла. Если же вы хотите работать с уже готовой базой, то вы должны узнать, в файле с каким именем, на каком диске и в каком каталоге она хранится.

### Команда открытия базы данных



Для того чтобы начать работу с подготовленной базой данных, нужно открыть файл, в котором она хранится.



Делается это с помощью команды открытия файла.

*Примечание 1.* В нашем учебнике не будет описываться работа с реальной СУБД. Их много, постоянно появляются новые. В разных СУБД различный интерфейс, язык команд. Как правило, в них используются английские термины. Далее будет описываться работа с некоторой условной (гипотетической) реляционной СУБД, «понимающей» команды на русском языке. Однако эта система обладает всеми основными свойствами реальных СУБД. При выполнении заданий в компьютерном классе вам предстоит стать «переводчиками» с языка гипотетической СУБД на язык реальной системы.

Мы будем рассматривать работу с нашей гипотетической СУБД в режиме командного управления. Система выводит на экран приглашение пользователю. Пусть в качестве такого приглашения выводится точка в начале командной строки (многие СУБД именно так и работают). Сразу после точки пользователь должен ввести команду с клавиатуры.

Команда открытия файла с базой данных имеет такой формат:

**. открыть <имя файла>**

Например, если файл имеет имя `tabl.dbf`, то открывается он по команде:

**. открыть tabl.dbf**

*Примечание 2.* Здесь и в дальнейшем в описаниях форматов команд будут использоваться угловые скобки `<...>`. Запись в угловых скобках указывает на смысл соответствующего элемента команды. Ее можно предвирать при чтении наречием «некоторый». Например, запись `<имя файла>` нужно читать так: «некоторое имя файла».

После открытия файла таблица становится доступной для работы с ней. Что можно делать с такой таблицей? Много:

- добавлять новые записи;
- удалять записи, ставшие ненужными;
- изменять содержимое полей;
- изменять структуру таблицы: удалять или добавлять поля;

- сортировать записи по какому-нибудь принципу, например, в алфавитном порядке фамилий авторов;
- получать справки, т. е. ответы на запросы.

#### Команда выборки

Очевидно, последнее — получение справочной информации в ответ на запросы — это основная цель, ради которой создается база данных.

В большинстве случаев справка — это тоже таблица с интересующими пользователя сведениями, выбранными из базы данных. Она также состоит из строк и столбцов и может рассматриваться как результат «вырезания» и «склеивания» фрагментов исходной таблицы. Имитировать такую работу СУБД можно с помощью бумажного листа с расчерченной и заполненной таблицей, ножниц и клея.

Команда **выборки** (запроса на выборку) информации из базы данных с целью получения справки имеет следующий формат:

**.выбрать** <список выводимых полей> где <условие выбора>

*Примечание 3.* Слова, входящие в формат команды (выделены жирным шрифтом), называют служебными словами.

Результат выполнения команды выводится на экран в виде таблицы. Если нужно получить на экране все строки и столбцы, то команда выглядит следующим образом:

**. выбрать все**

Слово **все** обозначает вывод всех полей таблицы; если условие выбора не указано, значит, выводятся все записи.

Обычно СУБД позволяют просмотреть всю базу данных, не прибегая к команде выборки. Для этого существует режим просмотра. Как правило, все записи базы не помещаются в одном кадре экрана, в таком случае используется прокрутка, т. е. последовательное перемещение строк таблицы по экрану.

Если требуется просмотреть лишь некоторые поля записей, то следует воспользоваться командой выборки. Например, пусть из БД «Домашняя библиотека» нужно получить список всех книг, содержащий только фамилии авторов и названия. Для этого следует отдать команду

**. выбрать АВТОР, НАЗВАНИЕ**

Исполнение этой команды СУБД происходит так: из таблицы 2.1 вырезаются по очереди два столбца, соответствующие полям АВТОР и НАЗВАНИЕ. Затем они «склеиваются» в таком же порядке и в итоге получается таблица 3.2.

Таблица 3.2. Результат выборки двух полей из БД

АВТОР	НАЗВАНИЕ
Беляев А.Р.	Человек-амфибия
Кервуд Д.	Бродяги Севера
Тургенев И.С.	Повести и рассказы
Олеша Ю.К.	Избранное
Беляев А.Р.	Звезда КЭЦ
Тынянов Ю.Н.	Кюхля
Толстой Л.Н.	Повести и рассказы
Беляев А.Р.	Избранное

**Коротко о главном**

Система управления базами данных (СУБД) — это программное обеспечение компьютера для работы с базами данных.

Таблицы БД хранятся в файлах.

Работа с базой данных начинается с открытия файлов.

Справка — это таблица, содержащая интересующие пользователя сведения, извлеченные из базы данных.

В команде выборки (запроса на выборку) указываются выводимые поля и условие выбора (условие, которому должны удовлетворять выбираемые записи).

**Вопросы и задания**

1. Как расшифровывается СУБД? Каково назначение этого вида программного обеспечения?
2. Какие СУБД называются реляционными?
3. На каком устройстве и в какой форме хранятся таблицы, созданные с помощью реляционной СУБД?
4. По какой команде (для рассмотренной здесь гипотетической СУБД) происходит получение справочной информации?
5. Как вывести на экран всю таблицу БД?
6. Как вывести на экран определенные столбцы таблицы БД? Как реализуется такая работа в терминах «вырезать», «склеить»?

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 3, § 11. ЦОР № 2, 8.



## § 12

## Создание и заполнение баз данных

Основные темы параграфа:

- типы и форматы полей базы данных;
- создание новой базы данных;
- заполнение базы данных информацией.

Создание базы данных связано с описанием структуры будущих таблиц. Этот этап работы выполняется в среде СУБД. *Пользователь должен указать имена всех полей таблицы, их типы и форматы.*

#### Типы и форматы полей базы данных

**Типы полей.** Выше уже говорилось о четырех типах полей: символьном, числовом, логическом и «дата». В некоторых СУБД используются и другие типы полей, например, «Время», «День недели», «Адрес» и пр. Кроме того, многие СУБД позволяют создавать поля типа «Примечание». Дело в том, что размер символьного поля обычно ограничен величиной 255 символов. Текст большего размера в него уже не поместится. Примечание позволяет хранить практически неограниченный текст. Он будет храниться в отдельном файле и при необходимости может быть извлечен для чтения.

**Форматы полей.** Формат символьного поля определяет число символьных позиций, которые будет занимать поле в записи. Например, если символьное поле имеет формат 10, то его значения в различных записях могут содержать от 0 до 10 символов.

Формат числового поля обычно состоит из двух частей: длины и точности. Длина — это полное количество символьных позиций, выделяемых под запись числа; точность — это количество позиций, выделенных под дробную часть. Следует иметь в виду, что десятичная запятая тоже занимает позицию. Например, формат записи числа 123,45 такой: длина — 6, точность — 2. Целое число, т. е. число без дробной части, имеет точность 0.

Формат логической величины стандартный — один символ. Чаще всего используются однобуквенные обозначения: Т — true (истина), F — false (ложь). В нашем учебнике для этих величин используются обозначения русскими буквами: И — истина, Л — ложь.

Формат даты обычно имеет длину 8 символов. Правда, бывают разные стандарты. Мы будем здесь использовать стандарт ДД/ММ/ГГГГ (или ДД.ММ.ГГГГ, или ДД-ММ-ГГГГ). Здесь ДД — обозначение числа, ММ — месяца, ГГГГ — года. Иногда используется стандарт ММ/ДД/ГГГГ. Бывают и другие обозначения.



Для примера в табл. 3.3 описаны типы и форматы полей из базы данных «Погода».

Таблица 3.3. Структура таблицы «Погода»

Поле	Тип	Длина	Точность
ДЕНЬ	Дата	8	
ОСАДКИ	Символьный	11	
ТЕМПЕРАТУРА	Числовой	5	1
ДАВЛЕНИЕ	Числовой	3	0
ВЛАЖНОСТЬ	Числовой	3	0

### Создание новой базы данных

Создание новой базы данных начинается с описания структуры таблицы. По команде

```
. создать <имя файла>
```

пользователю предлагается заполнить таблицу типа таблицы 3.3. Затем необходимо указать первичный ключ таблицы. В данном примере первичным ключом является поле ДЕНЬ. Имя файла, в котором будет храниться база данных, пользователь задает сам.

Чтобы осмыслить этот этап работы, можно предложить следующую аналогию. Представьте себе, что строится овощная база. В ней монтируются отсеки, холодильники, контейнеры, ящики для хранения картофеля, моркови, лука, капусты и пр. Иначе говоря, готовится место для хранения, но овощи пока не завозятся. После того как овощная база создана, она готова к приему овощей.

В результате создания базы данных появляется файл с указанным именем, определяется структура данных, которые будут в ней храниться. Но база пустая, информации в ней пока нет.

### Заполнение базы данных информацией

Теперь настало время заполнить базу данными (по аналогии — завезти овощи). Ввод данных производится по команде

```
. добавить запись
```

Ввод может выполняться через форму, учитывающую структуру записей таблицы, которая была описана на этапе создания. Например, ввод первой записи через форму в таблицу «Погода» будет происходить в таком виде:

ДЕНЬ	15/03/2007
ОСАДКИ	снег
ТЕМПЕРАТУРА	-3,5
ДАВЛЕНИЕ	746
ВЛАЖНОСТЬ	67

Добавление записей (ввод) повторяется до тех пор, пока не будет введена последняя запись. После сохранения файла создание базы данных завершено, и теперь к ней можно обращаться с запросами.

Любая СУБД дает возможность пользователю вносить изменения в уже готовую базу данных: изменять значения полей, изменять форматы полей, удалять одни поля и добавлять другие. О том, как это делается в СУБД вашего компьютерного класса, вы узнаете на уроке.

### Коротко о главном

Этапы создания и заполнения БД происходят в среде СУБД.

На этапе создания БД создаются (открываются) файлы для хранения таблиц, сообщается информация о составе полей записей, их типах и форматах.

Основные типы полей, используемые в реляционных СУБД: числовой, символьный, логический, «дата».

Формат определяет количество позиций, отводимых в таблице для поля. Для числовых полей, кроме того, указывается количество знаков в дробной части (точность).

По команде создать открывается файл, определяется структура записей БД.

Ввод данных в БД начинается по команде добавить запись.



### Вопросы и задания

1. Какая задача решается на этапе создания БД? Какую информацию пользователь указывает СУБД на этапе создания?
2. Какие основные типы полей используются в базах данных?
3. Что определяется форматом для разных типов полей?
4. Составьте таблицы описания типов и форматов для всех полей баз данных «Домашняя библиотека», «Успеваемость», «Факультативы», «Школы».
5. Как происходит заполнение таблицы? Какие ошибки пользователя возможны на этом этапе?



www

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 1, § 2. ЦОР № 2, 7.

## § 13

### Основы логики: логические величины и формулы

Основные темы параграфа:

- *формальная логика и алгебра логики;*
- *логические величины, операции, формулы;*
- *таблица истинности.*

Термин **логика** происходит от греческого «логос», что значит «рассуждение», «речь». Древнегреческий философ Аристотель свои исследования форм правильного мышления человека назвал **формальной логикой**. Согласно формальной логике основным элементом рассуждения человека является **высказывание** — *утверждение, которое может быть либо истинным, либо ложным*. Например, высказывание «На улице идет дождь» может быть истинным или ложным в зависимости от состояния погоды в данный момент.

В результате анализа данных высказываний человек приходит к умозаключению — новому высказыванию. Формальная логика описывает правила определения истинности или ложности умозаключения исходя из данных высказываний. Аристотель сформулировал ряд законов формальной логики.

Логика, как раздел математики — **алгебра логики**, возникла в XIX веке. Основателем этой науки был английский математик Джордж Буль. Джордж Буль впервые применил алгебраические методы для решения традиционных логических задач, которые до этого решались методами рассуждений, согласно формальной логике Аристотеля.

Первоначально развитие математической логики носило исключительно теоретический характер. В XX веке с изобретением систем автоматического управления, с появлением компьютеров, с развитием компьютерных методов обработки информации логика приобретает важное прикладное значение.

К основным понятиям алгебры логики относятся: *логическая величина, логическая операция, логическая формула*.

#### Логические величины

Алгебра логики оперирует с *логическими величинами*, которые принимают всего два значения: «истина» или «ложь». Следовательно, каждая такая величина может быть сопоставлена некоторому

высказыванию. Однако алгебра логики — это формализованная математическая дисциплина, поэтому логическая величина не должна обязательно иметь конкретный содержательный смысл.

Как принято в алгебре чисел, в алгебре логики логические величины могут быть константами и переменными. Логические константы обозначаются либо словами ИСТИНА и ЛОЖЬ, либо по-английски TRUE, FALSE. Логические переменные обозначаются символическими (буквенными) именами:  $X$ ,  $A$ ,  $Z$ ,  $D2$  и т. п. Алгебра чисел работает на числовом множестве значений величин, которыми она оперирует. Множество чисел бесконечно. Алгебра логики работает на множестве, состоящем всего из двух значений: «истина» и «ложь». В этом смысле она проще алгебры чисел.

### Логические операции

В алгебре логики имеются шесть логических операций. Они называются так:

- 1) отрицание (инверсия);
- 2) логическое умножение (конъюнкция);
- 3) логическое сложение (дизъюнкция);
- 4) разделительная дизъюнкция;
- 5) следование (импликация);
- 6) эквивалентность.

Первые три являются основными логическими операциями. Три последние могут быть выражены через основные операции. Поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать только три операции: *отрицание*, *логическое умножение* и *логическое сложение*.

Правила выполнения логических операций нетрудно запомнить.

**Операция отрицания** изменяет значение логической величины на противоположное: *не истина = ложь*; *не ложь = истина*. Для обозначения операции отрицания используют частицу «не».

Отрицание — одноместная операция, т. е. она применяется к одному операнду. Операции логического умножения и логического сложения — двухместные.

Результатом логического умножения будет ИСТИНА, только если истинны значения обоих операндов: *истина и истина = истина*. Во всех остальных случаях результатом будет ЛОЖЬ. Для обозначения операции логического умножения используют связку «и».

Результат логического сложения — ЛОЖЬ только в том случае, если оба операнда имеют значение ЛОЖЬ: *ложь или ложь = ложь*. Во всех остальных случаях будет ИСТИНА. Для обозначения операции логического сложения используют связку «или».

Таблица на рис. 3.1 иллюстрирует все правила выполнения трех логических операций. Такую таблицу называют **таблицей истинности**. В ней буквами  $A$  и  $B$  обозначены логические операнды. Величина ИСТИНА обозначена цифрой 1, логическая величина ЛОЖЬ — цифрой 0.

$A$	$B$	$A$ и $B$	$A$ или $B$	не $A$
0	0	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	0

Рис. 3.1. Таблица истинности

### Логические формулы

В алгебре чисел существует понятие алгебраического выражения или формулы. Вот пример алгебраического выражения:  $(a + b)^2$ . Аналогом этого понятия в алгебре логики является понятие логического выражения или **логической формулы**.

Логическая формула может включать в себя **логические константы, логические переменные, знаки логических операций**. Для влияния на последовательность выполнения операций в логических формулах могут использоваться скобки. Пример логической формулы: **не  $(A$  и  $B)$  или  $C$** . Здесь  $A, B, C$  — логические величины.

При записи логических формул следует учитывать старшинство логических операций. Логические операции в порядке убывания старшинства (еще говорят — ранга) располагаются так:

- 1) отрицание (**не**);
- 2) конъюнкция (**и**);
- 3) дизъюнкция (**или**).

Как и в числовой алгебре, в первую очередь выполняются операции более высокого ранга.

**Пример 1.** Для следующих логических формул цифрами сверху указана последовательность выполнения операций:

не  $A$  и  $B$ ,  $A$  или  $B$  и  $C$ ,  $A$  и  $B$  или не  $C$ ,  $(A$  или  $B)$  и  $C$ .

**Пример 2.** Вычислим значение логической формулы **не (A и B) или C** при следующих значениях переменных:  $A = \text{ЛОЖЬ}$ ,  $B = \text{ИСТИНА}$ ,  $C = \text{ЛОЖЬ}$ .

Порядок вычисления такой: сначала выполняется операция в скобках (**и**), затем отрицание (**не**) и последней операция логического сложения (**или**):

- 1)  $\text{ЛОЖЬ и ИСТИНА} = \text{ЛОЖЬ}$ ;
- 2)  $\text{не ЛОЖЬ} = \text{ИСТИНА}$ ;
- 3)  $\text{ИСТИНА или ЛОЖЬ} = \text{ИСТИНА}$ .

Следовательно, в результате получено значение **ИСТИНА**.

