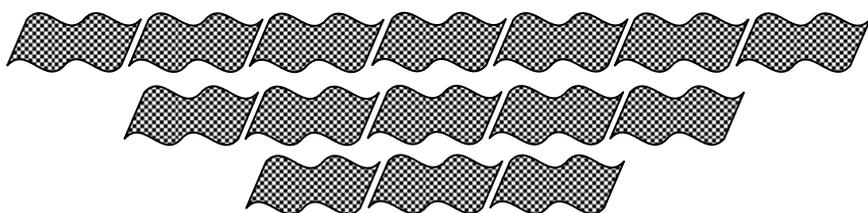


# **ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ**



**Издательство ТГТУ**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**"Тамбовский государственный технический университет"**

**Е.А. РАКИТИНА, В.Л. ПАРХОМЕНКО**

**ИНФОРМАТИКА И  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
В ЭКОНОМИКЕ**

**ЧАСТЬ 1**

Утверждено Ученым советом университета  
в качестве учебного пособия



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2005

УДК 330.47(075)  
ББК У.я73-2  
Р19

Рецензенты:  
Доктор экономических наук, профессор  
*Б.И. Герасимов*  
Доктор педагогических наук, профессор  
*Н.В. Молоткова*

**Ракитина Е.А., Пархоменко В.Л.**

P19 Информатика и информационные системы в экономике: Учеб. пособие. Ч. 1. Тамбов: Изд-во тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 148 с.

Содержит систематизированное изложение курса лекций по информатике и информационным системам в экономике, предусмотренных в качестве обязательных дисциплин в государственном образовательном стандарте специальностей: 080109 – бухгалтерский учет, анализ и аудит; 080105 – финансы и кредит; 080705 – менеджмент организации.

Рассматриваются вопросы, связанные с особенностями создания и функционирования информационных систем, в том числе автоматизированных, закономерностями протекания информационных процессов, средствами и технологиями автоматизированной обработки информации.

Предназначено для студентов экономических специальностей высших учебных заведений.

УДК 330.47(075)

ББК У.я73-2

ISBN 5-8265-0404-8

© Ракитина Е.А., Пархоменко В.Л.,  
2005

© Тамбовский государственный  
технический университет (ТГТУ),  
2005

Учебное издание

РАКИТИНА Елена Александровна  
ПАРХОМЕНКО Василий Львович

ИНФОРМАТИКА И  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
В ЭКОНОМИКЕ

ЧАСТЬ 1

Учебное пособие

Редактор Е.С. Мордасова  
Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано в печать 20.10.05  
Формат 60 × 84 / 16. Бумага газетная. Печать офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Объем: 8,06 усл. печ. л.; 8,22 уч.-изд. л.  
Тираж 100 экз. С. 712

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета,  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В государственном образовательном стандарте для экономических специальностей информатика отнесена к общим математическим и естественнонаучным дисциплинам. Стандарт по информатике требует изучения следующих вопросов: "понятие информации, общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации, технические и программные средства реализации информационных процессов; инструментарии функциональных задач; алгоритмизация и программирование; языки программирования высокого уровня; базы данных; программное обеспечение ЭВМ и технологии программирования; локальные и глобальные сети ЭВМ; основы и методы защиты информации; компьютерный практикум"<sup>1</sup>.

Объем пособия не позволяет полностью раскрыть все вопросы, входящие в курс информатики и информационных систем в экономике. Авторы посчитали наиболее целесообразной следующую структуру изложения материала:

- по каждой теме, вошедшей в данное учебное пособие, приведен план, включающий все основные вопросы, выносимые на экзамен;
- глубина освещения вопросов разная:
  - вопросы, наиболее существенные для понимания курса в целом, раскрыты достаточно полно;
  - некоторые вопросы раскрываются "схематически";
  - для ряда вопросов, которые, как правило, достаточно подробно рассматриваются на лекциях, приводятся только определения основных понятий и/или пояснительные схемы;
  - вопросы, знакомые студентам по школьному курсу и/или материал по которым можно легко найти в других учебниках и учебных пособиях, выносятся на самостоятельное изучение.

### Тема 1 ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАТИКУ.

#### ***ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ***

В данной теме подробно рассмотрим следующие вопросы.

- 1 История развития информатики.
- 2 Основные объекты и методы изучения науки информатики.
- 3 Роль и место информации в современной естественнонаучной картине мира.
- 4 Основные подходы к феномену информации в современной науке.
- 5 Основные подходы к определению понятия "информация".
- 6 Носители информации. Виды и свойства информации.
- 7 Измерение информации.

**"Кто владеет информацией - владеет миром"**

*Талейран*

### 1 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАТИКИ

**Информатика как самостоятельная отрасль научного знания и область практической деятельности появилась во второй половине XX в. Ее истоками можно считать:**

---

<sup>1</sup> Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки специалистов по специальностям 060400, 060500, 060800. М.: Принт, 2000. 49 с.

- теорию информации, тесно связанную с теорией связи в технических системах (телефон, телеграф, радиосвязь), в частности, математическую теорию связи (Клод Шеннон, 1948 г.);
- кибернетику, исследующую общие законы управления в системах различной природы, основы которой заложил Ноберт Винер (1948 г.);
- теорию автоматов, основы которой заложил Джон фон Нейман (1946 г.);
- теорию алгоритмов (Н. Вирт, Э. Дейкстра, А.П. Ершов, Д. Кнут и др.).

**Информатику традиционно связывают с развитием компьютерной техники. Но компьютер послужил лишь катализатором тенденций, которые возникли в науке и практике задолго до его появления. Каковы же эти тенденции? Прежде всего, резкое нарастание объема информации, которая с развитием средств связи становится доступной отдельному человеку. Приходит осознание того, что человеческие возможности восприятия и переработки информации ограничены. В то же время научно-технический прогресс, сопровождаемый высокими скоростями, развитием сложных технических комплексов, ставит человека в условия, когда ему необходимо научиться быстро и безошибочно перерабатывать информацию, чтобы эффективно управлять техникой. Решения часто приходится принимать в условиях дефицита времени, которые, к тому же, они могут быть чреваты большими последствиями. Задачи управления требуют применения таких средств, которые помогают собрать более полную информацию, надежно ее хранить, быстро распространять и безошибочно обрабатывать. Таким средством и стал компьютер. По сути, информатика призвана заниматься решением проблем, связанных с необходимостью организации информационных процессов (сбор, хранение, передача, обработка, защита и т.п.) и эффективного использования информационных ресурсов.**

**Компьютерные средства работы с информацией как основной объект изучения современной информатики представляет собой неразрывное единство трех частей – технического, программного и алгоритмического обеспечения информационных процессов и информационных систем. Основной вопрос информатики – каковы информационные процессы и как они могут быть эффективно автоматизированы?**

**Информатика широко использует достижения таких дисциплин, как математика, лингвистика, семиотика (наука о знаковых системах), логика, computer science, робототехника, инженерия знаний и др. В становлении информатики как науки вклад внесли многие замечательные ученые, среди них А.Н. Колмогоров, В.А. Котельников, А.А. Ляпунов, А.П. Ершов, В.С. Леднев, А.А. Харкевич, А.Я. Хинчин и др.**

## 2 ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НАУКИ ИНФОРМАТИКИ

Существует много определений информатики как науки и учебной дисциплины. Такое многообразие мнений отражает тот факт, что информатика – это бурно развивающаяся наука, находящаяся в периоде становления. Сегодня быстро изменяются не только аппаратные средства и программное обеспечение, но и методы работы с информацией, а также понимание роли информации в эффективном использовании ограниченных материальных ресурсов и технических возможностей современного производства.

Чтобы определиться с основными объектами изучения в информатике, приведем несколько определений информатики, которые представляют спектр основных мнений.

В 1978 г. на Международном конгрессе по информатике была предложена следующая формулировка определения понятия "информатика": "Понятие информатики охватывает области, связанные с разработкой, созданием, использованием и материально-техническим обслуживанием систем обработки информации, включая машины, оборудование, математическое обеспечение, организационные аспекты, а также комплекс промышленного, коммерческого, административного и социального воздействия".

В следующем определении в явном виде подчеркивается двойственный характер информатики – фундаментальность и технологичность: "Информатика – в настоящее время одна из фундаментальных областей научного знания, формирующая системно-информационный подход к анализу окружающего мира, изучающая информационные процессы, методы и средства получения, преобразования, передачи,

хранения и использования информации. Вместе с тем информатика – это стремительно развивающаяся и постоянно расширяющаяся сфера практической деятельности человека, связанная с использованием информационных технологий".

**Методологическое определение: "Информатика – комплекс научных направлений и наукоемких технологий, объединенных общим методом исследования – информационным подходом и общим предметом исследования – информационными процессами".**

На наш взгляд, *информатика – это наука о закономерностях протекания информационных процессов в системах различной природы, о методах, средствах и технологиях автоматизации информационных процессов, о закономерностях создания и функционирования информационных систем.*

В данной формулировке подчеркивается, что объектом изучения информатики как науки являются именно *законы, закономерности*, поскольку цели любой науки не только объяснительные, но и прогностические. Основной предмет изучения – информационные процессы, но не сами по себе, а в их привязке к "носителю" – информационным системам. Прагматизм информатики обусловлен тем, что предметом ее исследования являются также методы, средства и технологии, обеспечивающие эффективную организацию информационных процессов и их автоматизированное выполнение.

С точки зрения вузовского образования, *информатику следует рассматривать как существенный элемент гуманитарной культуры человека*, который вносит решающий вклад в формирование современного научного мировоззрения, дает ключ к пониманию многих явлений нашей жизни, снабжает умениями, необходимыми для ориентирования в современном информационном пространстве и успешной деятельности в нем.

Таким образом, **основными объектами** изучения в информатике являются:

- *информационные объекты* (тексты, совокупности данных, алгоритмы и т.п.), т.е. информация, зафиксированная на каком-либо носителе;
- *информационные ресурсы* общества как совокупность созданных человечеством информационных объектов;
- *информационные процессы* (поиск, отбор, хранение, передача, обработка, хранение, кодирование, защита);
- *информационные модели* (в частности, структуры данных, алгоритмы, программы);
- *информационные технологии*, как совокупность методов, способов, протоколов реализации информационных процессов;
- *информационные системы*, как совокупность информационных ресурсов вместе с допустимыми для них информационными процессами, реализуемыми с помощью информационных технологий;
- компьютер и компьютерные системы как универсальные *средства автоматизации* информационных процессов.

В любом научном исследовании важно не только то, *что* исследуется, но и то, *как* исследуется, т.е. важно иметь представление об основных методах исследования, а также о специфике применения общенаучных методов в данной области знания. Общими для всех наук методами исследования являются наблюдение, теоретический анализ, эксперимент, в том числе вычислительный, моделирование и др. В каждой конкретной науке эти методы приобретают свою специфику.

**Основными методами** исследования в информатике являются:

- системно-информационный анализ как конкретизация системного подхода;
- информационное моделирование как конкретизация общенаучного метода моделирования;
- компьютерный эксперимент как разновидность свойственного всем наукам вычислительного эксперимента.

Быстрое увеличение объема существующей и циркулирующей в обществе информации ставит современного человека перед проблемой умения работать с ней: находить, отбирать нужное, хранить, упаковывать и быстро извлекать из хранилища, обрабатывать и преобразовывать. Причем, информация все чаще может быть представлена не только в текстовом, наиболее привычном виде, но и как видео- и аудиоматериалы, схемы и анимационная графика и т.п. Владение методами, приемами и средствами работы с информацией становится одним из основных профессионально важных качеств специалиста любого профиля.