Чтобы получить всевозможные значения логической формулы, нужно для нее построить таблицу истинности. В таблице истинности перебираются все варианты значений переменных, входящих в формулу, и для каждого варианта вычисляется результат. Поскольку каждая переменная может принимать только два значения, то число строк в таблице истинности для формулы, содержащей  $n$  переменных, будет равно  $2^n$ .

**Пример 3.** Получим таблицу истинности для рассмотренной выше формулы **не (A и B) или C**. Поскольку она содержит 3 переменные, то таблица будет иметь 8 строк ( $2^3 = 8$ ).

A	B	C	A и B	не (A и B)	не (A и B) или C
0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1

Столбцы слева направо расположены в порядке выполняемых операций. Оказалось, что данная формула принимает значение **ИСТИНА** во всех случаях, кроме одного:  $A = \text{ИСТИНА}$ ,  $B = \text{ИСТИНА}$ ,  $C = \text{ЛОЖЬ}$ . В этом случае ее значение — **ЛОЖЬ**.

**Коротко о главном**

Формальная логика — наука о формах логических рассуждений, основанная Аристотелем.

Алгебра логики — математический аппарат логики.

Логическая величина: константа или переменная, принимающая значения ИСТИНА или ЛОЖЬ.

Основные логические операции: отрицание, логическое умножение (конъюнкция), логическое сложение (дизъюнкция).

Отрицание изменяет значение логической величины на противоположное; результат логического умножения — истина только тогда, когда истинны оба операнда; результат логического сложения — истина, если значение хотя бы одного операнда истинно.

Логическая формула: выражение, содержащее логические величины и знаки логических операций.

Порядок выполнения операций в логическом выражении определяется старшинством операций и расстановкой скобок. В первую очередь выполняются операции в скобках. Логические операции по убыванию старшинства расположены так: **не, и, или**.

Таблица истинности — таблица, отражающая зависимость значений логической формулы от входящих в нее переменных логических величин.

**Вопросы и задания**

1. Какие проблемы решает формальная логика?
2. Определите основные понятия алгебры логики: логическая величина, логическая операция, логическая формула.
3. Сформулируйте правила выполнения основных логических операций.
4. Как определяется порядок выполнения логических операций в логических формулах?
5. Пусть  $a, b, c$  — логические величины, которые имеют следующие значения:  $a = \text{ИСТИНА}$ ,  $b = \text{ЛОЖЬ}$ ,  $c = \text{ИСТИНА}$ . Определить результаты вычисления следующих логических формул:
 

1) $a$ и $b$ ;	4) $a$ и $b$ или $c$ ;	7) $(a$ или $b)$ и $(c$ или $b)$ ;
2) $a$ или $b$ ;	5) $a$ или $b$ и $c$ ;	8) не $(a$ или $b)$ и $(c$ или $b)$ ;
3) не $a$ или $b$ ;	6) не $a$ или $b$ и $c$ ;	9) не $(a$ и $b$ и $c)$ .
6. Постройте таблицы истинности для логических формул под номерами 3–9 из предыдущего задания.



## § 14

Условия выбора  
и простые логические выражения

Основные темы параграфа:

- понятие логического выражения;
- операции отношения;
- запрос на выборку и простые логические выражения.

## Понятие логического выражения

Чаще всего для справки требуются не все записи, а только часть из них, удовлетворяющая какому-то условию. Это условие называется **условием выбора**. Например, из таблицы «Погода» требуется узнать, в какие дни шел дождь; или из таблицы «Факультативы» — кто занимается одновременно цветоводством и танцами; или из таблицы «Успеваемость» получить список всех отличников по алгебре и физике.

В командах СУБД условие выбора записывается в форме **логического выражения**.

Логическое выражение, подобно математическому выражению, выполняется (вычисляется), но в результате получается не число, а логическое значение: истина (true) или ложь (false). Логическое значение — это всегда ответ на вопрос, истинно ли данное высказывание.

В таблице 3.4 приведены логические значения некоторых высказываний, относящихся к трем рассмотренным выше БД.

Таблица 3.4. Высказывания и их логические значения

Высказывание	Номер записи	Значение
<i>БД «Погода»</i>		
1. Идет дождь.	1	ложь
2. Давление больше 740 мм рт. ст.	2	истина
3. Влажность не 100%.	3	ложь
<i>БД «Домашняя библиотека»</i>		
4. Книга стоит ниже пятой полки.	3	истина
5. Автор книги — Толстой Л.Н.	3	ложь



Окончание табл. 3.4

Высказывание	Номер записи	Значение
<i>БД «Факультативы»</i>		
6. Фамилия ученика — Русанов.	1	истина
7. Ученик занимается цветоводством.	1	ложь
8. Ученик занимается танцами.	1	истина

Вот как выглядят в командах СУБД логические выражения, соответствующие восьми высказываниям, приведенным в табл. 3.4:

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| 1. ОСАДКИ = "дождь" | 5. АВТОР = "Толстой Л.Н." |
| 2. ДАВЛЕНИЕ > 740   | 6. ФАМИЛИЯ = "Русанов"    |
| 3. ВЛАЖНОСТЬ <> 100 | 7. ЦВЕТОВОДСТВО           |
| 4. ПОЛКА < 5        | 8. ТАНЦЫ                  |

#### Операции отношения

Шесть первых логических выражений называются **отношениями**. В каждом из них имя поля базы данных связано с соответствующими значениями **знаками отношений**. Вот все возможные знаки отношений:

- |              |                      |
|--------------|----------------------|
| = равно;     | < меньше;            |
| <> не равно; | >= больше или равно; |
| > больше;    | <= меньше или равно. |

Как выполняются отношения для числовых величин, вам должно быть понятно из математики. (В математике отношения называются неравенствами.) Для символьных величин требуется пояснение.

*Отношение «равно» истинно для двух символьных величин, если их длины одинаковы и все соответствующие символы совпадают.* Следует учитывать, что пробел — это тоже символ. Например, отношение

АВТОР="Беляев А.Р."

не будет истинным ни для одной записи нашей таблицы, поскольку в таблице везде между фамилией и инициалами стоит один пробел, а в данном отношении — два.

Символьные величины можно сопоставлять и в отношениях  $<$ ,  $>$ ,  $<=$ ,  $>=$ . Здесь упорядоченность слов (последовательностей символов) определяется по алфавитному принципу. Вот фрагмент из орфографического словаря, содержащий последовательно расположенные в нем слова:

*квартет, компонент, конверт, конвульсия.*

Между этими словами истинны следующие отношения:

*квартет < компонент;*

*компонент < конверт;*

*конверт < конвульсия.*

Значения полей типа «дата» при выполнении отношений сравниваются в соответствии с календарной последовательностью. Например, истинны отношения:

$3/12/1998 < 23/04/2001;$

$24/09/2004 > 23/09/2004.$

В некоторых СУБД используется тип «время» со следующим форматом значений: ЧЧ:ММ:СС (часы, минуты, секунды). При выполнении отношений учитывается хронологическая последовательность. Например, истинны отношения:

$12:53:08 > 03:40:00;$

$23:05:12 < 23:05:13.$

А теперь вернемся к приведенным выше примерам логических выражений. В примерах 7 и 8 нет никаких знаков отношений. Дело в том, что поля с именами ЦВЕТОВОДСТВО и ТАНЦЫ имеют логический тип. Поэтому в каждой записи их значения — это логические величины «ложь», «истина».

*Одна величина логического типа — простейшая форма логического выражения.*

#### **Запрос на выборку и простые логические выражения**

Запишем несколько команд для получения справки, используя условия выбора. Вот как выглядит команда запроса информации из БД «Погода» о датах всех дождливых дней:

**. выбрать ДЕНЬ где ОСАДКИ = "дождь"**

В итоговую справку попадут лишь те записи, для которых истинно условие поиска. Значит, получим:

ДЕНЬ
------

18/03/2007
------------

Следующая команда позволяет вывести даты и влажность, соответствующие тем дням, когда атмосферное давление было выше 745 мм рт. ст.:

**.выбрать ДЕНЬ, ВЛАЖНОСТЬ где ДАВЛЕНИЕ >745.**

ДЕНЬ	ВЛАЖНОСТЬ
15/03/2007	67
16/03/2007	62
19/03/2007	87

Запишем команду запроса справки к БД «Домашняя библиотека»: вывести названия книг и фамилии и инициалы авторов, фамилии которых начинаются с буквы «О» и далее по алфавиту:

**.выбрать АВТОР, НАЗВАНИЕ где АВТОР >= "О"**

АВТОР	НАЗВАНИЕ
Тургенев И.С.	Повести и рассказы
Олеша Ю.К.	Избранное
Тынянов Ю.Н.	Кюхля
Толстой Л.Н.	Повести и рассказы

А теперь запрос к БД «Факультативы»: вывести список фамилий всех учеников, посещающих танцы:

**.выбрать ФАМИЛИЯ где ТАНЦЫ.**

ФАМИЛИЯ
Русанов
Зотова
Шляпина



Выражение, состоящее из имени поля логического типа или одного отношения, будем называть **простым логическим выражением**.



Многие СУБД позволяют в отношениях использовать арифметические выражения. Арифметические выражения могут включать в себя числа, имена полей числового типа, знаки арифметических операций, круглые скобки\*.

Рассмотрим базу данных, содержащую таблицу успеваемости учеников (см. табл. 2.3).

Требуется получить список учеников, у которых сумма баллов по гуманитарным предметам больше, чем по естественным. Следует отдать команду:

**.выбрать УЧЕНИК где РУССКИЙ + ИСТОРИЯ + МУЗЫКА > АЛГЕБРА + ХИМИЯ + ФИЗИКА**

В результате получим:

УЧЕНИК
Ботов Иван
Галкина Нина

Следующая команда запрашивает фамилии учеников, у которых оценка по алгебре выше их среднего балла:

**.выбрать УЧЕНИК где АЛГЕБРА > (РУССКИЙ + АЛГЕБРА + ХИМИЯ + ФИЗИКА + ИСТОРИЯ + МУЗЫКА)/6**

УЧЕНИК
Аликин Петр
Галкина Нина

### Коротко о главном

Логическое выражение вычисляется подобно математическому, но может принимать всего два значения: истина (true) или ложь (false).

Простейшая форма логического выражения — одна величина логического типа.

Отношение — форма логического выражения.

Существуют шесть видов отношений: «равно», «не равно», «больше», «меньше», «больше или равно», «меньше или равно». Отношения применимы ко всем типам полей.

Условия выбора в командах СУБД записываются в виде логических выражений.

\* В некоторых СУБД такая возможность реализуется через специально организуемые вычисляемые поля.

## Вопросы и задания



1. Какую роль выполняет условие выбора? После какого служебного слова записывается это условие в команде **выбрать**?
2. Что такое логическое выражение? Какие значения оно принимает?
3. Какое логическое выражение называется простым?
4. Какие виды отношений используются в логических выражениях? Как записываются знаки отношений?
5. Как сравниваются символьные величины, даты, логические величины?
6. В следующих простых логических выражениях поставьте вместо знаков вопроса такие знаки отношений, при которых эти выражения будут истинны в указанных записях баз данных:
  - а) БД «Погода», запись номер 3.  
ВЛАЖНОСТЬ ? 90  
ОСАДКИ ? "дождь"
  - б) БД «Домашняя библиотека», запись номер 1.  
АВТОР ? "Толстой Л.Н."  
ГОД ? 1990
  - в) БД «Успеваемость», запись номер 4.  
ФИЗИКА ? 2
7. Данные высказывания запишите в форме простых логических выражений и определите результат их вычисления для указанных записей:
  - а) БД «Погода», запись номер 2.  
Температура выше нуля.  
Осадков нет.
  - б) БД «Домашняя библиотека», запись номер 3.  
Книга издана в 1982 году.  
Книга находится ниже пятой полки.
  - в) БД «Факультативы», запись номер 4.  
Ученик занимается геологией.  
Фамилия ученицы — Шляпина.
8. Запишите следующие высказывания в форме логических выражений (по вышеприведенным таблицам БД):
  - а) фамилия ученика — не Семенов;
  - б) ученик занимается геологией;
  - в) день — раньше 5 мая 1989 года;
  - г) день — не позже 23 сентября 1996 года;
  - д) по алгебре — не отлично;
  - е) автор книги — Беляев А.Р.;
  - ж) книга издана до 1990 года;
  - з) книга находится не ниже третьей полки.
9. Запишите в форме команды **выбрать** запросы, использующие в качестве условий простые логические выражения, полученные в результате выполнения предыдущего задания.



ЕК ЦОР: Часть 2, глава 3, § 13. ЦОР № 2, 3, 8.

www

## § 15

## Условия выбора и сложные логические выражения

Основные темы параграфа:

- примеры сложных логических выражений;
- использование логических операций в условиях выборки;
- порядок выполнения операций в сложном условии выборки.

## Примеры сложных логических выражений

Рассмотрим еще одну группу высказываний (табл. 3.5). Будем считать высказывание истинным, если в БД имеется хотя бы одна запись, для которой оно справедливо.

Таблица 3.5. Высказывания и их логические значения

Высказывание	Значение
<i>БД «Факультативы»</i>	
1. Русанов занимается геологией.	истина
2. Шляпина посещает факультативы.	истина
<i>БД «Успеваемость»</i>	
3. У Аликина по физике то ли 4, то ли 5.	истина
4. У Галкиной по алгебре не двойка.	истина
<i>БД «Погода»</i>	
5. 15 марта 2007 года были осадки.	истина
6. 17 марта 2007 года влажность была меньше 100%.	ложь
<i>БД «Домашняя библиотека»</i>	
7. В библиотеке есть книги Беляева А.Р., изданные не ранее 1990 года.	истина
8. В библиотеке есть книги Толстого Л.Н. или Тургенева И.С.	истина

Каждое из этих высказываний объединяет в себе значения нескольких полей одновременно. Поэтому они не могут быть записаны в форме простых логических выражений.

**Использование логических операций в условиях выборки**

Вот как записываются соответствующие логические выражения:

1. ФАМИЛИЯ="Русанов" и ГЕОЛОГИЯ
2. ФАМИЛИЯ="Шляпина" и (ЦВЕТОВОДСТВО или ГЕОЛОГИЯ или ТАНЦЫ)
3. УЧЕНИК="Аликин Петр" и (ФИЗИКА=4 или ФИЗИКА=5)
4. не АЛГЕБРА=2 и УЧЕНИК="Галкина Нина"
5. ДЕНЬ=15/03/2007 и (ОСАДКИ="дождь" или ОСАДКИ="снег")
6. ДЕНЬ=17/03/2007 и ВЛАЖНОСТЬ<100
7. АВТОР="Беляев А.Р." и ГОД>=1990
8. АВТОР="Толстой Л.Н." или АВТОР="Тургенев И.С."

Здесь кроме знакомых вам отношений и имен логических полей используются смысловые связки **и**, **или**, **не**. Это служебные слова, которые выполняют роль **знаков логических операций**: **и** — логическое умножение (конъюнкция); **или** — логическое сложение (дизъюнкция); **не** — отрицание (инверсия).



Выражение, содержащее логические операции, будем называть **сложным логическим выражением**.

**Пример 1.**

Пусть требуется получить справку о книгах Беляева А.Р., изданных не раньше 1990 года, с указанием названия книги, года издания и полки, на которой стоит книга. Соответствующая команда имеет вид:

**.выбрать НАЗВАНИЕ, ГОД, ПОЛКА где АВТОР="Беляев А.Р." и ГОД>=1990**

Формирование справки происходит в такой последовательности: сначала вырезаются и склеиваются в одну таблицу все строки, удовлетворяющие первому отношению: АВТОР="Беляев А.Р.". Получается следующее:

НОМЕР	АВТОР	НАЗВАНИЕ	ГОД	ПОЛКА
0001	Беляев А.Р.	Человек-амфибия	1987	5
0005	Беляев А.Р.	Звезда КЭЦ	1990	5
0008	Беляев А.Р.	Избранное	1994	7

Затем из этой таблицы вырезаются строки, удовлетворяющие второму отношению:  $ГОД \geq 1990$ . Получаем:

НОМЕР	АВТОР	НАЗВАНИЕ	ГОД	ПОЛКА
0005	Беляев А.Р.	Звезда КЭЦ	1990	5
0008	Беляев А.Р.	Избранное	1994	7

И наконец, вырезаются столбцы, указанные в списке полей команды. На экран выведется справка:

НАЗВАНИЕ	ГОД	ПОЛКА
Звезда КЭЦ	1990	5
Избранное	1994	7

Значит, выполнение конъюнкции происходит путем последовательного вырезания строк из таблицы.

#### Пример 2.

Требуется получить список всех книг Толстого Л.Н. и Тургенева И.С. Запрос на выборку пишется так:

**.выбрать где АВТОР="Толстой Л.Н." или АВТОР="Тургенев И.С."**

В этом случае строки, удовлетворяющие условиям АВТОР="Толстой Л. Н." или АВТОР="Тургенев И. С.", вырезаются одновременно из исходной таблицы. После их склеивания получаем:

НОМЕР	АВТОР	НАЗВАНИЕ	ГОД	ПОЛКА
0003	Тургенев И.С.	Повести и рассказы	1982	1
0007	Толстой Л.Н.	Повести и рассказы	1986	1

#### Пример 3.

Требуется получить список всех книг, кроме книг Беляева. Запрос такой:

**.выбрать АВТОР, НАЗВАНИЕ где не АВТОР="Беляев А.Р."**

В этом случае вырезаются все строки, в которых значение поля АВТОР не равно «Беляев А.Р.». Строки склеиваются, а из получен-



ной таблицы вырезаются столбцы АВТОР и НАЗВАНИЕ. После их склеивания получаем справку:

АВТОР	НАЗВАНИЕ
Кервуд Д.	Бродяги Севера
Тургенев И.С.	Повести и рассказы
Олеша Ю.К.	Избранное
Тынянов Ю.Н.	Кюхля
Толстой Л.Н.	Повести и рассказы

### Порядок выполнения операций в сложном условии выборки

Если в сложном логическом выражении имеется несколько логических операций, то возникает вопрос, в каком порядке их выполнит компьютер. Это касается выражений под номерами 2, 3, 4, 5 в приведенных выше примерах.

В логическом выражении можно использовать круглые скобки. Так же как и в математических формулах, скобки влияют на последовательность выполнения операций. Операции в скобках выполняются в первую очередь. Если нет скобок, то операции выполняются в порядке их старшинства. Логические операции, как и арифметические, имеют разное старшинство (еще говорят: приоритет). По убыванию старшинства логические операции располагаются в таком порядке:

- 1) отрицание (**не**);
- 2) конъюнкция (**и**);
- 3) дизъюнкция (**или**).

Ниже приведены два логических выражения, отличающиеся только скобками. Цифры над знаками логических операций указывают на последовательность их выполнения.

$$\begin{array}{ccc} 1 & & 3 & & 2 \\ (\text{ГОД}=1987 \text{ или } \text{ГОД}=1986) \text{ и } (\text{ПОЛКА}=5 \text{ или } \text{ПОЛКА}=1) \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} & 2 & & 1 & & 3 \\ \text{ГОД}=1987 \text{ или } \text{ГОД}=1986 \text{ и } \text{ПОЛКА}=5 \text{ или } \text{ПОЛКА}=1 \end{array}$$

Первое выражение истинно для записей с номерами 1, 4, 7. Второе истинно для записей с номерами 1, 3, 4, 6, 7. Постарайтесь понять почему.

### Коротко о главном

Сложное логическое выражение содержит логические операнды (отношения, поля) и логические операции.

Выборку записей по сложному логическому выражению можно рассматривать как последовательность «вырезаний» и «склеиваний» строк таблицы.

Выполнение конъюнкции происходит путем последовательного вырезания строк из таблицы, удовлетворяющих сначала первому операнду, затем второму и т. д.

Выполнение дизъюнкции происходит путем одновременного вырезания строк, удовлетворяющих каждому операнду и склеивания их в одну таблицу.

Выполнение отрицания происходит путем удаления из таблицы всех записей, удовлетворяющих операнду.

Порядок выполнения операций в логическом выражении определяется старшинством операций и расстановкой скобок. В первую очередь выполняются операции в скобках. Логические операции по убыванию старшинства расположены так: **не, и, или**.



### Вопросы и задания

1. В чем различие между простыми и сложными логическими выражениями?
2. Сформулируйте правила выбора записей по условию, представляющему сложное логическое выражение, в терминах «вырезать», «склеить».
3. Напишите команды выборки для получения справки с использованием сложных логических выражений:
  - определить все даты до 17 марта, когда температура была выше нуля;
  - определить фамилии всех учеников, которые посещают танцы, но не посещают факультатив по геологии;
  - получить список всех отличников по гуманитарным дисциплинам;
  - определить полку, на которой стоит книга Толстого Л.Н. «Повести и рассказы»;
  - определить фамилии авторов книг с названием «Повести и рассказы», выпущенных до 1985 года;
  - получить инвентарные номера всех книг, стоящих на пятой и седьмой полках;
  - получить фамилии авторов и названия книг, выпущенных в период с 1985 по 1990 год;
  - получить инвентарные номера всех книг, стоящих ниже пятой полки и изданных после 1990 года.

www

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 3, § 14. ЦОР № 2, 3, 8.

## § 16

## Сортировка, удаление и добавление записей

Основные темы параграфа:

- команда выборки с параметром сортировки;
- ключ сортировки;
- сортировка по нескольким ключам;
- команды удаления и добавления записей.

#### Команда выборки с параметром сортировки

Очень часто записи в таблицах бывают упорядочены по какому-то правилу. Например, в телефонных справочниках — в алфавитном порядке фамилий абонентов; в расписании движения поездов — в порядке времени отправления; в таблице футбольного чемпионата — по возрастанию номеров мест, которые занимают команды.

Процесс упорядочения записей в таблице называется **сортировкой**. Для выполнения сортировки должна быть указана следующая информация:

- а) по значению какого поля производить сортировку;
- б) в каком порядке сортировать записи (по возрастанию или убыванию значений поля).

В команду выборки можно добавить параметры сортировки, в соответствии с которыми будут упорядочены строки в итоговой таблице. В таком случае формат команды выборки становится следующим:

```
.выбрать <список выводимых полей>
      где <условия выбора>
      сортировать <ключ сортировки>
      по <порядок сортировки>
```

#### Ключ сортировки

**Ключом сортировки** называется поле, по значению которого производится сортировка. Возможны два варианта порядка сортировки: по возрастанию значений ключа и по убыванию значений ключа.

Отсортируем записи таблицы «Погода» по убыванию значений влажности. Для этого нужно отдать команду:

```
.выбрать все сортировать ВЛАЖНОСТЬ по убыванию
```

В результате выполнения этой команды будет получена таблица 3.6.

**Таблица 3.6.** Таблица «Погода», отсортированная по убыванию влажности

ДЕНЬ	ОСАДКИ	ТЕМПЕРАТУРА	ДАВЛЕНИЕ	ВЛАЖНОСТЬ
17/03/2007	Туман	1,0	740	100
18/03/2007	Дождь	3,4	745	96
19/03/2007	Без осадков	5,2	760	87
15/03/2007	Снег	-3,5	746	67
16/03/2007	Без осадков	0	750	62

А теперь отсортируем записи БД «Домашняя библиотека» в алфавитном порядке по фамилиям авторов. В итоговую таблицу выберем только сведения о книгах, изданных после 1985 года. Выведем три поля: АВТОР, НАЗВАНИЕ, ГОД. Для этого нужно выполнить команду:

**. выбрать АВТОР, НАЗВАНИЕ, ГОД где ГОД > 1985  
сортировать АВТОР по возрастанию**

В итоге получим таблицу 3.7.

**Таблица 3.7.** Таблица «Домашняя библиотека», отсортированная в алфавитном порядке фамилий авторов

АВТОР	НАЗВАНИЕ	ГОД
Беляев А.Р.	Человек-амфибия	1987
Беляев А.Р.	Звезда КЭЦ	1990
Беляев А.Р.	Избранное	1994
Кервуд Д.	Бродяги Севера	1991
Олеша Ю.К.	Избранное	1987
Толстой Л.Н.	Повести и рассказы	1986

**Сортировка по нескольким ключам**

Нередко приходится встречать таблицы, в которых строки отсортированы по значениям нескольких полей. Например, если мы хотим, чтобы в полученной таблице (см. табл. 3.7) книги одного автора были упорядочены в алфавитном порядке их названий, то команду выборки нужно записать так:

**. выбрать АВТОР, НАЗВАНИЕ, ГОД где ГОД > 1985  
сортировать АВТОР по возрастанию, НАЗВАНИЕ  
по возрастанию**

Здесь указаны два ключа сортировки: поле АВТОР является первым ключом сортировки, поле НАЗВАНИЕ — вторым ключом сортировки. Сначала записи сортируются по возрастанию значений первого ключа (АВТОР), затем среди записей с одинаковыми значениями первого ключа происходит сортировка по значениям второго ключа (НАЗВАНИЕ). В результате получим таблицу (показана только часть таблицы, относящаяся к книгам Беляева А. Р. Порядок остальных строк не изменится):

АВТОР	НАЗВАНИЕ	ГОД
Беляев А.Р.	Звезда КЭЦ	1990
Беляев А.Р.	Избранное	1994
Беляев А.Р.	Человек-амфибия	1987

**Команды удаления и добавления записей**

Информация в базах данных часто подвергается изменениям. Например, БД «Погода» каждый день должна пополняться. Состав домашней библиотеки также со временем меняется. Мы покупаем книги, иногда дарим их друзьям. Все эти изменения должны сразу же отражаться в базе данных. Следовательно, в языке общения с СУБД должны присутствовать команды, позволяющие вносить такие изменения. В нашей гипотетической СУБД есть для этих целей две команды. Первая позволяет удалять строки из таблицы. Ее формат такой:

**. удалить где <логическое выражение>**

Чтобы удалить из БД одну конкретную запись, нужно указать значение ключа этой записи. Например, если применительно к БД «Домашняя библиотека» отдать команду

**. удалить где НОМЕР="0003"**

то сведения о книге под номером 3 будут исключены из таблицы.

Если по отношению к БД «Школы» выполнить команду  
. удалить где ГОРОД="Шадринск" и НОМЕР ШКОЛЫ=1  
то из таблицы будет исключена вторая запись.

Вот еще пример. После выполнения команды  
. удалить где ГОД<1985

из БД «Домашняя библиотека» исчезнут записи с номерами 3, 6, т. е. книги, выпущенные до 1985 года.

Если же нужно удалить все записи из таблицы, то это делается командой

. удалить все

*Примечание.* Часто в реальных СУБД по команде удалить лишь помечаются записи, предназначенные для удаления. Исключение их из файла происходит после выполнения процедуры сжатия файла.

Если к готовой базе данных требуется добавить новые записи, то это всегда можно сделать с помощью уже знакомой вам команды:

. добавить запись

По этой команде пользователю предоставляется возможность ввести значения полей новой записи, которая занесется в конец таблицы.

### Коротко о главном

Сортировка БД — это упорядочение записей в таблице по возрастанию или убыванию значений какого-нибудь поля — ключа сортировки. Сортировка может производиться по нескольким ключам одновременно.

Изменение состава записей в БД происходит путем удаления ненужных записей и добавления новых. Добавленная запись помещается в конец таблицы.



### Вопросы и задания

1. Что понимается под сортировкой базы данных?
2. Что такое ключ сортировки?
3. В каком случае и каким образом производится сортировка по нескольким ключам?
4. С помощью каких команд изменяется состав записей БД?

5. Запишите команды для выполнения следующих действий с БД «Домашняя библиотека»:
- а) сортировки в порядке возрастания годов издания книги, исключая книги Беляева А.Р.;
  - б) сортировки по двум ключам: в алфавитном порядке фамилий авторов и по убыванию значений года издания;
  - в) удаления из БД «Домашняя библиотека» всех записей о книгах, стоящих на пятой полке и изданных до 1990 года.
6. Опишите БД и команды СУБД на примере телефонной книги в вашем мобильном телефоне.

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 3, § 15. ЦОР № 1, 5, 6.



www



### Чему вы должны научиться, изучив главу III

- Освоить одну из СУБД, имеющихся в компьютерном классе.
- Уметь открывать и просматривать готовую базу данных.
- Уметь создавать однотабличную базу данных.
- Записывать условия выбора в форме логических выражений.
- Организовывать в СУБД запросы на выборку.
- Сортировать таблицы по заданному ключу.
- Добавлять и удалять записи в базе данных.



#### Коротко о главном

Сортировка БД — это упорядочение записей в таблице по возрастанию или убыванию значений какого-нибудь поля — ключа сортировки. Сортировка может производиться по нескольким ключам одновременно.

Изменение состава записей в БД происходит путем удаления ненужных записей и добавления новых. Добавленная запись помещается в конец таблицы.

#### Вопросы и задания

1. Что понимается под сортировкой базы данных?
2. Что такое ключ сортировки?
3. В каком случае и каким образом производится сортировка по нескольким ключам?
4. С помощью каких команд изменяется состав записей БД?



Чему вы должны научиться, изучив главу III

- Освоить одну из СУБД, имеющихся в компьютерном классе.
- Уметь создавать и просматривать готовые базы данных.
- Уметь создавать однопользовательские базы данных.
- Записывать условия выбора информации.
- Организовывать работу с СУБД.
- Сортировать таблицы по заданным критериям.
- Добавлять и удалять записи в базе данных.

## БАЗЫ



# Система основных понятий главы III

## ДАнных

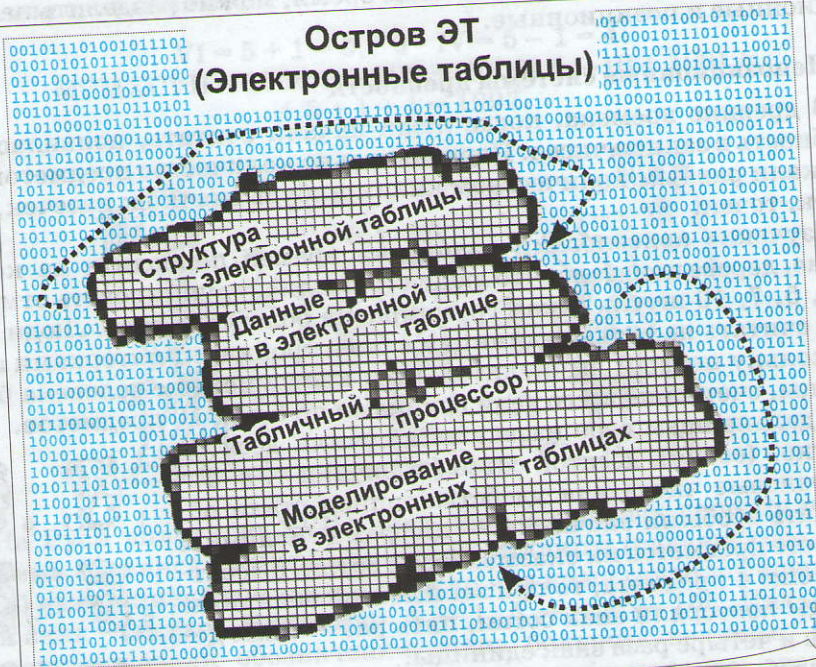




## Глава IV

# Табличные вычисления на компьютере

### Остров ЭТ (Электронные таблицы)



#### Здесь вы узнаете:

- как компьютер работает с числами
- что такое электронная таблица
- как решаются вычислительные задачи с помощью электронных таблиц
- как можно использовать электронные таблицы для информационного моделирования

## § 17

## История чисел и систем счисления

Основные темы параграфа:

- *непозиционные системы древности;*
- *позиционные системы.*

**Система счисления** — это способ записи чисел и соответствующие ему правила действия над числами.

Разнообразные системы счисления, которые существовали раньше и которые используются в наше время, можно разделить на непозиционные и позиционные.

### Непозиционные системы древности

В древние времена, когда люди начали считать, появилась потребность в записи чисел. Первоначально количество предметов отображали равным количеством каких-нибудь значков: насечек, черточек, точек.

Изучение археологами «записок» времен палеолита на кости, камне, дереве показало, что люди стремились группировать отметки по 3, 5, 7, 10 штук. Такая группировка облегчала счет. Люди учились считать не только единицами, но и тройками, пятерками и пр. Поскольку первым вычислительным инструментом человека были пальцы, счет чаще всего вели группами по 5 или 10 предметов.

В дальнейшем свое название получили десяток, десятков (сотня), десяток сотен (тысяча) и т. д. Такие узловые числа для удобства записи стали обозначать особыми значками — цифрами. Если при подсчете предметов их оказывалось 2 сотни, 5 десятков и еще 4 предмета, то при записи этой величины дважды повторяли знак сотни, пять раз — знак десятков и четыре раза знак единицы.

В таких системах счисления от положения (позиции) знака в записи числа не зависит количественное значение, которое он обозначает; поэтому они называются **непозиционными системами счисления**.

Непозиционными системами пользовались древние египтяне, греки, римляне и некоторые другие народы древности.



Цифры майя

До нас дошла римская система записи чисел (римские цифры), которая в некоторых случаях применяется в нумерации (века, тома в собрании сочинений, главы книги). В римской системе в качестве цифр используются латинские буквы:

I	V	X	L	C	D	M
1	5	10	50	100	500	1000

Например, число ССХХХІІ складывается из двух сотен, трех десятков и двух единиц и равно двумстам тридцати двум.