### 3 РОЛЬ И МЕСТО ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ КАРТИНЕ МИРА

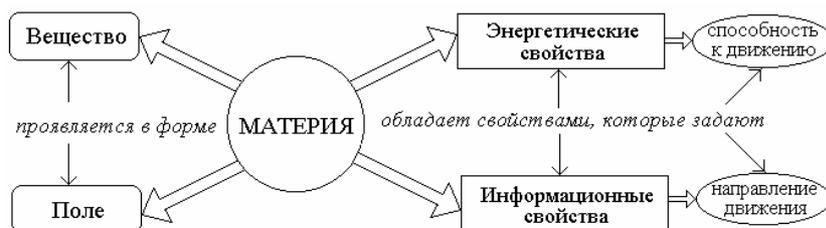
В основе современной естественнонаучной картины мира лежит понятие **материи**. Для человека материя является объектом изучения и преобразования. Материя проявляется в двух формах: в форме вещества и в форме поля. Человек научился преобразовывать в своих интересах и вещество, и поле. Но чтобы успешно осуществлять преобразования, нужны определенные усилия – умственные и физические. Размышляя об этом, человек пришел к понятию **энергии**, как неотъемлемого свойства материи. Важность этого понятия для развития производства была такова, что установление законов изменения энергии, поиск ее источников на какое-то время стали одними из главных задач науки.

XX век с полным правом можно назвать веком научных революций. Теория относительности, квантовая теория, психоанализ, кибернетика и, наконец, информатика в корне поменяли научное представление о мире. Постепенно стало ясно, что преобразовательская деятельность, даже при достаточном количестве энергии, имеет свои ограничения. После взрыва атомной бомбы человечество особенно серьезно задумалось о том, что его действия могут иметь непредусмотренные последствия.

Постепенно пришло научное осознание факта (который на уровне религиозных воззрений был известен в глубокой древности), что каждый предмет, явление, событие имеет какой-то вполне определенный **смысл** в общей картине мироздания. Человек в своей преобразовательской деятельности может учитывать или не учитывать этот смысл, однако в последнем случае есть опасность нарушить какие-то до конца не осознанные законы. А нарушение объективных законов всегда ведет к непредсказуемым, часто катастрофическим последствиям. Поэтому одной из главных задач современной науки стало выяснение **смысловых** или, иначе говоря, **семантических свойств материи**. Причем, большинство ученых склоняются к мысли, что в наибольшей степени семантическое свойство материи нашло свое отражение в научном языке в понятии "**информация**".

Иными словами, информация как философская категория отражает семантические свойства материи. Это, в частности, означает, что (рис. 1):

- будучи свойством материи, информация присуща каждому материальному объекту;
- будучи семантическим свойством материи, она отражает смысловую сторону материального объекта;
- поскольку всеобщей формой существования материи является ее движение, изменение, то информация – это свойство материи, задающее (определяющее, отражающее) направление этого движения, его цель и смысл.



**Рис. 1 Схематическое представление современной естественнонаучной картины мира**

Таким образом, понятие информации – одно из фундаментальных в современной науке. Наряду с такими понятиями, как вещество, энергия, пространство и время, оно составляет основу современной научной картины мира.

Методология современной науки базируется на информационном, системном, синергетическом подходах. Суть *информационного подхода* к научным исследованиям заключается в том, что при изучении любого объекта, процесса или явления (природного, технического или социального) в первую очередь выявляются и анализируются их информационные характеристики. При этом часто удается выявить такие ранее незамеченные свойства этих объектов, которые оказываются принципиально важными для понимания глубинной сущности явлений и закономерностей их дальнейшего развития. Анализ информационной среды, в которой находятся изучаемые объекты, также помогает исследователю выявить

причины многих явлений, в глубине которых, как правило, оказываются скрытыми информационные процессы.

#### 4 ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ФЕНОМЕНУ ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ

##### **В науке существует три основных подхода к феномену информации:**

1 *Атрибутисты* полагают, что информация как *семантическое свойство материи* является неотъемлемым *атрибутом* всех систем объективной реальности, она существовала и существует вечно, является "организующим началом" в неживой и живой природе.

2 *Функционалисты* отрицают существование информации в неживой природе. По их мнению, информация – это одна из функций жизни, основное отличие живого от неживого. Именно информация через информационные процессы реализует *функцию управления (самоуправления)* в биологических, социальных и социотехнических системах.

3 *Антропоцентристы* ограничивают сферу распространения информации главным образом *социальными системами* и определяют ее как содержание (смысл) сигнала, полученного человеком из внешнего мира. С их точки зрения говорить о *смысле* сигнала, а, следовательно, об информации можно только по отношению к человеку и обществу.

**Все точки зрения имеют право на существование и исследуются в соответствующих областях науки: информация как семантическое свойство материи изучается в философии, информатике, физике; информация как функция управления изучается в кибернетике, физиологии, биологии; информация как интерпретация человеком воспринятого сигнала изучается в лингвистике, социологии, психологии.**

Информатика изучает информационные процессы прежде всего в социотехнических (человеко-машинных) системах. Эти системы относятся к типу управляемых и самоуправляемых систем и обязательно включают в себя субъекта – человека. Поэтому информатике как науке "ближе" второй и третий подходы. Это не означает отрицания наличия информации в неживой природе – просто эти проблемы интересуют информатику в меньшей степени. В современной информатике "на равных" существуют две точки зрения:

1 Все объекты в окружающем нас мире **обладают** некоторым смыслом (несут некоторую информацию), а человек, изучая их, пытается проникнуть в этот смысл, раскрыть его (получить информацию). Иными словами, информация объективно присуща материи и не зависит от человека.

2 Человек в процессе познания и практической деятельности **приписывает** объектам некоторый смысл, т.е. объявляет их "имеющими" некоторую информацию. В этом случае, информация субъективна и существует только в человеческом сознании, а в информационных процессах участвуют объективные (не зависящие от восприятия человека) сигналы, которым мы можем приписывать смысл более или менее произвольно.

В настоящее время обе эти точки зрения имеют как сторонников так и противников. Однако противоположность взглядов на сущность информации не влияет на единство подходов к изучению свойств информационных сигналов, их проявлений в информационных процессах и возможность автоматизации этих процессов с помощью средств вычислительной техники.

#### 5 ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ "ИНФОРМАЦИЯ"

**Информация** – от латинского *informatio* – сведения, разъяснения, изложение.

Однозначно определить, что же такое информация так же невозможно, как невозможно это сделать для понятий "время", "энергия", "качество" и пр. Сравните следующие определения понятия "информация" и определите, какие общие свойства в них отмечаются и в чем состоят различия.

1 Наиболее общим **философским** определением является следующее: *информация – это отраженное разнообразие, возникающее в результате взаимодействия объектов.*

**Мы привыкли к тому, что мир вокруг нас изменчив, мы и замечаем его именно в процессе изменения, т.е. информация возникает, когда нарушается однообразие и это нарушение каким-то образом отражается, проявляет себя в сигналах.**

2 Смысл чего-либо у человека часто ассоциируется с упорядоченностью, организованностью. Роль "смысла" может играть структура, способ взаимосвязи. Это отражено в следующем определении: *информация – это атрибут материи, выступающий в пассивной форме как отражение организованности (дезорганизованности) материи, а в активной форме как средство организации (деорганизации) материи.*

3 Под информацией **в быту** (житейский аспект) понимают сведения об окружающем мире и протекающих в нем процессах, воспринимаемые человеком или специальными устройствами (С.И.Ожегов. Толковый словарь русского языка). Чтобы человек воспринимал эти сведения как информацию, они должны обладать *новизной*.

4 **В теории связи** под информацией принято понимать *любую последовательность сигналов, которая хранится, передается или обрабатывается с помощью технических средств, не учитывая их смысл.*

5 **В кибернетике** под информацией понимается *только та часть знаний, которая используется для ориентирования, активного действия, управления, т.е. в целях сохранения, совершенствования, развития системы.*

6 Под информацией **в теории информации** понимают не любые сведения, а лишь те, которые снимают полностью или уменьшают существующую до их получения *неопределенность*. *Информация – это снятая неопределенность.*

7 Под информацией **в документалистике** понимают все то, что так или иначе зафиксировано в знаковой форме в виде документов.

8 **В информатике** информацию рассматривают как *продукт взаимодействия зарегистрированных сигналов – данных и методов их обработки, адекватных решаемой задаче.*

Поясним это определение, наиболее важное для курса информатики.

Все физические объекты находятся в состоянии непрерывного движения и изменения, которые сопровождаются обменом энергии и переходом ее из одной формы в другую. Все виды энергообмена сопровождаются появлением *сигналов*. При взаимодействии сигналов с физическими объектами в последних возникают определенные изменения свойств. Это явление называется *регистрацией сигналов*. Такие изменения можно наблюдать, измерять или фиксировать разными способами, при этом образуются новые сигналы – данные. Но мало зарегистрировать сигналы и получить данные – надо знать, что и как с этими данными можно делать, т.е. необходимо владеть *методами обработки данных*. Причем в каждом конкретном случае из всего многообразия методов обработки данных необходимо выбирать те, которые помогут решить стоящую перед человеком задачу.

**ПРИМЕР 1.** Вы хотите узнать, который час. Вы смотрите на часы и видите лишь положение стрелок относительно делений на циферблате – это зарегистрированный сигнал, который для вас является исходными данными. Эти данные *могут стать информацией для вас* только при наличии соответствующего метода обработки. В данном случае методы обработки данных включают в себя знание цены деления шкалы (5 минут или 1 час), арифметические правила умножения и сложения и пр. Применение этих методов к данным о положении стрелки позволит вам получить информацию о текущем времени.

**ПРИМЕР 2.** Все файлы, хранящиеся в памяти компьютера записаны в двоичном коде. Но если Вы в текстовом редакторе откроете файл, созданный в графическом редакторе, то в лучшем случае увидите на экране набор малопонятных символов. Методы обработки двоичных кодов в этих программных средствах различны. Только применение соответствующих методов обработки (в нашем случае – правильный выбор программного средства) позволит Вам увидеть, какой рисунок содержится в файле.

## 6 НОСИТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ. ВИДЫ И СВОЙСТВА ИНФОРМАЦИИ

Информация всегда связана с материальным носителем. **Носитель информации** – среда для записи и хранения информации. Носителем информации может быть любой *материальный предмет* (бумага,

камень, стена, поверхность дискеты), *волны* различной природы (акустическая – звук, электромагнитная – свет, радиоволна, гравитационная – давление, притяжение), особые *состояния вещества* (концентрация молекул в жидком растворе, температура и давление газа, расположение молекул в кристалле процессора и др.).

*Способ передачи информации – сигнал.*

*Информационный сигнал* – физический процесс, имеющий для человека или технического устройства информационное значение. Он может быть непрерывным (аналоговым) или дискретным.

*Аналоговый сигнал* – сигнал, *непрерывно изменяющийся* по амплитуде и во времени.

Сигнал называется *дискретным*, если он может принимать лишь *конечное число значений* в определенный период времени.

В реальной жизни мы чаще всего воспринимаем непрерывные сигналы. Даже речь человека по сути представляет собой непрерывный сигнал. В этом легко убедиться, если вспомнить, что речь на незнакомом языке воспринимается слитно, в ней трудно выделить отдельные слова. Но легче обрабатывать дискретные сигналы. Благодаря сложившейся с детства привычке, мы выделяем в сигналах, непрерывно поступающих к нам из внешнего мира, отдельные элементы: лица и облака, слова и музыкальные фразы.

Важно: аналоговые сигналы всегда могут быть представлены в дискретном виде, например, в виде последовательности чисел. Процесс представления какой-либо величины в виде последовательного ряда ее отдельных (дискретных) значений называют *дискретизацией*.

Вычислительная техника может работать как с аналоговыми, так и с дискретными (цифровыми) сигналами. Соответственно, существуют аналоговые вычислительные машины (АВМ) и цифровые вычислительные машины (ЦВМ), причем последние получили значительно большее распространение.

Виды информации:

- по способу восприятия: визуальная, аудиальная, тактильная, вкусовая, обонятельная;
- по общественному значению:
  - *личная* – это знания, опыт, интуиция, умения, эмоции, наследственная память конкретного человека;
  - *специальная*, значимая для определенной группы людей: научная, производственная, техническая, управленческая;
  - *общественная*, значимая для большинства членов общества: общественно-политическая, научно-популярная (научно осмысленный опыт всего человечества, исторические, культурные и национальные традиции и др.), обыденная (которой мы обмениваемся в процессе повседневного общения), эстетическая (изобразительное искусство, скульптура, музыка, театр и др.).
- по сфере применения информации (экономическая, географическая, социологическая и пр.);
- по характеру источников информации (первичная, вторичная, обобщающая и пр.);

Существует выделение видов информации и по другим основаниям, но в информатике наиболее важным является разделение информации по *форме представления*, а именно:

- текстовая,
- числовая,
- графическая,
- звуковая и их всевозможные комбинации.