Если слева в записи римского числа стоит меньшая цифра, а справа — большая, то их значения вычитаются, в остальных случаях значения складываются.

$$\begin{aligned} VI &= 5 + 1 = 6, \quad \text{а} \quad IV = 5 - 1 = 4. \\ \text{МСМХСVІІ} &= 1000 + (-100 + 1000) + (-10 + 100) + \\ &\quad + 5 + 1 + 1 = 1997. \end{aligned}$$



На Руси вплоть до XVIII века использовалась непозиционная система славянских цифр. Буквы кириллицы (славянского алфавита) имели цифровое значение, если над ними ставился специальный знак ~ (титло). Например:  $\tilde{A}$  — 1,  $\tilde{D}$  — 4,  $\tilde{P}$  — 100. Интересно, что существовали обозначения очень больших величин. Самая большая величина называлась «колода» и обозначалась знаком  $\tilde{L}$ . Это число равно  $10^{50}$ . Считалось, что «боле сего несть человеческому уму разумевати».

Непозиционные системы счисления были более или менее пригодны для выполнения сложения и вычитания, но совсем неудобны при умножении и делении.

### Позиционные системы

Впервые идея позиционной системы счисления возникла в Древнем Вавилоне.



В позиционных системах счисления количественное значение, обозначаемое цифрой в записи числа, зависит от позиции цифры в числе.



Основание позиционной системы счисления равно количеству используемых в системе цифр.

Система счисления, применяемая в современной математике, является **позиционной десятичной системой**. Ее основание равно десяти, так как запись любых чисел производится с помощью десяти цифр:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Хотя десятичную систему принято называть арабской, но зародилась она в Индии в V веке. В Европе об этой системе узнали в XII веке из арабских научных трактатов, которые были переведены на латынь. Этим и объясняется название «арабские цифры». Широкое распространение в науке и в обиходе десятичная позиционная система получила только в XVI веке. Эта система позволяет легко выполнять любые арифметические вычисления, записывать сколь угодно большие числа. Распространение арабской системы дало мощный толчок развитию математики.



С позиционной десятичной системой счисления вы знакомы с раннего детства, только, возможно, не знали, что она так называется.

Что означает свойство позиционности системы счисления, легко понять на примере любого многозначного десятичного числа. Например, в числе 333 первая тройка означает три сотни, вторая — три десятка, третья — три единицы. Одна и та же цифра в зависимости от позиции в записи числа обозначает разные значения.

$$333 = 3 \cdot 100 + 3 \cdot 10 + 3.$$

Еще пример:

$$\begin{aligned} 32\,478 &= 3 \cdot 10\,000 + 2 \cdot 1000 + 4 \cdot 100 + 7 \cdot 10 + 8 = \\ &= 3 \cdot 10^4 + 2 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0. \end{aligned}$$

Отсюда видно, что всякое десятичное число можно представить как сумму произведений составляющих его цифр на соответствующие степени десятки. То же самое относится и к десятичным дробям.

$$26,387 = 2 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0 + 3 \cdot 10^{-1} + 8 \cdot 10^{-2} + 7 \cdot 10^{-3}.$$

Очевидно, что число «десять» — не единственно возможное основание позиционной системы. Известный русский математик Н. Н. Лузин так выразился по этому поводу: «Преимущества десятичной системы не математические, а зоологические. Если бы у нас на руках было не десять пальцев, а восемь, то человечество пользовалось бы восьмеричной системой».

За основание позиционной системы счисления можно принять любое натуральное число, большее 1. Упомянутая выше вавилонская система имела основание 60. Следы этой системы сохранились до наших дней в порядке счета единиц времени (1 час = 60 минут, 1 минута = 60 секунд).

Для записи чисел в позиционной системе с основанием  $n$  нужно иметь алфавит из  $n$  цифр. Обычно для этого при  $n \leq 10$  используют  $n$  первых арабских цифр, а при  $n > 10$  к десяти арабским цифрам добавляют буквы.

Вот примеры алфавитов нескольких систем.

Основание	Система	Алфавит
$n = 2$	Двоичная	0 1
$n = 3$	Троичная	0 1 2
$n = 8$	Восьмеричная	0 1 2 3 4 5 6 7
$n = 16$	Шестнадцатеричная	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Основание системы, к которой относится число, обычно обозначается подстрочным индексом к этому числу:

$$101101_2, 3671_8, 3B8F_{16}.$$

А как строится ряд натуральных чисел в разных позиционных системах счисления? Происходит это по тому же принципу, что и в десятичной системе. Сначала идут однозначные числа, потом двузначные, затем трехзначные и т. д. Самое большое однозначное число в десятичной системе — 9. Затем следуют двузначные числа — 10,

11, 12, ... Самое большое двузначное число — 99, далее идут 100, 101, 102 и т. д. до 999, затем 1000 и т. д.

Для примера рассмотрим пятеричную систему. В ней ряд натуральных чисел выглядит так:

1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 32, 33, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 100, 101, ..., 444, 1000, ...

Видно, что здесь число цифр «нарастает» быстрее, чем в десятичной системе. Быстрее всего число цифр растет в двоичной системе счисления. В следующей таблице сопоставляются начала натуральных рядов десятичных и двоичных чисел:

10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011

### Коротко о главном

Система счисления — это способ записи чисел и соответствующие правила действий над числами.

Системы счисления бывают позиционные и непозиционные. Примером непозиционной системы является римская система записи чисел.

В позиционной системе счисления количественное значение каждой цифры зависит от позиции цифры в числе.

Алфавит системы счисления — множество цифр, используемых в ней. Основание системы счисления равно мощности алфавита (числу цифр).

Наименьшее возможное основание позиционной системы счисления — 2. Такая система называется двоичной.

Арабская система записи чисел является десятичной позиционной.



### Вопросы и задания

1. Что такое система счисления?
2. В чем основное различие позиционных и непозиционных систем счисления?
3. Чему равно основание системы счисления?
4. Почему арабская система записи чисел называется десятичной позиционной?
5. Каково наименьшее основание позиционной системы?



- ✓ 6. Чему в десятичной системе счисления равны следующие числа, записанные римскими цифрами: XI; IX; LX; CLX; MDCXLVIII?
- ✓ 7. Запишите римскими цифрами числа, равные следующим десятичным: 13; 99; 666; 444; 1692.
- ✓ 8. Запишите последовательность двадцати чисел натурального ряда, начиная от единицы, для позиционных систем с основаниями 2, 3, 5, 8. Оформите результаты в виде таблицы.

$n = 10$	1	2	3	...	19	20
$n = 2$						
$n = 3$						
$n = 5$						
$n = 8$						

- 9. Постройте таблицы умножения для однозначных чисел в двоичной и троичной системах счисления. Подготовьте сообщение.

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 7, § 45. ЦОР № 1.

## § 18

### Перевод чисел и двоичная арифметика

Основные темы параграфа:

- развернутая форма записи числа;
- перевод недесятичных чисел в десятичную систему счисления;
- перевод десятичных чисел в другие системы счисления;
- арифметика двоичных чисел.

Обсудим подробнее вопрос о представлении чисел в позиционных системах счисления, о правилах перевода чисел из одной позиционной системы счисления в другую.

Вспомним еще раз о том, что любое десятичное число можно представить в виде суммы произведений значащих цифр числа на степени десятки. Такое представление называется **развернутой формой записи числа**. Посмотрите на следующие равенства:

$$2638 = 2 \cdot 1000 + 6 \cdot 100 + 3 \cdot 10 + 8 = \\ = 2 \cdot 10^3 + 6 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0$$

$$345,178 = 3 \cdot 100 + 4 \cdot 10 + 5 + 1 \cdot 0,1 + 7 \cdot 0,01 + 8 \cdot 0,001 = \\ = 3 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0 + 1 \cdot 10^{-1} + 7 \cdot 10^{-2} + 8 \cdot 10^{-3}$$

Эти примеры показывают, что в развернутой форме показатель степени десяти зависит от позиции соответствующей цифры в записи числа. Позиция цифры в записи числа называется **разрядом числа**. Цифра в разряде единиц умножается на  $10^0 = 1$ ; цифра в разряде десятков умножается на  $10^1$ ; цифра в разряде сотен — на  $10^2$  и т. д. Дробные разряды умножаются на отрицательные степени десяти:  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  и т. д. *Степень десятки равна номеру соответствующего разряда в числе* (разряды дробной части нумеруются отрицательными числами).

Мы настолько привыкли к десятичному счету, что число в любой другой системе ничего нам не говорит о соответствующем ему количестве. Например, что за величина  $112_3$ ? Чтобы понять «много это или мало», нужно перевести его в десятичную систему. Сделать это довольно просто.

Число  $112_3$  содержит в себе 2 единицы, 1 тройку и 1 девятку. Как и в десятичной системе, число можно представить в виде суммы произведений составляющих его цифр и соответствующих степеней основания системы (в нашем примере — тройки).

$$112_3 = 1 \cdot 3^2 + 1 \cdot 3^1 + 2 \cdot 3^0 = 9 + 3 + 2 = 14_{10}.$$

Следовательно,  $112_3 = 14_{10}$ .

Переведем двоичное число  $101101_2$  в десятичную систему счисления. Принцип тот же. Теперь в развернутой форме числа надо использовать степени двойки:

$$\begin{aligned} 101101_2 &= 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\ &= 32 + 8 + 4 + 1 = 45_{10}. \end{aligned}$$

И еще один пример — с шестнадцатеричным числом:

$$\begin{aligned} 15FC_{16} &= 1 \cdot 16^3 + 5 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 12 = \\ &= 4096 + 1280 + 240 + 12 = 5628_{10}. \end{aligned}$$

Аналогично переводятся дробные числа. Например:

$$\begin{aligned} 101,11_2 &= 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = \\ &= 4 + 1 + 1/2 + 1/4 = 5 + 0,5 + 0,25 = 5,75_{10}. \end{aligned}$$

✶ А как произвести обратный перевод из десятичной системы в  $n$ -десятичную ( $n \neq 10$ )? Для этого нужно суметь разложить десятичное число на слагаемые, содержащие степени  $n$ . Например:

$$15_{10} = 8 + 4 + 2 + 1 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 = 1111_2.$$

Эта задача уже посложнее, чем перевод в десятичную систему. Попробуйте, например, таким образом перевести в двоичную систему число 157. Конечно, можно, но трудно!

Однако существует формальная процедура, позволяющая легко выполнить такой перевод. Она состоит в том, что данное десятичное число делится с остатком на основание системы. Получен-

ный остаток — это младший разряд искомого числа, а полученное частное снова делится с остатком, который равен второй справа цифре и т. д. Так продолжается до тех пор, пока частное не станет меньше делителя (основания системы). Это частное — старшая цифра искомого числа.

Продemonстрируем этот метод на примере перевода числа  $37_{10}$  в двоичную систему. Здесь для обозначения цифр в записи числа используется символика:  $a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0$ .

$$\begin{array}{r}
 37 \overline{) 2} \\
 \underline{36} \quad 18 \quad 2 \\
 a_0 = 1 \quad \underline{18} \quad 9 \quad 2 \\
 a_1 = 0 \quad \quad \underline{8} \quad 4 \quad 2 \\
 a_2 = 1 \quad \quad \quad \underline{4} \quad 2 \quad 2 \\
 a_3 = 0 \quad \quad \quad \quad \underline{2} \quad 1 = a_5 \\
 a_4 = 0
 \end{array}$$

Отсюда:  $37_{10} = 100101_2$

Вот еще два примера перевода десятичного числа 315 в восьмеричную и шестнадцатеричную системы:

$$\begin{array}{r}
 315 \overline{) 8} \\
 \underline{24} \quad 39 \quad 8 \\
 \quad \underline{75} \quad 32 \quad 4 \\
 \quad \quad \underline{72} \quad 7 \\
 \quad \quad \quad 3
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 315 \overline{) 16} \\
 \underline{16} \quad 19 \quad 16 \\
 \quad \underline{155} \quad 16 \quad 1 \\
 \quad \quad \underline{144} \quad 3 \\
 \quad \quad \quad 11
 \end{array}$$

Отсюда следует:  $315_{10} = 473_8 = 13B_{16}$ . Напомним, что  $11_{10} = B_{16}$ .

Теперь рассмотрим перевод правильной десятичной дроби в другую систему счисления. Здесь работает следующее правило: *перевод дробного десятичного числа в другую систему счисления производится путем последовательных умножений на основание новой системы с выделением цифр целой части произведений в качестве искомым.*

Для примера покажем перевод десятичной дроби 0,1875 в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы.

$$\begin{array}{r}
 0 \overline{) 1875} \\
 \quad \times 2 \\
 \underline{0} \quad 3750 \\
 \quad \times 2 \\
 \underline{0} \quad 7500 \\
 \quad \times 2 \\
 \underline{1} \quad 5000 \\
 \quad \times 2 \\
 \underline{1} \quad 0000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \overline{) 1875} \\
 \quad \times 8 \\
 \underline{1} \quad 5000 \\
 \quad \times 8 \\
 \underline{4} \quad 0000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \overline{) 1875} \\
 \quad \times 16 \\
 \underline{1} \quad 1250 \\
 \quad \times 16 \\
 \underline{3} \quad 0000
 \end{array}$$

Здесь вертикальная черта отделяет целые части чисел от дробных частей. Подчеркиванием отмечены искомые значащие цифры дробного числа.

$$\text{Отсюда: } 0,1875_{10} = 0,0011_2 = 0,14_8 = 0,3_{16}.$$

Умножение повторяется до тех пор, пока в дробной части очередного произведения не получится нуль, или не будет обнаружен период повторяющихся цифр.

При переводе дробного числа часто возникает ситуация, когда конечная дробь в десятичной системе переходит в бесконечную дробь (иррациональное число) в другой системе счисления. В таком случае, перед тем как производить перевод, нужно договориться о достаточной точности, т. е. о количестве знаков, которое сохраняется в дробной части числа.

Если число смешанное, т. е. имеется ненулевая целая и дробная части, то отдельно переводится его целая часть путем последовательного деления, отдельно — дробная путем умножения и затем оба результата записываются вместе через запятую. Из рассмотренных примеров следует:

$$315,1875_{10} = 473,14_8 = 13B,3_{16}.$$

#### Арифметика двоичных чисел

Правила двоичной арифметики гораздо проще правил десятичной арифметики. Вот все возможные варианты сложения и умножения однозначных двоичных чисел:

$$\begin{array}{ll} 0 + 0 = 0 & 0 \times 0 = 0 \\ 0 + 1 = 1 & 0 \times 1 = 0 \\ 1 + 0 = 1 & 1 \times 0 = 0 \\ 1 + 1 = 10 & 1 \times 1 = 1 \\ 10 + 1 = 11 \end{array}$$

Своей простотой и согласованностью с битовой структурой компьютерной памяти двоичная система счисления и привлекла изобретателей компьютера. Ее гораздо проще реализовать техническими средствами, чем десятичную систему.

Вот пример сложения столбиком двух многозначных двоичных чисел:

$$\begin{array}{r} 1011011101 \\ + 111010110 \\ \hline 10010110011 \end{array}$$

А теперь посмотрите внимательно на следующий пример умножения многозначных двоичных чисел:

$$\begin{array}{r}
 1101101 \\
 \times \quad 101 \\
 \hline
 1101101 \\
 1101101 \\
 \hline
 1000100001
 \end{array}$$

После небольшой тренировки любой из вас такие вычисления будет выполнять автоматически.

### Коротко о главном

Число в позиционной системе можно представить в виде суммы произведений составляющих его цифр на соответствующие степени основания системы. Такое представление называется развернутой формой записи числа.

Перевод десятичного числа в десятичную систему производится путем вычисления выражения в развернутой форме записи числа.

Перевод целого десятичного числа в систему с основанием  $n$  производится путем выполнения цепочки делений с остатком на  $n$ .

Перевод дробного десятичного числа в систему с основанием  $n$  производится путем выполнения цепочки умножений на  $n$  с выделением целой части.

Использование двоичных чисел в компьютере связано с битовой структурой компьютерной памяти и простотой двоичной арифметики.