Для каждого из видов информации существуют особые методы кодирования, специальные программные средства (текстовые, графические, звуковые редакторы, электронные таблицы и т.п.) и специальные устройства (клавиатура для ввода текстовой и числовой информации, сканер для ввода графики и т.п.).

В настоящее время основной в вычислительной технике становится *мультимедийная* (многосредовая, комбинированная) форма представления информации. Цветная графика сочетается со звуком и текстом, числовые расчеты сопровождаются деловой графикой, текст – движущимися видеоизображением и трехмерными образами.

Информация нам нужна для того, чтобы ориентироваться в окружающей обстановке и принимать правильные решения. Но любая ли информация помогает нам в этом? Знание *свойств информации* мо-

жет помочь человеку оценить в каждом конкретном случае насколько решения, принятые на основе имеющейся информации, могут быть верными.

1 Информация **объективна**, если она не зависит от чьего-либо мнения, суждения. Объективную информацию можно получить с помощью *исправных* датчиков, измерительных приборов. Но, отражаясь в сознании конкретного человека, информация перестает быть объективной, так как преобразовывается (в большей или меньшей степени) в зависимости от мнения, суждения, опыта, знания, пристрастий конкретного субъекта.

2 Информация **достоверна**, если она отражает истинное положение дел.

**Недостоверной** информация может быть по следующим причинам:

- преднамеренное искажение (*дезинформация*);
- искажение в результате воздействия помех ("*испорченный телефон*");
- в случае, когда значение реального факта приуменьшается или преувеличивается (*слухи, "рыбацкие истории", реклама, политические дебаты*).

3 Информация **полна**, если ее достаточно для понимания и принятия решения.

**Неполная** информация может привести к ошибочному выводу или решению. Не зря русская пословица гласит: "Недоученный хуже неученого".

Избыток информации может быть также вреден при принятии решения, как и ее недостаток, поскольку для анализа и обработки дополнительной информации требуется время. А время для человека – один из самых дефицитных и дорогостоящих "ресурсов" его жизни, не говоря уже об экстремальных ситуациях, когда от быстроты принятия решения может зависеть очень многое.

4 Информация **актуальна** (своевременна), если она важна, существенна для настоящего времени. Только вовремя полученная информация может принести необходимую пользу.

Неактуальной информация может быть по трем причинам, она может быть:

- устаревшей (*прошлогодня газета*);
- преждевременной (*прогноз погоды на лето, данный в январе*);
- незначимой, ненужной (*например, сообщение о том, что в Италии снижены цены на проезд в транспорте на 5 %*).

5 Информация может быть **полезной** или **бесполезной** (**ценность** информации).

Но, так как четкой границы между этими понятиями нет, то следует говорить о степени полезности применительно к нуждам конкретных людей. Полезность информации оценивается по тем задачам, которые мы можем решить с ее помощью. Оценка полезности информации всегда субъективна. То, что полезно для одного человека, может быть совершенно бесполезно для другого.

6 Информация **понятна**, если она выражена на языке, доступном для получателя.

**Социальная** информация обладает еще и **дополнительными свойствами**, а именно:

7 Имеет **семантический (смысловой) характер**. Как правило, содержание, смысл для человека важнее, чем форма представления информации.

8 Имеет **языковую природу**. Одно и то же содержание может быть выражено на разных естественных (разговорных) либо специальных языках.

9 С течением времени количество информации **растет**, информация **накапливается**, происходит ее **систематизация, оценка и обобщение**. Это свойство называли **ростом и кумулированием** информации (кумуляция – от латинского *cumulatio* – увеличение, скопление).

10 Свойство **старения** информации заключается в уменьшении ее ценности с течением времени. Старит информацию не само время, а появление новой информации, которая уточняет, дополняет или отвергает полностью или частично более раннюю информацию. Научно-техническая информация стареет быстрее, эстетическая (произведения искусства) – медленнее.

11 **Логичность, компактность, удобная форма представления** информации облегчает понимание и усвоение информации.

Пример. Грамотное, доказательное выступление, когда оратор логично переходит от одного вопроса (факта, предположения) к другому, воспринимается лучше, чем сумбурная речь. Использование схем нередко лучше проясняет принцип работы технического устройства, чем многостраничные описания.

12 При восприятии и понимании текстов человеком важным свойством информации оказывается ее **определенность** (однозначность).

Пример. "И вскрикнул внезапно ужаленный князь!" Внезапно вскрикнул или внезапно ужаленный? "Сережа встретил Свету на поляне с цветами". С цветами был Сережа или с цветами была Света? А, может быть, цветы росли на поляне?

## 7 ИЗМЕРЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Прежде, чем измерять значение какой-либо физической величины, надо ввести единицу измерения. У информации тоже есть такая единица – бит, но смысл ее различен при измерении информации в рамках разных подходов к *определению* понятия "информация".

**I ПОДХОД.** Неизмеряемость информации в быту (информация как новизна для получателя).

Вы получили некоторое сообщение, например, прочитали статью в журнале. В этом сообщении содержится какое-то количество новых для Вас сведений. Как оценить, сколько информации Вы получили? Другими словами, *как измерить информацию?* Можно ли сказать, что чем больше статья, тем больше информации она содержит?

Разные люди, получившие одно и то же сообщение, по-разному оценивают его новизну и информационную емкость. Это происходит оттого, что знания людей о событиях, явлениях, о которых идет речь в сообщении, *до получения* сообщения были различными. Поэтому те, кто знал об этом мало, сочтут, что получили много информации, те же, кто знал больше, могут сказать, что информации не получили вовсе. *Количество информации в сообщении, таким образом, зависит от того, насколько ново это сообщение для получателя.* В таком случае, количество информации в одном и том же сообщении должно определяться отдельно для каждого получателя, т.е. иметь субъективный характер. Но субъективные вещи не поддаются сравнению и анализу, для их измерения трудно выбрать одну общую для всех единицу измерения. Таким образом, с точки зрения информации как новизны, мы не можем однозначно и объективно оценить количество информации, содержащейся даже в простом сообщении. Что же тогда говорить об измерении количества информации, содержащейся в научном открытии, новом музыкальном стиле, новой теории общественного развития. Поэтому, когда информация рассматривается как новизна сообщения для получателя, вопрос об измерении количества информации не ставится.