### Вопросы и задания

1. Что такое развернутая форма записи числа?
2. Каким десятичным числом равно число, записываемое в виде  $0,1_n$  в системе счисления с основанием  $n$ , для:
  - а)  $n = 2$ ;      б)  $n = 6$ ;      в)  $n = 8$ ;      г)  $n = 16$ .
3. Каким десятичным числом равно число, записываемое в виде  $100_n$  в системе счисления с основанием  $n$ , для:
  - а)  $n = 2$ ;      б)  $n = 6$ ;      в)  $n = 8$ ;      г)  $n = 16$ .
4. Выполнить указанные переводы чисел из одной системы в другую:
 

1) $56_{10} = X_2$ ;	5) $174_8 = X_{10}$ ;	9) $2A,4_{16} = X_{10}$ ;
2) $56_{10} = X_8$ ;	6) $123_5 = X_{10}$ ;	10) $56,875_{10} = X_2$ ;
3) $56_{10} = X_5$ ;	7) $1101,1_2 = X_{10}$ ;	11) $324,015625_{10} = X_8$ ;
4) $23C_{16} = X_{10}$ ;	8) $23,2_8 = X_{10}$ ;	12) $765,125_{10} = X_{16}$ .
5. Выполните сложение в двоичной системе счисления:  
 $11 + 1$ ;     $111 + 1$ ;     $1111 + 1$ ;     $11111 + 1$ .
6. Выполните умножение в двоичной системе счисления:  
 $111 \cdot 10$ ;     $111 \cdot 11$ ;     $1101 \cdot 101$ ;     $1101 \cdot 1000$ .

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 16. ЦОР № 2, 3.



www

## § 19

## Числа в памяти компьютера

Основные темы параграфа:

- представление целых чисел;
- размер ячейки и диапазон значений чисел;
- особенности работы компьютера с целыми числами;
- представление вещественных чисел;
- особенности работы компьютера с вещественными числами.

Любая информация в памяти компьютера представляется в двоичном виде: последовательностью нулей и единиц. Исторически первым типом данных, с которыми стали работать компьютеры, были числа. Теперь это и числа, и тексты, и изображение, и звук. Работа с данными любого типа в конечном итоге сводится к обработке двоичных чисел — чисел, записываемых с помощью двух цифр, — 0 и 1. Поэтому современные компьютерные технологии называют цифровыми технологиями.

В компьютере различаются два типа числовых величин: целые числа и вещественные числа. Различаются способы их представления в памяти компьютера.

#### Представление целых чисел

Часть памяти, в которой хранится одно число, будем называть ячейкой. Минимальный размер ячейки, в которой может храниться целое число, — 8 битов, или 1 байт. Получим представление десятичного числа 25 в такой ячейке. Для этого нужно перевести число в двоичную систему счисления. Как это делается, вы уже знаете. Результат перевода:

$$25_{10} = 11001_2.$$

Теперь осталось «вписать» его в восьмиразрядную ячейку (записать так называемое внутреннее представление числа). Делается это так:

00011001.

Число записывается «прижатым» к правому краю ячейки (в младших разрядах). Оставшиеся слева разряды (старшие) заполняются нулями.

Самый старший разряд — первый слева — хранит знак числа. Если число положительное, то в этом разряде ноль, если отрицательное — единица. Самому большому положительному целому числу соответствует следующий код:

01111111.

Чему он равен в десятичной системе? Можно расписать это число в развернутой форме и вычислить выражение. Но можно решить задачу быстрее. Если к младшему разряду этого числа прибавить единицу, то получится число 10000000. В десятичной системе оно равно  $2^7 = 128$ . Значит:

$$01111111_2 = 128 - 1 = 127.$$



Максимальное целое положительное число, помещающееся в 8-разрядную ячейку, равно 127.



Теперь рассмотрим представление *целых отрицательных чисел*. Как, например, в 8-разрядной ячейке памяти будет представлено число  $-25$ ? Казалось бы, очевидным ответом является следующий: нужно в представлении числа 25 заменить старший разряд с 0 на 1. Но в компьютере все несколько сложнее.



Для представления отрицательных целых чисел используется **дополнительный код**.



Получить **дополнительный код** некоторого отрицательного числа  $-X$  можно по следующему алгоритму:

- 1) записать внутреннее представление соответствующего ему положительного числа  $+X$  — это мы уже умеем;
- 2) записать **обратный код** полученного числа заменой во всех разрядах 0 на 1 и 1 на 0;
- 3) к полученному числу прибавить 1.

Определим по этим правилам внутреннее представление числа  $-25_{10}$  в восьмиразрядной ячейке:

1) 00011001

2) 11100110

3)        +1

11100111 — это и есть представление числа  $-25$ .

В результате выполнения такого алгоритма единица в старшем разряде получается автоматически. Она и является признаком отрицательного значения.

Проверим полученный результат. Очевидно, что при сложении чисел  $+25$  и  $-25$  должен получиться ноль.

$$\begin{array}{r} 00011001 \\ + 11100111 \\ \hline 10000000 \end{array}$$

Единица в старшем разряде, получаемая при сложении, выходит за границу ячейки и исчезает. В ячейке остается ноль!

Из этого примера теперь можно понять, почему представление отрицательного числа называется дополнительным кодом.



Представление восьмиразрядного отрицательного числа  $-X$  дополняет представление соответствующего положительного числа  $+X$  до значения  $2^8$ .

#### Размер ячейки и диапазон значений чисел

Наибольшее по модулю отрицательное значение в восьмиразрядной ячейке равно  $-2^7 = -128$ . Его внутреннее представление: 10000000. Таким образом, диапазон представления целых чисел в восьмиразрядной ячейке следующий:

$$-128 \leq X \leq 127 \text{ или } -2^7 \leq X \leq 2^7 - 1.$$

Восьмиразрядное представление целых чисел обеспечивает слишком узкий диапазон значений. Если требуется больший диапазон, нужно использовать ячейки большего размера. Для 16-разрядной ячейки диапазон значений будет следующим:

$$-2^{15} \leq X \leq 2^{15} - 1 \text{ или } -32\,768 \leq X \leq 32\,767.$$

Теперь становится очевидной обобщенная формула для диапазона целых чисел в зависимости от разрядности  $N$  ячейки:

$$-2^{N-1} \leq X \leq 2^{N-1} - 1.$$

Диапазон для 32-разрядной ячейки получается достаточно большим:

$$-2^{31} \leq X \leq 2^{31} - 1 \text{ или } -2\,147\,483\,648 \leq X \leq 2\,147\,483\,647.$$

#### Особенности работы компьютера с целыми числами

Выполняя на компьютере вычисления с целыми числами, нужно помнить об ограниченности диапазона допустимых значений.



Выход результатов вычислений за границы допустимого диапазона называется **переполнением**. Переполнение при вычислениях с целыми числами не вызывает прерывания работы процессора. Машина продолжает считать, но результаты могут оказаться неправильными.

#### Представление вещественных чисел

Целые и дробные числа в совокупности называются **вещественными числами**. В математике также используется термин «**действительные числа**». Решение большинства математических задач сводится к вычислениям с вещественными числами.

Всякое вещественное число  $X$  можно записать в виде произведения **мантиссы**  $m$  и основания системы счисления  $p$  в некоторой целой степени  $n$ , которую называют **порядком**:

$$X = m \cdot p^n.$$

Например, число 25,324 можно записать в таком виде:  $0,25324 \cdot 10^2$ . Здесь  $m = 0,25324$  — мантисса,  $n = 2$  — порядок. Порядок указывает, на какое количество позиций и в каком направлении должна сместиться десятичная запятая в мантиссе.

Чаще всего для хранения вещественных чисел в памяти компьютера используется либо 32-разрядная, либо 64-разрядная ячейка. Первый вариант называется представлением с обычной точностью, второй — представлением с удвоенной точностью. В ячейке хранятся два числа в двоичной системе счисления: мантисса и порядок. Здесь мы не будем подробно рассматривать правила представления вещественных чисел. Отметим лишь основные следствия, вытекающие из этих правил, которые важно знать пользователю компьютера, занимающемуся математическими вычислениями.

#### Особенности работы компьютера с вещественными числами

1. Диапазон вещественных чисел ограничен. Но он значительно шире диапазона целых чисел в рассмотренном ранее способе их представления. Например, при использовании 32-разрядной ячейки этот диапазон следующий:

$$-3,4 \cdot 10^{38} \leq X \leq 3,4 \cdot 10^{38}.$$

2. Выход за диапазон (переполнение) — аварийная ситуация для процессора, который прерывает свою работу.
3. Результаты машинных вычислений с вещественными числами содержат погрешность. При использовании удвоенной точности эта погрешность уменьшается.

### Коротко о главном

В памяти компьютера целые числа представляются в двоичной системе счисления и могут занимать ячейку размером 8, 16, 32 и т. д. битов.

Диапазон значений целых чисел ограничен. Чем больше размер ячейки, тем шире диапазон.

При выходе результатов вычислений с целыми числами за допустимый диапазон работа процессора не прерывается. При этом результаты могут оказаться неверными.

Вещественные числа представляются в виде совокупности мантиссы и порядка в двоичной системе счисления. Обычный размер ячейки — 32 или 64 бита.

Результаты вычислений с вещественными числами приближенные. Переполнение приводит к прерыванию работы процессора.



### Вопросы и задания



1. Как в памяти компьютера представляются целые положительные и отрицательные числа?
2. Укажите, каков был бы диапазон значений целых чисел, если бы для их хранения использовалась четырехразрядная ячейка.
- + 3. Запишите внутреннее представление следующих десятичных чисел, используя восьмиразрядную ячейку:  
а) 32; б) -32; в) 102; г) -102; д) 126; е) -126.
- + 4. Определите, каким десятичным числам соответствуют следующие двоичные коды восьмиразрядного представления целых чисел.  
а) 00010101; б) 11111110; в) 00111111; г) 10101010.



ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 17. ЦОР № 1, 2.

## § 20

### Что такое электронная таблица

Основные темы параграфа:

- структура электронной таблицы;
- данные в электронной таблице;
- режимы отображения данных.

Теперь снова речь пойдет о таблицах. Это особые таблицы.

Представьте себе, что вы являетесь владельцем небольшого торгового павильона, в котором реализуется молочная продукция. Вам приходится вести самые различные формы учета товара. Пусть, например, один из учетных документов должен выглядеть так, как показано в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Таблица учета продажи молочных продуктов

Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
Молоко	20	100	100	0	2000
Сметана	10,2	85	70	15	714
Творог	18,5	125	110	15	2035
Йогурт	5,4	250	225	25	1215
Сливки	15,2	50	45	5	684

Обратите внимание на следующую особенность этой таблицы: в ней есть поля, значения которых вычисляются через значения других полей. Таким полем является поле «Выручка», значение этого поля равно произведению количества проданного товара на цену, а также поле «Осталось», значение которого вычисляется как разность между количеством поставленного товара и количеством проданного.

Поля: «Продукт», «Цена», «Поставлено», «Продано» являются независимыми. Эти поля содержат исходные данные для расчетов.

Ситуация в магазине постоянно меняется: продукты продаются, растет выручка, подвозятся новые партии товара. Если вы хотите постоянно поддерживать в вашем учетном документе достоверную информацию, то придется несколько раз в день вносить в него изменения. При этом вы будете изменять не только исходные данные (поля «Поставлено» и «Продано»), но и пересчитывать вручную значения зависимых полей «Осталось» и «Выручка».

Возможно, что у кого-то из вас появилась такая мысль: вот если бы значения этих полей пересчитывались в таблице автоматически с изменением исходных данных!

Может быть, именно так рассуждали авторы одной из самых замечательных идей в области информационных технологий: идеи электронной таблицы (ЭТ).



Прикладные программы, предназначенные для работы с электронными таблицами, называются **табличными процессорами**.

Существует достаточно много разнообразных вариантов табличных процессоров. Однако с точки зрения пользователя они очень похожи друг на друга. Поняв принцип устройства электронной таблицы, легко освоить работу с любым конкретным табличным процессором.

#### Структура электронной таблицы

Что же представляет собой электронная таблица? Вот как выглядит заполненная электронная таблица с учетным документом (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Электронная таблица в режиме отображения формул

	А	В	С	Д	Е	Ф
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
2	Молоко	20	100	100	=C2-D2	=B2*D2
3	Сметана	10,2	85	70	=C3-D3	=B3*D3
4	Творог	18,5	125	110	=C4-D4	=B4*D4
5	Йогурт	5,4	250	225	=C5-D5	=B5*D5
6	Сливки	15,2	50	45	=C6-D6	=B6*D6

Электронная таблица, подобно шахматной доске, состоит из клеток, которые принято называть **ячейками**. Строки и столбцы таблицы имеют обозначения. Чаще всего строки нумеруются числами, а столбцы обозначаются буквами (буквы латинского алфавита). Как и на шахматной доске, каждая клетка (ячейка) имеет свое **имя (адрес)**, состоящее из имени столбца и номера строки. Например: A1, C13, F24 и т. п.

Но если на шахматной доске всего  $8 \times 8 = 64$  клетки, то в электронной таблице ячеек значительно больше. Например, у табличного процессора Microsoft Excel таблица максимального размера содержит 256 столбцов и 65 536 строк. Поскольку в латинском алфавите

всего 26 букв, то, начиная с 27-го столбца, используются двухбуквенные обозначения также в алфавитном порядке:

AA, AB, AC, ..., AZ, BA, BB, BC, ..., BZ, CA...

Последний, 256-й столбец имеет имя IV (не путайте с римским числом). Значит, существуют ячейки с такими, например, именами: DL67, HZ10234 и т. п.

Разумеется, столь большая таблица не может вся поместиться на экране. Экран монитора — это окно, через которое пользователь видит только часть таблицы. Но это окно можно переместить в любое ее место.

#### Данные в электронной таблице

Все данные таблицы размещаются в ячейках. Содержимым ячейки может быть **текст**, **числовое значение** или **формула**. Табличный процессор должен «знать», данное какого типа хранится в конкретной ячейке таблицы, для того чтобы правильно интерпретировать ее содержимое. Текст и числа рассматриваются как константы. Изменить их можно только путем редактирования соответствующих ячеек. Значения же формул автоматически пересчитываются, как только изменится хотя бы один их операнд.

#### Режимы отображения данных

Таблица 4.2 находится в режиме **отображения формул**, который позволяет проследить алгоритм табличных вычислений. Результаты вычислений по формулам видны на экране в режиме отображения значений. Таблица 4.3 — это та же самая электронная таблица, но переведенная в режим **отображения значений**.

Таблица 4.3. Электронная таблица в режиме отображения значений

	A	B	C	D	E	F
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
2	Молоко	20	100	100	0	2000
3	Сметана	10,2	85	70	15	714
4	Творог	18,5	125	110	15	2035
5	Йогурт	5,4	250	225	25	1215
6	Сливки	15,2	50	45	5	684

### Коротко о главном

Электронные таблицы предназначены для организации табличных расчетов на компьютере. Прикладные программы, работающие с электронными таблицами, называются табличными процессорами.

Наименьшая структурная единица электронной таблицы — ячейка. Имя ячейки складывается из буквенного имени столбца и номера строки.

В ячейке может помещаться текст (символьная последовательность), число, формула.

Ячейки, в которые пользователь заносит числа, содержат исходные данные для вычислений. В ячейках с формулами получаются результаты вычислений.

Изменение исходных данных мгновенно приводит к пересчету формул, в которые эти данные входят.

Электронные таблицы (так же как и базы данных) можно рассматривать как информационные модели реальных объектов.



### Вопросы и задания

1. Что такое табличный процессор?
2. Как именуются ячейки таблицы? Какая информация может храниться в ячейках?
3. В чем разница между режимом отображения формул и режимом отображения значений?
4. Что происходит в электронной таблице в результате замены числа в ячейке на новое значение?
5. В чем состоит существенное отличие электронной таблицы от таблицы реляционной базы данных? Подготовьте сообщение с примерами.



ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 18. ЦОР № 4, 8.

## § 21

### Правила заполнения таблицы

Основные темы параграфа:

- тексты в электронной таблице;
- правила записи чисел;
- правила записи формул;
- подготовка таблицы к расчетам.

### Тексты в электронной таблице

При вводе в ячейку таблицы последовательности символов, которая не может быть воспринята как число или формула, табличный процессор воспринимает ее как текст, т. е. как символьную информацию. Кроме того, любая последовательность, ввод которой начинается с апострофа ('), воспринимается как текст (апостроф не отображается). В таблицах 4.2 и 4.3 ячейки в первой строке и в столбце А заполнены текстами.

### Правила записи чисел

В записях исходных данных, а также в математических формулах присутствуют числа — числовые константы, которые разделяются на **целые** и **вещественные** (действительные). Запись целых числовых констант не вызывает затруднений. Например:

$$25; \quad -3456; \quad +2134567.$$

**Вещественные** константы можно записывать двумя способами: в форме с **фиксированной запятой** (обычная форма) и в форме с **плавающей запятой**.

Запись числовой константы в форме с фиксированной запятой предполагает, что число содержит целую и дробную части, разделенные десятичной *запятой*. Например, числовая константа 3,1415 записывается как 3,1415.



Числовая константа в форме с плавающей запятой трактуется как мантисса, умноженная на 10 в степени, равной порядку.