**II ПОДХОД** – технический или объемный.

В технике, где информацией считается любая хранящаяся, обрабатываемая или передаваемая последовательность знаков, сигналов, часто используют простой способ определения количества информации, который может быть назван объемным. Он основан на *подсчете числа символов в сообщении*, т.е. связан только с длиной сообщения и не учитывает его содержания.

Длина сообщения зависит от числа знаков, употребляемых для записи сообщения. Например, слово "мир" в русском алфавите записывается тремя знаками, в английском – пятью (pease), а в ДКОИ-8 (двоичный код обмена информацией длиной 8) – двадцатью четырьмя битами (111011011110100111110010).

В вычислительной технике применяются две стандартные единицы измерения: *бит* (англ. binary digit – двоичная цифра) и *байт* (byte) и производные от них единицы – *килобайт* (Кб), *мегабайт* (Мб), *гигабайт* (Гб), *терабайт* (Тб).

1 бит – минимально возможный хранимый и передаваемый сигнал. Условно два его возможных состояния обозначаются 0 и 1. В действительности эти состояния могут иметь различную физическую природу: для оперативной памяти это наличие или отсутствие напряжения в электронной схеме; для компакт-дисков это выступ или впадина на поверхности и т.д.

Исторически сложилось так, что 1 байт равен 8 битам. Именно восемью битами кодировался один символ в программах для первых ЭВМ.

Обычно приставка "кило" означает тысячу, а приставка "мега" – миллион, но в вычислительной технике все "привязывается" к принятой двоичной системе кодирования.

В силу этого один килобайт равен не тысяче байт, а  $2^{10} = 1024$  байт.

Аналогично,  $1 \text{ Мб} = 2^{10} \text{ Кб} = 1024 \text{ Кб} = 2^{20} \text{ байт} = 1\,048\,576 \text{ байт}$ .

$$1 \text{ Гб} = 2^{10} \text{ Мб} = 2^{20} \text{ Кб} = 2^{30} \text{ байт} = 1\,073\,741\,824 \text{ байт.}$$

**III ПОДХОД – вероятностный.** Измерение информации в теории информации, когда информация определяется как снятая неопределенность.

Получение информации (ее *увеличение*) одновременно означает увеличение знания, что, в свою очередь, означает *уменьшение* незнания или информационной *неопределенности*. Говорят, что сообщение, которое уменьшает неопределенность, существовавшую до его получения, ровно в 2 раза, несет 1 бит информации. По сути, 1 бит информации соответствует выбору одного из двух равновероятных сообщений.

#### ПРИМЕРЫ.

Книга лежит на одной из двух полок – верхней или нижней. Сообщение о том, что книга лежит на верхней полке, уменьшает неопределенность ровно вдвое и несет 1 бит информации.

Сообщение о том, как упала монета после броска – "орлом" или "решкой", несет один бит информации.

В соревновании участвуют 4 команды. Сообщение о том, что третья команда набрала большее количество очков, уменьшает первоначальную неопределенность ровно в четыре раза (дважды по два) и несет два бита информации.

Очень приближенно можно считать, что количество информации в сообщении о каком-то событии совпадает с количеством вопросов, которые необходимо задать и ответом на которые могут быть лишь "да" или "нет", чтобы получить ту же информацию. Причем событие, о котором идет речь, должно иметь *равновероятные* исходы. Именно поэтому, если число равновероятных исходов события, о котором идет речь в сообщении, кратно степени числа 2 ( $4 = 2^2$ ,  $8 = 2^3$ ,  $32 = 2^5$ ), то сообщение несет целое количество бит информации. Но в реальной практике могут встречаться самые разные ситуации. Например, сообщение о том, что на светофоре красный сигнал, несет в себе информации больше, чем бит.

С точки зрения на информацию как на снятую неопределенность *количество информации зависит от вероятности получения* данного сообщения. Причем, чем больше вероятность события, тем меньше количество информации в сообщении о таком событии. Иными словами, количество информации в сообщении о каком-то событии зависит от вероятности свершения данного события.

Научный подход к оценке сообщений был предложен еще в 1928 г.

Р. Хартли. Расчетная формула имеет вид:

$$I = \log_2 N \text{ или } 2^I = N,$$

где  $N$  – количество *равновероятных* событий (число возможных выборов);  $I$  – количество информации.

Если  $N = 2$  (выбор из двух возможностей), то  $I = 1$  бит.

Бит выбран в качестве единицы количества информации потому, что принято считать, что двумя двоичными словами исходной длины  $k$  или словом длины  $2k$  можно передать в 2 раза больше информации, чем одним исходным словом. Число возможных равновероятных выборов при этом увеличивается в  $2^k$  раз, тогда как  $I$  удваивается.

Иногда формула Хартли записывается иначе. Так как наступление каждого из  $N$  возможных событий имеет одинаковую вероятность

$$p = 1 / N, \text{ то } N = 1 / p$$

и формула имеет вид

$$I = \log_2 (1/p) = -\log_2 p.$$

Познакомимся с более общим случаем вычисления количества информации в сообщении об одном из  $N$ , но уже *неравновероятных* событий. Этот подход был предложен К. Шенноном в 1948 г.

Пусть имеется текст, содержащий тысячу букв. Буква "о" в тексте встречается примерно 90 раз, буква "р" ~ 40 раз, буква "ф" ~ 2 раза, буква "а" ~ 200 раз. Поделив 200 на 1000, мы получим величину 0.2, которая представляет собой среднюю частоту, с которой в рассматриваемом тексте встречается буква "а". Вероятность появления буквы "а" в тексте ( $p_a$ ) можем считать приблизительно равной 0,2. Аналогично,  $p_p = 0,04$ ,  $p_\phi = 0,002$ ,  $p_o = 0,09$ .

Далее поступаем согласно К. Шеннону. Берем двоичный логарифм от величины 0,2 и называем то, что получилось, количеством информации, которую переносит одна единственная буква "а" в рассматриваемом тексте. Точно такую же операцию сделаем для каждой буквы. Тогда количество собственной информации, переносимой одной буквой равно

$$h_i = \log_2 (1/p_i) = -\log_2 p_i,$$

где  $p_i$  – вероятность появления в сообщении  $i$ -го символа алфавита.

Удобнее в качестве меры количества информации пользоваться не значением  $h_i$ , а средним значением количества информации, приходящейся на один символ алфавита

$$H = \sum p_i h_i = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Значение  $H$  достигает максимума при равновероятных событиях, т.е. при равенстве всех  $p_i$

$$p_i = 1 / N.$$

В этом случае формула Шеннона превращается в формулу Хартли.

Интересный факт.

На памятнике немецкому ученому Л. Больцману высечена формула, выведенная в 1877 г. и связывающая вероятность состояния физической системы и величину энтропии этой системы. Энтропия (греч. en – в, внутрь; trope – превращение, буквально смысловой перевод: то, что внутри, неопределенно) – физическая величина, характеризующая тепловое состояние тела или системы, мера внутренней неупорядоченности системы. Так вот, формула для энтропии Больцмана совпадает с формулой, предложенной Шенноном для среднего количества информации, приходящейся на один символ в сообщении. Совпадение это произвело столь сильное впечатление, что Шеннон назвал количество информации неэнтропией. С тех пор слово "энтропия" стало чуть ли не антонимом слова "информация".

Чем больше энтропия системы, тем больше степень ее неопределенности. Поступающее сообщение полностью или частично снимает эту неопределенность. Следовательно, количество информации можно измерять тем, насколько понизилась энтропия системы после поступления сообщения. Таким образом, за меру количества информации принимается та же энтропия, но с обратным знаком. Уменьшая неопределенность, мы получаем информацию, в этом весь смысл научного познания.

## Тема 2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Данная тема включает в себя следующие разделы:

- 1 Общая характеристика информационных процессов
- 2 Кодирование информации
- 3 Сбор информации
- 4 Хранение информации
- 5 Передача информации
- 6 Обработка информации
- 7 Защита информации

### 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Информация не существует сама по себе, она проявляется в информационных процессах, а информационные процессы всегда протекают в каких-либо системах.

**Информационный процесс (ИП)** определяется как совокупность последовательных действий (операций), производимых над информацией (в виде данных, сведений, фактов, идей, гипотез, теорий и пр.), для получения какого-либо результата (достижения цели).

Информационные процессы могут быть целенаправленными или стихийными, организованными или хаотичными, детерминированными или вероятностными, но какую бы мы не рассматривали систему, в ней всегда присутствуют информационные процессы, и какой бы информационный процесс мы не рассматривали, он всегда реализуется в рамках какой-либо системы – биологической, социальной, технической, социотехнической. В зависимости от того, какого рода информация является предметом информационного процесса и кто является его субъектом (техническое устройство, человек, коллектив, общество в целом), можно говорить о *глобальных* информационных процессах, или макропроцессах и

локальных информационных процессах, или микропроцессах. Так, процесс познания, распространение информации посредством СМИ, информационные войны, организация архивного хранения информации – это глобальные ИП, а посимвольное сравнение данных, двоичное кодирование текста, запись порции информации на носитель – локальные ИП.

Наиболее обобщенными информационными процессами являются три процесса: **сбор, преобразование, использование** информации. Каждый из этих процессов распадается, в свою очередь, на ряд процессов, причем некоторые из них являются общими, т.е. могут входить в каждый из выделенных "укрупненных" процессов (рис. 2).

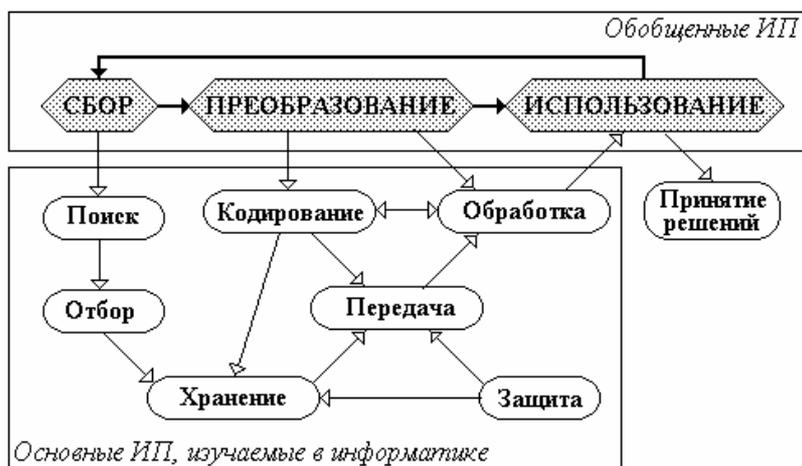


Рис. 2 Схема взаимосвязи информационных процессов

*Человек всегда стремится автоматизировать выполнение рутинных операций и операций, требующих постоянного внимания и точности. То же справедливо и по отношению к информационным процессам.*

*Универсальными средствами для автоматизированного выполнения информационных процессов в настоящее время являются: компьютер, вычислительные системы и сети.*

## 2 КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ

*Информационный процесс кодирования информации встречается в нашей жизни на каждом шагу. Любое общение между людьми происходит именно благодаря тому, что они научились выразить свои образы, чувства и эмоции с помощью специально предназначенных для этого знаков – звуков, жестов, букв и пр.*

*Одно и то же сообщение можно закодировать разными способами, т.е. выразить на разном языке. В процессе развития человеческого общества люди выработали большое число языков кодирования. К ним относятся:*

- разговорные языки (русский, английский, хинди и другие, всего около 5000);
- язык мимики и жестов;
- язык рисунков и чертежей;
- языки науки (язык математики, химии и т.д.);
- язык искусства (музыки, живописи, скульптуры);
- специальные языки (эсперанто, морской семафор, азбука Морзе, азбука Брайля для слепых и т.д.)