Например, в записи числа в виде  $0,5 \cdot 10^9$  сомножитель 0,5 является мантиссой, а показатель степени 9 является порядком.

При записи в электронную таблицу числовой константы в форме с плавающей запятой сначала пишется **мантисса**, затем — латинская буква **E** (прописная или строчная), после нее — **порядок**. Мантисса может быть целой константой или константой с фиксированной запятой, а порядок — только целой константой. Порядок указывает, на какое количество позиций и в каком направлении должна сместиться запятая в мантиссе.

Например, математическая запись  $0,5 \cdot 10^9$  в электронной таблице выглядит так: 0,5e9; а  $1 \cdot 10^{-2}$  запишется как 1e-2.

Обычно форма с плавающей запятой используется для представления очень больших или очень маленьких чисел. Например:  $2e+25$ ;  $1e-30$ .

### Правила записи формул



Запись формулы в ячейке начинается со знака «равно» (=). Формулы записываются по строго определенным правилам. Эти правила нетрудно освоить. Формулы содержат числа, имена ячеек, знаки операций, круглые скобки, имена функций. Вот как выглядят знаки операций:

+ (сложение);

- (вычитание);

\* (умножение);

/ (деление);

^ (возведение в степень).

Вся формула пишется в строку, символы выстраиваются последовательно друг за другом.

Формулы в табл. 4.2 имеют следующий смысл:

$C2-D2$  — из числа в ячейке  $C2$  вычесть число в ячейке  $D2$ , результат будет помещен в ячейку  $E2$ , в которой записана эта формула;

$B2*D2$  — число в ячейке  $B2$  умножить на число в ячейке  $D2$ , результат будет помещен в ячейку  $F2$ .

Вот еще примеры записи формул:

$=2,5*A1 + B2*C3$

$=(B3 - C1)/(B3 + C1)$

$=F7/2 + G7/3$

$=(A5 - 1)^2$

Нетрудно понять смысл этих математических выражений. Как всегда, в первую очередь выполняются операции в скобках. При отсутствии скобок последовательность операций определяется их старшинством. По порядку убывания старшинства операции располагаются так:

^ (возведение в степень);

\*, / (умножение, деление);

+, - (сложение, вычитание).

Несколько подряд записанных операций одинакового старшинства выполняются в порядке их записи в формуле (слева направо).



Например, формула M13/365\*N4 будет соответствовать математической записи:

$$\frac{M13}{365} \cdot N4.$$

В формулах допускается употребление некоторых математических функций. Например, математическое выражение

$$\sqrt{B5 + B6}$$

запишется в таком виде:

$$\text{КОРЕНЬ}(B5+B6).$$

Здесь **КОРЕНЬ** — имя функции «квадратный корень». Аргументы всегда пишутся после имени функции в круглых скобках.

#### Подготовка таблицы к расчетам

Совсем не обязательно при заполнении электронной таблицы сразу заносить в нее исходные данные. *Таблицу можно предварительно подготовить к вычислениям в виде бланка, не заполненного числами.* Для этого нужно заполнить все ячейки с текстовой информацией и записать в вычисляемые ячейки соответствующие формулы. В режиме отображения значений такая таблица выглядит почти пустой: в вычисляемых ячейках будут высвечиваться нулевые значения. Как только пользователь начнет заносить в нее числовые данные, в зависимых ячейках сразу же будут появляться вычисленные по формулам результаты. В таблице 4.4 приведен пример заготовки рассмотренного учетного документа в режиме отображения формул.

Таблица 4.4. Таблица, подготовленная к расчетам

	A	B	C	D	E	F
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
2	Молоко				=C2-D2	=B2*D2
3	Сметана				=C3-D3	=B3*D3
4	Творог				=C4-D4	=B4*D4
5	Йогурт				=C5-D5	=B5*D5
6	Сливки				=C6-D6	=B6*D6

### Коротко о главном

При вводе в таблицу любая последовательность символов, которая не может быть числом или формулой, а также вводимая после апострофа, воспринимается как текст.

Числа в электронной таблице представляются в форме с фиксированной запятой и в форме с плавающей запятой.

Формулы могут включать в себя числа, имена ячеек, функции, знаки операций, круглые скобки.

Предварительное занесение в таблицу лишь символьных данных и формул равносильно программированию таблицы для последующих расчетов.



### Вопросы и задания

1. Как ввести текст в ячейку электронной таблицы?
2. В каких двух форматах представляются числа? В чем разница между ними?
3. Сформулируйте правила записи формул. Что произойдет, если при вводе формулы вы нарушите эти правила?
4. Как можно заранее подготовить таблицу для вычислений?
5. Запишите в традиционной математической форме следующие формулы из электронной таблицы, предварительно ответив на вопрос, в какой последовательности будут выполняться математические операции.

$$=C2+A5/Q3; \quad =(C2+A5)/3; \quad =C2/(A5+3);$$

$$=A1*A2/D12*DQ3; \quad =A1*A2/D12/D3; \quad =A1*A2/(D12*D3);$$

$$=B2^2-D3^Q5; \quad =F4+(A4*5)^3; \quad =F4^3*A4.$$



6. Постройте электронную таблицу «Оплата электроэнергии» для расчета ежемесячной платы за расход электроэнергии в течение года. Исходной информацией являются показания счетчика в начале каждого месяца и стоимость одного киловатт-часа.

www

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 19. ЦОР № 3, 4.

## § 22

Работа с диапазонами.  
Относительная адресация

Основные темы параграфа:

- что такое диапазон (блок);
- функции обработки диапазона;
- принцип относительной адресации;
- сортировка таблицы.

### Что такое диапазон (блок)

Табличные процессоры позволяют выполнять некоторые вычисления с целой группой ячеек, называемой диапазоном.



**Диапазон (блок, фрагмент)** — любая прямоугольная часть таблицы.



Обычно диапазон обозначается именами верхней левой и нижней правой ячеек, разделенными двоеточием. Например, в табл. 4.4 диапазон, состоящий из вычисляемых ячеек, обозначается следующим образом: E2:F6 (в табл. 4.4 он выделен темным фоном). Минимальным диапазоном является одна ячейка таблицы.

### Функции обработки диапазона

В каждом табличном процессоре имеется целый набор функций, применяемых к диапазонам. Это **суммирование чисел (СУММ)**, входящих в диапазон, **вычисление среднего значения (СРЗНАЧ)**, **нахождение максимального (МАКС) и минимального (МИН) значений** и некоторые другие. Такие функции называются **статистическими**.

Предположим, что в конце рабочего дня необходимо подсчитать выручку, полученную за день от продажи молочных продуктов. Для этого в таблице 4.3 нужно просуммировать все числа из диапазона F2:F6. Пусть функция суммирования обозначается словом СУММ. Тогда нужная нам формула запишется так: =СУММ(F2:F6). Она означает следующее:

$$\text{СУММ}(F2:F6)=F2+F3+F4+F5+F6.$$

Запишем формулу суммирования в ячейку F7, а в ячейку E7 — текст «ВСЕГО:». Результат — в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Таблица с вычислением суммарной выручки

	А	В	С	Д	Е	Ф
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
2	Молоко	20	100	100	0	2000
3	Сметана	10,2	85	70	15	714
4	Творог	18,5	125	110	15	2035
5	Йогурт	5,4	250	225	25	1215
6	Сливки	15,2	50	45	5	684
7					ВСЕГО:	6648

Табличные процессоры позволяют манипулировать с диапазонами электронной таблицы. К операциям манипулирования относятся: удаление, вставка, копирование, перенос, сортировка диапазонов таблицы. Эти операции выполняются с помощью команд табличного процессора. Обычно эти команды пользователь выбирает из меню команд.

#### Принцип относительной адресации

Казалось бы, в результате таких манипуляций расчетные формулы могут стать неверными, поскольку изменятся адреса перемещенных на новое место ячеек. Чтобы такого не происходило, в электронной таблице реализован принцип относительной адресации.



Согласно принципу относительной адресации, адреса ячеек, используемые в формулах, определены не абсолютно, а относительно ячейки, в которой располагается формула.

Следствием этого принципа является следующее правило:



Всякое изменение места расположения формулы ведет к автоматическому изменению адресов ячеек в этой формуле.

Поясним сказанное на примере. Пусть при подготовке таблицы для расчета продажи товара на следующий день владелец павильона знает, что в этот день не будут подвозиться сметана и творог. Поэтому две соответствующие строки из табл. 4.4 можно удалить. Это делается с помощью команды вида

УДАЛИТЬ A3:F4

На место удаленных строк сдвигаются строки снизу. В результате таблица преобразуется в табл. 4.6.

**Таблица 4.6.** Таблица после удаления двух строк

	А	В	С	Д	Е	Ф
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
2	<i>Молоко</i>				=C2-D2	=B2*D2
3	<i>Йогурт</i>				=C3-D3	=B3*D3
4	<i>Сливки</i>				=C4-D4	=B4*D4

Обратите внимание на две последние строки. В присутствующих в них формулах изменились адреса ячеек. Здесь был учтен сдвиг на две строки вверх; сработал принцип относительной адресации.

#### Сортировка таблицы

Допустим, владелец торгового павильона хочет узнать, какие товары пользуются наибольшим спросом. Для этого достаточно упорядочить строки таблицы по убыванию чисел в столбце «Продано». Большинство табличных процессоров позволяет производить сортировку (упорядочение) таблицы по какому-либо признаку. Для нашего примера формируется команда такого вида:

#### СОРТИРОВАТЬ СТОЛБЕЦ D ПО УБЫВАНИЮ

Применение этой команды к табл. 4.5 в режиме отображения значений даст результат, показанный в табл. 4.7.

Отсюда видно, что наибольшим спросом пользуется йогурт, а меньше всего покупают сливки.

Эта же таблица в режиме отображения формул — табл. 4.8.

Таблица 4.7. Результат сортировки таблицы по столбцу «Продано»

	A	B	C	D	E	F
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
2	Йогурт	5,4	250	225	25	1215
3	Творог	18,5	125	110	15	2035
4	Молоко	20	100	100	0	2000
5	Сметана	10,2	85	70	15	714
6	Сливки	15,2	50	45	5	684
7					ВСЕГО:	6648

Таблица 4.8. Отсортированная таблица в режиме отображения формул

	A	B	C	D	E	F
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка
2	Йогурт	5,4	250	225	=C2-D2	=B2*D2
3	Творог	18,5	125	110	=C3-D3	=B3*D3
4	Молоко	20	100	100	=C4-D4	=B4*D4
5	Сметана	10,2	85	70	=C5-D5	=B5*D5
6	Сливки	15,2	50	45	=C6-D6	=B6*D6
7					ВСЕГО:	=СУММ(F2:F6)

Снова сработал принцип относительной адресации. Формулы изменились в соответствии с изменением места расположения строк.

### Коротко о главном

Диапазон (блок, фрагмент) таблицы — это любая ее прямоугольная часть (в том числе часть строки, часть столбца или одна ячейка).

Для выполнения расчетов над диапазонами, содержащими числа, используются статистические функции: суммирование, усреднение, нахождение наибольшего и наименьшего значений и др.

С диапазонами можно производить операции манипулирования: удаление, вставку, перенос, сортировку.

Принцип относительной адресации: адреса ячеек в формуле определены не абсолютно, а относительно места нахождения этой формулы. Следствие: при перемещении формулы в другую ячейку соответствующим образом изменяются адреса ячеек, содержащиеся в ней.

### Вопросы и задания

1. Что такое диапазон? Как он обозначается?
2. Какие вычисления можно выполнять над целым диапазоном?
3. Что понимается под манипулированием диапазонами ЭТ?
4. Что такое принцип относительной адресации? В каких ситуациях он проявляется?
5. В ячейке D7 записана формула  $(C3+C5)/D6$ . Как она изменится при переносе этой формулы в ячейку:  
а) D8; б) E7; в) C6; г) F10?
6. В ячейке E4 находится формула  $\text{СУММ}(A4:D4)$ . Куда она переместится и как изменится при:  
а) удалении строки 2; б) удалении строки 7; в) вставке пустой строки перед строкой 4; г) удалении столбца C; д) вставке пустого столбца перед столбцом F.
7. К таблице «Оплата электроэнергии», полученной при выполнении задания 6 из предыдущего параграфа, добавьте расчет всей выплаченной за год суммы денег и сумм, выплаченных за каждый квартал (квартал — 3 месяца).

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 20. ЦОР № 2, 3, 8.

## § 23

### Деловая графика. Условная функция

Основные темы параграфа:

- графические возможности табличного процессора;
- типы диаграмм;
- условная функция.

#### Графические возможности табличного процессора

Замечательным свойством электронных таблиц является возможность графического представления числовой информации, содержа-

щейся в таблице. Для этого существует специальный **графический режим** работы табличного процессора. Графики придают наглядность числовым зависимостям.

### Типы диаграмм

Табличные процессоры дают возможность получать самые различные формы диаграмм и графиков. Ниже на рисунках показаны два типа диаграмм: **круговая** на рис. 4.1 и **столбчатая** на рис. 4.2. Исходные данные для этих диаграмм извлекаются из одинаковых диапазонов ячеек A2:A6 и D2:D6 таблиц из предыдущего параграфа. Первый диапазон содержит названия продуктов, второй — количество проданных единиц каждого продукта. Из диаграмм сразу видно, что наибольшим спросом у покупателей пользуется йогурт.

Круговую диаграмму обычно используют в тех случаях, когда нужно показать, какую часть от целого (круга) составляют отдельные величины (секторы). Столбчатая диаграмма (гистограмма) позволяет наглядно сопоставить между собой отдельные величины.

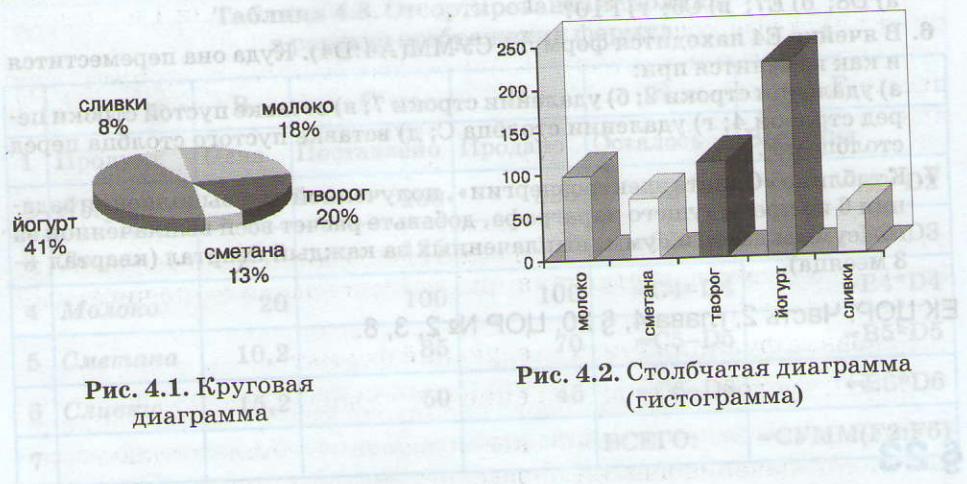


Рис. 4.1. Круговая диаграмма

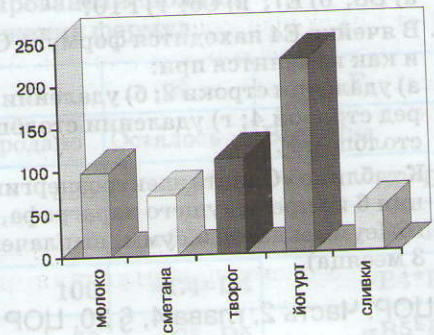


Рис. 4.2. Столбчатая диаграмма (гистограмма)

### Условная функция

Продолжим обсуждение задачи об учете продажи молочных продуктов в торговом павильоне. В случае если тот или иной продукт продан полностью, необходимо организовать его подвоз в торговый павильон. Чтобы отразить это в электронной таблице, добавим в табл. 4.8 новый столбец с названием «Подвоз». В ячейках этого столбца будет высвечиваться слово «Да», если подвоз соответствующего продукта необходим, и «Нет», если продукт подвозить не надо. Разумеется, значения «Да» или «Нет» табличный процессор должен определить сам автоматически.



Для решения задачи воспользуемся **условной функцией**. Общий вид условной функции следующий:

**ЕСЛИ**(<условие>; <выражение 1>; <выражение 2>)

<Условие> — это логическое выражение, которое может принимать значение **ИСТИНА** или **ЛОЖЬ**. С логическими выражениями вы познакомились в главе о базах данных. В электронных таблицах они имеют тот же смысл. <Выражение 1> и <выражение 2> могут быть числами, формулами или текстами.



Условная функция, записанная в ячейку таблицы, выполняется так: если <условие> истинно, то значение данной ячейки определяет <выражение 1>, в противном случае — <выражение 2>.

В нашем случае условие означает проверку на равенство нулю количества оставшегося продукта. В качестве выражений 1 и 2 выступают текстовые константы «Да» и «Нет».

После внесенных изменений учетный документ примет вид, представленный в табл. 4.9 (в режиме отображения формул) и в табл. 4.10 (в режиме отображения значений).

### Коротко о главном

В современных табличных процессорах реализована деловая графика: возможность построения диаграмм и графиков по числовым данным в таблице.

Условная функция имеет следующий формат:

**ЕСЛИ**(<условие>; <выражение 1>; <выражение 2>)

Здесь <условие> — логическое выражение. Если <условие> истинно, то значение ячейки определяет <выражение 1>, если ложно — <выражение 2>.

### Вопросы и задания

1. Что такое деловая графика?
2. Какой вид имеет условная функция? Как она выполняется?
3. Продолжите выполнение проектного задания. На основании таблицы «Оплата электроэнергии» (задание 6 из § 21) постройте столбчатую диаграмму, отражающую ежемесячный расход электроэнергии в течение года.

Таблица 4.9. Таблица с условной функцией в режиме отображения формул

A	B	C	D	E	F	G
1	Продукт	Цена	Продано	Осталось	Выручка	Подвоз
2	Йогурт	5,4	250	=C2-D2	=B2*D2	=ЕСЛИ(E2=0;"Да";"Нет")
3	Творог	18,5	125	=C3-D3	=B3*D3	=ЕСЛИ(E3=0;"Да";"Нет")
4	Молоко	20	100	=C4-D4	=B4*D4	=ЕСЛИ(E4=0;"Да";"Нет")
5	Сметана	10,2	85	=C5-D5	=B5*D5	=ЕСЛИ(E5=0;"Да";"Нет")
6	Сливки	15,2	50	=C6-D6	=B6*D6	=ЕСЛИ(E6=0;"Да";"Нет")
7				ВСЕГО:	=СУММ(F2:F6)	

Таблица 4.10. Таблица с условной функцией в режиме отображения значений

A	B	C	D	E	F	G
1	Продукт	Цена	Продано	Осталось	Выручка	Подвоз
2	Йогурт	5,4	250	225	25	Нет
3	Творог	18,5	125	110	15	Нет
4	Молоко	20	100	100	0	Да
5	Сметана	10,2	85	70	15	Нет
6	Сливки	15,2	50	45	5	Нет
7				ВСЕГО:	6648	

По таблице «Оплата электроэнергии» с добавленным расчетом выплаченной суммы денег за каждый квартал (задание 7 из § 22) получите круговую диаграмму, отражающую относительные размеры выплат в каждом квартале.

К таблице «Оплата электроэнергии» добавьте расчет среднемесячной платы, а также придумайте и реализуйте способ подсчета количества месяцев, плата за которые была выше среднемесячной.

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 21. ЦОР № 8.

www

## § 24

### Логические функции и абсолютные адреса

Основные темы параграфа:

- запись и выполнение логических функций;
- абсолютные адреса;
- функция времени.

#### Запись и выполнение логических функций

Продолжим совершенствование таблицы учета продажи молочных продуктов. В условии подвоза товара желательно учесть следующее обстоятельство: подвозить товар не имеет смысла, если торговый павильон заканчивает работу. Это тоже можно предусмотреть в электронной таблице. Ячейку E9 будем использовать для хранения значения времени (в часах), оставшегося до конца рабочего дня. Условие подвоза товара сформулируем так: *товар подвозить, если оставшееся его количество равно нулю И до конца рабочего дня осталось больше двух часов.*

При записи сформулированного выше условия в форме логического выражения должна быть использована логическая операция И (конъюнкция, логическое умножение). Работая с базами данных, вы познакомились с логическими операциями. Однако в электронных таблицах несколько иные правила записи логических выражений, содержащих логические операции.



В электронных таблицах логические операции (И, ИЛИ, НЕ) рассматриваются как логические функции.



Например, логическое выражение, которое принимает значение ИСТИНА, если выполняется сформулированное выше условие подвоза товара, пишется следующим образом (для второй строки, т. е. для йогурта):

$$\text{И}(E2=0; E9>2)$$

Перед скобками ставится имя логической операции (функции), а в скобках — логические операнды.

Следовательно, теперь условная функция в ячейке G2 должна выглядеть так:

$$\text{ЕСЛИ}(\text{И}(E2=0; E9>2); \text{"Да"}; \text{"Нет"})$$

Но в этой формуле таится опасность. Вам уже известно, что при любых манипуляциях с таблицей, связанных с переносом формул в другие ячейки, происходит изменение адресов переменных. Работает принцип относительной адресации. Однако в данном случае адрес ячейки E9 не должен изменяться в формуле. Иначе говоря, этот адрес должен быть не относительным, а **абсолютным**.

#### Абсолютные адреса

Существует способ «замораживания» адресов в электронных таблицах. На «замороженный» в формуле адрес ячейки не распространяется принцип относительности. Обычно для этой цели используется значок «\$». Можно «заморозить» только номер строки или только имя столбца. Чтобы адрес ячейки сделать абсолютным (неизменным при любом переносе формулы в таблице), нужно знак «\$» писать дважды:  $\$E\$9$ .

Теперь должно быть понятно, что условную функцию, решающую вопрос о подвозе товара, следует записать так:

$$\text{ЕСЛИ}(\text{И}(E2=0; \$E\$9>2); \text{"Да"}; \text{"Нет"})$$

#### Функция времени

Осталось обсудить формулу, вычисляющую количество времени, оставшееся до конца рабочего дня. Можно, посмотрев на часы, вручную вставить это время в ячейку E9. Но в современных табличных процессорах существуют специальные функции (функции времени), позволяющие получить текущее время. Это возможно благодаря тому, что в состав аппаратной части компьютеров входит **таймер** — внутренние часы компьютера. Если рабочий день заканчивается в 20 часов, то формула должна быть такой: 20 — **ТЕКУЩИЙ**

ЧАС. Пусть, например, функция определения текущего часа записывается так: ЧАС(ТДАТА()).

После внесения изменений таблица в режиме отображения формул примет вид табл. 4.11, а в режиме отображения значений — табл. 4.12.

Обратите внимание на то, что из табл. 4.12 следует, что молоко уже закончилось, но подвозить его не следует, так как до конца рабочего дня осталось 2 часа.

### Коротко о главном

При записи логических выражений можно пользоваться логическими операциями: И, ИЛИ, НЕ. В электронных таблицах логические операции употребляются как функции.

Возможно «замораживание» адресов ячеек, используемых в формулах. «Замороженный» адрес становится абсолютным, т. е. на него не распространяется принцип относительной адресации.

### Вопросы и задания

1. Как в электронной таблице реализуются логические операции при записи условных функций?
2. Что такое абсолютный адрес?
3. Продолжите выполнение проектного задания. В таблице «Оплата электроэнергии» (задание 6 из § 21) используйте абсолютный адрес для ячейки, хранящей стоимость 1 кВт · ч электроэнергии.  
В таблице «Оплата электроэнергии» используйте следующее правило для подсчета суммы оплаты: если израсходовано не более 100 кВт · ч, то цена 1 кВт · ч равна 1,5 руб.; если израсходовано более 100, но менее 300 кВт · ч, то цена — 1,8 руб.; если израсходовано не менее 300 кВт · ч, то цена 1 кВт · ч равна 2 руб. Используйте логические функции.

ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 22. ЦОР № 2, 3, 9.



www

Таблица 4.11. Таблица в режиме отображения формул

A	B	C	D	E	F	G
1	Продукт	Цена	Продано	Осталось	Выручка	Подвоз
2	Йогурт	5,4	250	=C2 - D2	=B2*D2	=ЕСЛИ(И(E2=0;\$E\$9>2),"Да","Нет")
3	Творог	18,5	125	=C3 - D3	=B3*D3	=ЕСЛИ(И(E3=0;\$E\$9>2),"Да","Нет")
4	Молоко	20,0	100	=C4 - D4	=B4*D4	=ЕСЛИ(И(E4=0;\$E\$9>2),"Да","Нет")
5	Сметана	10,2	85	=C5 - D5	=B5*D5	=ЕСЛИ(И(E5=0;\$E\$9>2),"Да","Нет")
6	Сливки	15,2	50	=C6 - D6	=B6*D6	=ЕСЛИ(И(E6=0;\$E\$9>2),"Да","Нет")
7				ВСЕГО:	=СУММ(F2:F6)	
8				=20-ЧАС(ТДАТА())	часа	
9	Осталось	до	конца	дня:		

Таблица 4.12. Таблица в режиме отображения значений

A	B	C	D	E	F	G	
1	Продукт	Цена	Поставлено	Продано	Осталось	Выручка	Подвоз
2	Йогурт	5,4	250	225	25	1215	Нет
3	Творог	18,5	125	110	15	2035	Нет
4	Молоко	20,0	100	100	0	2000	Нет
5	Сметана	10,2	85	70	15	714	Нет
6	Сливки	15,2	50	45	5	684	Нет
7					ВСЕГО:	6648	
8							
9	Осталось	до	конца	дня:	2	часа	

## § 25

**Электронные таблицы  
и математическое моделирование**

*Основные темы параграфа:*

- *математическое моделирование;*
- *этапы математического моделирования на компьютере;*
- *пример математического моделирования в электронных таблицах.*

**Математическое моделирование**

Что такое компьютерное математическое моделирование? Снова вернемся к теме математического моделирования, обсуждение которой было начато в § 9. Реальную систему, для которой создается математическая модель, принято называть объектом моделирования. Объектами математического моделирования могут быть некоторые конструкции, например, железнодорожный мост или корабль; природные объекты, например, месторождение полезных ископаемых, водохранилище, а также процессы и явления, происходящие во времени, например, взлет космической ракеты с космодрома, изменение погодных условий в определенной географической точке, изменение со временем численности определенных популяций.

Для людей могут оказаться жизненно важными многие вопросы, связанные с этими объектами и процессами. Например: на какой высоте ракета достигнет первой космической скорости и выйдет на орбиту спутника Земли; до какой предельной температуры нагреется ее оболочка? Какой может быть максимальная нагрузка на железнодорожный мост, при которой не будет происходить его разрушение? Каким будет уровень воды в водохранилище в тех погодных условиях, которые предсказывают метеорологи? Не вымрет ли данная популяция животных через сто лет?

На эти вопросы желательно получить ответы теоретическим путем, поскольку экспериментальный путь либо невозможен, либо возможен, но опасен. Например, при перегрузке моста можно его разрушить, при перегреве корпуса ракеты ее можно сжечь; а экспериментально проверить, что будет с популяцией животных через сто лет, невозможно. В подобных ситуациях на помощь человеку приходят математическое моделирование и вычислительный эксперимент.

### Этапы математического моделирования на компьютере

В математической модели используются количественные (числовые) характеристики объекта. Например, в математической модели полета ракеты учитываются масса и скорость ракеты, сила тяги двигателей, сопротивление атмосферного воздуха, теплоемкость обшивки ракеты, время полета, высота ракеты над поверхностью Земли, плотность атмосферы. Все эти величины связываются между собой через уравнения, отражающие физические законы движения тела в воздушной среде, нагревания тела в процессе трения. Из этих уравнений, зная одни величины — исходные данные, можно вычислить другие величины — результаты. Например, зная массу ракеты, силу тяги двигателей, скорость сгорания топлива, коэффициент трения воздуха о корпус, можно вычислить, какой будет высота и скорость ракеты в данный момент времени, а также температура обшивки ракеты. Часто такие расчеты бывает трудно осуществить вручную, и тогда используются компьютерные методы решения задачи.

Повторим определения понятий, которые были введены в § 9.



Реализованная на компьютере математическая модель называется **компьютерной математической моделью**, а проведение расчетов с помощью компьютерной модели с целью прогнозирования поведения моделируемой системы называется **вычислительным экспериментом**.

Таким образом, этапы компьютерного математического моделирования следующие:

- 1) выделение количественных характеристик моделируемой системы, существенных для решаемой задачи;
- 2) получение математических соотношений (формул, уравнений, систем уравнений и пр.), связывающих эти характеристики;
- 3) определение способа решения полученной математической задачи и реализация ее на компьютере с помощью прикладных программных средств или на языках программирования;
- 4) решение поставленной задачи путем проведения вычислительного эксперимента.

*В результате вычислительного эксперимента можно получить прогноз поведения исследуемой системы; выяснить вопрос о том, как изменение одних характеристик системы отразится на других.*



Одним из видов прикладных программных средств, пригодных для реализации математической модели на компьютере, являются табличные процессоры.

#### Пример математического моделирования в электронных таблицах

Чаще всего электронные таблицы используются в задачах такого типа, которые были рассмотрены в предыдущих параграфах: для получения расчетных ведомостей, смет, справок, списков, т. е. в области делопроизводства. Однако электронные таблицы могут оказаться полезными и для научных целей. С их помощью можно строить компьютерные математические модели, проводить вычислительные эксперименты. Рассмотрим пример такого вычислительного эксперимента.

Ученые установили, что прирост какого-либо вида живых организмов за счет рождаемости прямо пропорционален их количеству, а убыль за счет смертности прямо пропорциональна квадрату их количества. Этот закон известен под названием *закона Мальтуса*.

Пусть в одном хозяйстве собираются разводить карпов. Прежде чем запускать мальков в пруд, решили провести расчеты. Согласно закону Мальтуса, изменение числа рыб за один год вычисляется по формуле

$$\Delta N = kN - qN^2.$$

Здесь  $N$  — число карпов в начале года,  $k$  — коэффициент прироста,  $q$  — коэффициент смертности. Экспериментально установлено, что для данного вида рыб (карпы) и в данных условиях (состояние водоема, наличие корма)  $k = 1$ ,  $q = 0,001$ .

Если первоначально в пруд запущено  $N_0$  рыб, то из закона следует, что количество карпов через год будет таким:

$$N_1 = N_0 + (kN_0 - qN_0^2).$$

Через два года:

$$N_2 = N_1 + (kN_1 - qN_1^2)$$

и т. д. Можно написать общую формулу для вычисления количества рыб в  $i$ -м году после их запуска:

$$N_i = N_{i-1} + (kN_{i-1} - qN_{i-1}^2) \text{ для } i = 1, 2, 3, \dots$$

Эта формула является математической моделью процесса размножения рыб в водоеме.

Заполним электронную таблицу для проведения по этой формуле расчета рыбного «поголовья» в пруду в течение нескольких лет — табл. 4.13.

Не надо думать, что всю таблицу приходится вводить посимвольно с клавиатуры. Строки, начиная с 7-й, формируются путем копирования предыдущей строки. При этом относительные адреса изменяются автоматически.

Для получения результатов достаточно занести в ячейку F1 первоначальное число рыб.

Таблица 4.13. Расчет числа рыб в пруду с интервалом в год

	A	B	C	D	E	F
1	$k =$	1		$q =$ 0,001	$N =$	
2						
3	Год		Число рыб			
4						
5	1		$=F1 + \$B\$1 * F1 - \$D\$1 * F1 * F1$			
6	$=A5+1$		$=C5 + \$B\$1 * C5 - \$D\$1 * C5 * C5$			
7	$=A6+1$		$=C6 + \$B\$1 * C6 - \$D\$1 * C6 * C6$			
8	$=A7+1$		$=C7 + \$B\$1 * C7 - \$D\$1 * C7 * C7$			
9	$=A8+1$		$=C8 + \$B\$1 * C8 - \$D\$1 * C8 * C8$			
...	.....	..	.....	.....	.....	.....

Теперь можно экспериментировать. Проследим, как за 10 лет будет меняться число карпов при разном количестве первоначально запущенных рыб. Вот несколько таблиц с результатами таких расчетов.

$k=1 \quad q=0,001 \quad N=100$	
Год	Число рыб
1	190
2	343
3	569
4	814
5	965
6	998
7	1000
8	1000
9	1000
10	1000

$k=1 \quad q=0,001 \quad N=1000$	
Год	Число рыб
1	1000
2	1000
3	1000
4	1000
5	1000
6	1000
7	1000
8	1000
9	1000
10	1000

$k=1 \quad q=0,001 \quad N=1500$	
Год	Число рыб
1	750
2	937
3	996
4	1000
5	1000
6	1000
7	1000
8	1000
9	1000
10	1000

$k=1 \quad q=0,001 \quad N=2000$	
Год	Число рыб
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

Не правда ли, удивительные результаты? Из приведенных таблиц следует, что невозможно иметь в пруду 2000 карпов и более. Если начальное число рыб меньше 1000, то оно постепенно будет расти до 1000 штук и далее меняться не будет. Если сразу запустить 1000 рыб, то это количество останется неизменным и в последующие годы. Даже если запустить сначала 1500 рыб, то через год их численность сократится в два раза, а затем все равно дойдет до 1000. Если же запустить в пруд 2000 рыб, то через год все они вымрут.

Из полученных результатов рыбоводы могут сделать практические выводы. Приведенные выше таблицы автоматически получались после изменений значения всего лишь в одной ячейке F1.

### Коротко о главном

Математической моделью называется информационная модель объекта, выраженная математическими средствами (формулами, уравнениями и т. п.).

Табличный процессор может применяться в качестве инструмента для математического моделирования.

Полученную математическую модель можно использовать для проведения вычислительного эксперимента. Вычислительный эксперимент — это расчеты с помощью компьютерной математической модели с целью прогноза поведения какой-то системы, с целью выяснения вопроса о том, как изменение одних характеристик системы отражается на других.



### Вопросы и задания

1. Что такое математическая модель?
2. Что такое вычислительный эксперимент?
3. Проведите вычислительный эксперимент в таблице расчета количества рыб в пруду, поставив следующую цель: подобрать такие значения параметров  $k$  и  $q$ , при которых количество рыб за 10 лет может быть доведено до 2000.

К решению задачи добавьте графическую обработку результатов: график изменения численности рыб с течением времени.



ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 23. ЦОР № 2.

## § 26

## Пример имитационной модели

Основные темы параграфа:

- что такое имитационная модель;
- пример имитационного моделирования в электронной таблице.

#### Что такое имитационная модель

В предыдущем параграфе вы познакомились с примером реализации в электронных таблицах математической модели. Сейчас рассмотрим пример реализации другого типа модели, которая называется **имитационной моделью**.

Об имитационных моделях говорилось в § 9. Вспомним данное там определение:



**Имитационная модель** воспроизводит поведение сложной системы, элементы которой могут вести себя случайным образом. Иначе говоря, поведение которых заранее предсказать нельзя.

#### Пример имитационного моделирования в электронной таблице

Как и в предыдущем параграфе, пример возьмем из класса моделей, описывающих эволюцию популяций.

Пусть на определенном пространстве случайным образом расселяются живые организмы. В дальнейшем происходит процесс смены поколений: в каких-то местах расселения жизнь сохраняется, в каких-то исчезает. Эти процессы протекают в соответствии с законами эволюции. Законы эволюции в описании модели представляются в виде формальных правил. *Цель моделирования* — проследить изменения в расселении живых организмов со сменой поколений.

Сначала рассмотрим простейший вариант задачи: жизненное пространство одномерное. Это значит, живые организмы расселяются вдоль линии. Будем считать жизненное пространство ограниченным, т. е. рассмотрим отрезок. Отрезок разделяется на ячейки, в пределах каждой из которых может поселиться один организм. Договоримся, что самые крайние ячейки не заселяются. Они определяют границу жизненного пространства.

На рисунке 4.3 показано первоначальное расселение организмов на поле, состоящем из 20 ячеек. Организмы поселились в ячейках с номерами 5, 8 и 12. Ячейки 1 и 20 всегда должны быть пустыми.

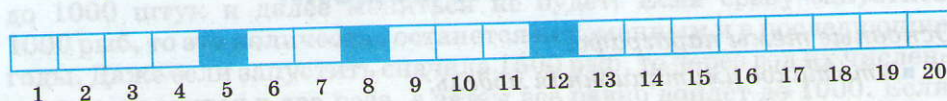


Рис. 4.3. Первоначальное расселение организмов

Теперь сформулируем законы эволюции. В следующем поколении в пустой ячейке жизнь может либо появиться, либо нет. В заселенной ячейке жизнь может либо сохраниться, либо исчезнуть. На состояние данной ячейки влияют ее ближайшие соседи: два соседа слева и два соседа справа. Если ячейка была заселена и число живых соседей не превышает двух, то в следующем поколении в этой ячейке жизнь сохранится, иначе жизнь исчезнет (погибнет от перенаселения). Если в ячейке жизни не было, но среди ее соседей есть 1, 2 или 3 живые ячейки, то в следующем поколении в этой ячейке появится жизнь. В противном случае ячейка останется пустой.

Следует учитывать, что у ячеек, расположенных у края, число соседей меньше других. У ячейки номер 2 соседи: 1, 3 и 4. Но ячейка 1 всегда пустая. У ячейки номер 3 из четырех соседей живыми могут быть не больше трех (2, 4, 5). Аналогичная ситуация у крайних правых ячеек.

То, что сказано выше, есть модельное описание процесса эволюции популяции. Формализуем это описание. Распределение живых организмов по ячейкам будем кодировать последовательностью из нулей и единиц. Ноль обозначает пустую ячейку, единица — живую. Например, расселение, отображенное на рис. 4.3, кодируется следующим образом:

00001001000100000000

Номер ячейки обозначим  $n$ , а двоичное число, соответствующее этой ячейке в текущем поколении, обозначим  $R(n)$ . В рассматриваемом примере  $R(5) = R(8) = R(12) = 1$ . Все остальные значения ячеек равны нулю.

Значения кода в  $n$ -й ячейке для следующего поколения будем обозначать  $S(n)$ . Внимательно проанализировав сформулированные выше правила эволюции, приходим к следующей формуле:

Если  $1 \leq R(n-2) + R(n-1) + R(n) + R(n+1) + R(n+2) \leq 3$ ,  
то  $S(n) = 1$ , иначе  $S(n) = 0$ .

Эта формула работает для значений  $n$  от 3 до 18. Всегда:  $S(1) = S(20) = 0$ . Для ячеек с номерами 2 и 19 в данной сумме нужно убрать по одному слагаемому. Но можно поступить иначе, чтобы оставить справедливой данную формулу для всех ячеек жизненного пространства. Для этого к отрезку добавим по одной фиктивной ячейке справа и слева. Их номера будут, соответственно, 0 и 21. В этих ячейках, как и в ячейках 1 и 20, всегда будут храниться нули. Тогда написанную формулу можно применять для  $n$  от 2 до 19.

Итак, модель построена и формализована. Однако имитационной моделью она станет только в результате реализации с помощью какого-то программного компьютерного средства. В качестве такого средства выберем табличный процессор.

Моделью жизненного пространства будет строка электронной таблицы. Первая строка — первое поколение, вторая строка — второе поколение и т. д. Тогда номера ячеек будут идентифицироваться именами столбцов таблицы. Ячейка 0 — столбец А, ячейка 1 — столбец В и т. д., ячейка 21 — столбец V.

В первой строке выставим единицы в ячейках, заселенных в первом поколении. Это будут ячейки F1, I1, M1. Значения незаполненных ячеек по умолчанию приравниваются к нулю.

Теперь в ячейки второй строки нужно записать формулы. Сделать это достаточно один раз. Например, в ячейку C2 занести следующую формулу

$$=ЕСЛИ(И(А1+В1+С1+D1+E1>=1; А1+В1+С1+D1+E1<=3);1;0)$$

Далее, скопировав эту формулу во все остальные ячейки второй строки с D2 по T2, получим картину распределения живых организмов во втором поколении.

Чтобы получить третье поколение, достаточно скопировать вторую строку (блок C2:T2) в третью строку (блок C3:T3). Так можно продолжать сколько угодно.

На рисунке 4.4 показаны результаты имитационного моделирования процесса эволюции исходного расселения живых организмов вплоть до 10-го поколения. Все очень наглядно. Обратите внимание, как драматично развивались события!

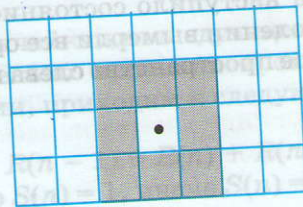
В шестом поколении наступило состояние перенаселения. В результате в седьмом поколении вымерли все организмы, кроме крайних. Их спасло свободное пространство слева и справа. От них пошла новая волна жизни!

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1						1			1				1									
2			0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
4			1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	
5			1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	
6			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1		
7			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
8			1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
9			1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		
10			1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1		

Рис. 4.4. Имитация в электронной таблице эволюции десяти поколений популяции живых организмов

Рассмотренная задача является упрощенным (одномерным) вариантом известной модели Дж. Конуэя, которая называется «Жизнь». В этой модели эволюция популяции живых организмов происходит в двумерном пространстве. Рассматривается прямоугольная область, разделенная на квадратные ячейки. Тогда у каждой внутренней ячейки имеются 8 соседей. Судьба жизни в ячейке также зависит от состояния соседних клеток. Но теперь правила эволюции таковы: если клетка живая и в ее окружении более трех живых клеток, то она погибает от перенаселения; если же живых соседей меньше двух, то она погибает от одиночества. В пустой клетке в следующем поколении зарождается жизнь, если у нее есть ровно три живых соседа.

Попробуйте самостоятельно получить имитационную модель для этой задачи в среде электронной таблицы. Последовательность действий будет аналогичной рассмотренной в примере. По-прежнему для перехода к новому поколению нужно использовать метод копирования диапазона. Но только теперь придется копировать не линейный диапазон, а прямоугольный.





### Коротко о главном

Рассмотренная имитационная модель эволюционного типа позволяет проследить за изменениями в расселении живых организмов со сменой поколений.

Удобство применения электронной таблицы для имитационного моделирования заключается в простоте реализации вычислительного алгоритма и наглядности представления результатов.

### Вопросы и задания

1. Где используется метод имитационного моделирования?
2. В чем отличие эволюционной задачи, решавшейся методом математического моделирования в § 25, от задачи, решавшейся в данном параграфе методом имитационного моделирования?
3. Проведите вычислительный эксперимент на линейной имитационной модели для различных вариантов исходного расселения организмов:
  - а) возможно ли такое расселение, при котором все организмы в конце концов вымрут?
  - б) не ведет ли любое расселение в конечном итоге к одной и той же последовательности поколений?
  - в) что меняется с изменением размера жизненного пространства?
- 4\*. Постройте в электронных таблицах двумерную модель «Жизнь». Проведите вычислительный эксперимент с разными вариантами первоначального расселения организмов. Попробуйте найти такие первоначальные расселения, которые:
  - а) обречены на гибель;
  - б) не меняются со сменой поколений;
  - в) ведут к периодической смене повторяющихся конфигураций расселения.

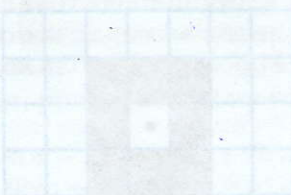
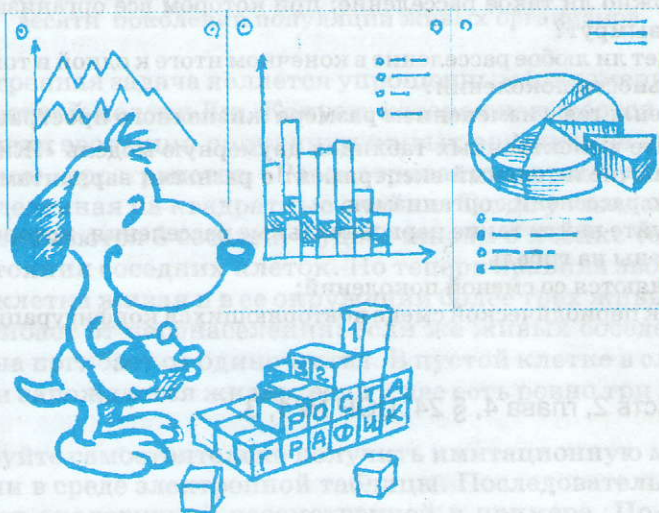
ЕК ЦОР: Часть 2, глава 4, § 24. ЦОР № 1, 3.

www



### Чему вы должны научиться, изучив главу IV

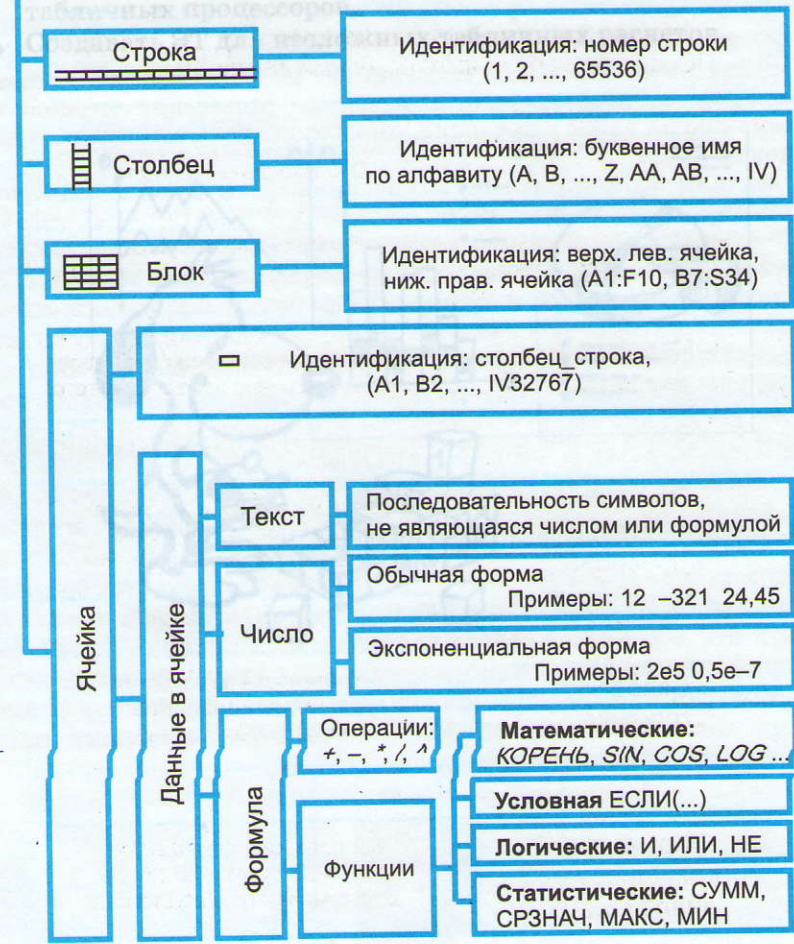
- Освоить один из табличных процессоров.
- Входить в программу, открывать файл с готовой электронной таблицей (ЭТ), сохранять ЭТ, выходить из программы.
- Менять режимы отображения информации в ЭТ.
- Редактировать содержимое ячеек ЭТ.
- Вводить в ячейки таблицы тексты, числа, формулы.
- Выполнять основные операции с диапазонами ЭТ: копирование, удаление, вставку, сортировку.
- Получать диаграммы с помощью графических средств табличных процессоров.
- Создавать ЭТ для несложных табличных расчетов.



Чему вы должны научиться,  
изучив главу IV

# ТЕХНОЛОГИЯ ТАБЛИЧНЫХ

## Информационная структура электронной таблицы (ЭТ)



# Система основных понятий главы IV

## РАСЧЕТОВ

Обработка данных в ЭТ

Табличный процессор  
ПО для работы с электронными таблицами

Режимы  
отображения

Отображение значений

Отображение формул

Пересчет  
формул

С изменением значений операндов  
формула мгновенно пересчитывается

Принцип  
относительной  
адресации

Ссылки на ячейки в формулах  
определены относительно  
месторасположения формулы

Деловая  
графика

Возможность построения  
диаграмм и графиков  
по табличным данным

Команды  
манипулирования  
диапазонами

Копирование фрагментов;  
удаление строк и столбцов;  
сортировка строк по столбцу

В учебно-методический комплект «Информатика» для 7–9 классов общеобразовательных учреждений, разработанный авторским коллективом под руководством И. Г. Семакина, входит электронное приложение в составе:

- **Интерактивный УМК**, размещенный в Интернете, включающий интегрированные мультимедийные объекты, действующие ссылки на открытые образовательные ресурсы, электронные версии контрольных материалов для успешной подготовки к итоговой аттестации, а также средства коммуникации учеников с учителем и друг с другом и инструменты интеграции электронного УМК в информационную среду школы/региона независимо от операционных систем и платформ персональных компьютеров, ноутбуков и планшетных устройств.

Ресурс размещен по ссылке:

<http://e-umk.Lbz.ru/>

с персонализированным доступом по логину и паролю. Интерактивный УМК можно использовать через Интернет или в локальной сети образовательного учреждения с установкой на сервере школы.

- **Авторская методическая мастерская** в Интернете с методическими рекомендациями, видео-лекциями, электронной почтой и форумом для общения по ссылке:

<http://metodist.Lbz.ru/authors/informatika/2/>

Электронное приложение находится в открытом доступе.

Для участия в форуме и в просмотре видеолекций необходимо зарегистрироваться на сайте методической службы издательства по адресу:

<http://metodist.Lbz.ru/>

(в левой колонке страницы пункт «Регистрация»).