*В специальных языках особо выделим языки программирования.*

*Программирование – кодирование информации на языке, "понятном" компьютеру.*

В вычислительной технике кодирование используется при хранении, передаче информации, представлении ее на носителе. Кодирование информации можно рассматривать как один из способов ее обработки (преобразования).

Дадим определения основных понятий.

**Кодированием** называется процесс преобразования одного набора знаков в другой набор знаков.

**Кодом** называется правило для преобразования одного набора знаков в другой набор знаков.

**Знак** – это элемент конечного множества отличных друг от друга элементов, с помощью которых кодируется сообщение.

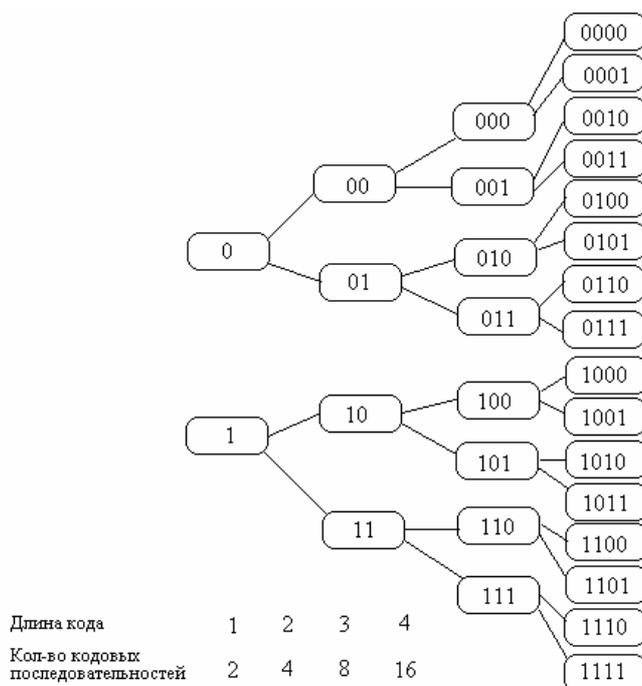
Набор знаков, в котором определен порядок их следования, называется **алфавитом**.

Алфавит, состоящий из двух знаков, называется **двоичным алфавитом**.

В вычислительной технике в настоящее время широко используется двоичное кодирование с алфавитом  $\{0,1\}$  (рис. 3). Наиболее распространенными кодами являются ASCII (American standart code for information interchange – американский стандартный код для обмена информацией), ДКОИ-8 (двоичный код обмена информацией), Win1251 или CP1251 (code page), Unicode.

**Длиной кода** называется то количество знаков кодирующего алфавита, которое используется при кодировании одного знака кодируемого сообщения.

Код может быть постоянной и переменной длины.



**Рис. 3** Пример универсального кодирования с помощью алфавита  $\{0,1\}$

В естественных языках используются в основном коды переменной длины (слова русского языка бывают длиной в 1, 2, 3 и т.д. букв); в технике чаще используются коды постоянной длины. Так длина кода ASCII 8 бит или 1 байт, длина кода Unicode 16 бит или 2 байта.

Если длина кода равняется  $n$ , то алфавитом, состоящим из  $k$  знаков, можно закодировать  $M = k^n$  различных состояний.

С помощью двоичного алфавита ( $k = 2$ ) в ASCII ( $n = 8$ ) таблица кодировки включает  $2^8 = 256$  символов, в Unicode ( $n = 16$ ) таблица кодировки включает  $2^{16} = 65536$  символов.

Чтобы закодировать  $M$  различных состояний с постоянной длиной кода, используя алфавит из  $k$  знаков, длина кода должна быть не менее

$$n = \lceil \log_k M + 1 \rceil.$$

### Универсальный способ кодирования

Пусть кодирующий алфавит состоит из  $k$  упорядоченных знаков. Тогда при использовании кода длины  $l$  мы можем закодировать  $k^l$  различных знаков исходного сообщения.

Код длины  $n$  ( $n > 1$ ) будем строить так: в конце каждого кода длины  $n - 1$  дописываем по одному все знаки кодирующего алфавита. Таким образом, одна кодовая последовательность длины  $n - 1$  порождает  $k$  кодовых последовательностей длины  $n$ .

### 3 СБОР ИНФОРМАЦИИ

**Поиск информации** – один из важных информационных процессов. От того, как он организован, во многом зависит своевременность и качество принимаемых решений.

В широком плане является основой познавательной деятельности человека во всех ее проявлениях: в удовлетворении любопытства, путешествиях, научной работе, чтении и т.п. В более узком смысле означает систематические процедуры поиска в организованных хранилищах информации: библиотеках, справочниках, картотеках, электронных каталогах, базах данных.

**Методы** поиска информации можно разделить на те, которые осуществляются самим человеком, и осуществляемые техническими устройствами. К первым относятся: непосредственное наблюдение, общение со специалистами, чтение соответствующей литературы, просмотр телепрограмм, прослушивание радиопередач, аудиокассет, работа в библиотеках, архивах, обращение с запросом к информационным системам, базам и банкам данных.

Поиск информации, осуществляемый компьютерными программами, всегда идет в соответствии с некоторым **запросом**. Им может быть набор ключевых слов при поиске информации в Интернет, шаблон имени файла при поиске нужного файла на диске, значения некоторых реквизитов при поиске документов в справочно-правовых системах и т.п. Среди основных методов поиска можно выделить: посимвольное (побитное) сравнение на совпадение, сравнение основы слов (без учета суффиксов, окончаний, порядка слов), расширенный поиск с использованием словаря синонимов, контекстный поиск.

Применение разнообразных методов поиска поможет собрать более полную информацию и повысить вероятность принятия правильного решения.

В процессе поиска может встретиться самая разная информация. Любую информацию человек привык оценивать по степени ее полезности, актуальности и достоверности. Оценивание явно или неявно ведется в соответствии с некоторыми заранее определенными **критериями отбора**. В процессе отбора информации она может проходить процедуры **сравнения, регистрации, измерения** величин и их представления, **оценки** свойств в соответствии с заданными критериями и др. После оценки одни из полученных сведений могут быть отброшены как ненужные, другие, наоборот, оставлены на долгое хранение, т.е. процесс поиска информации практически всегда сопровождается ее **отбором**. Вместе это называют процессом **сбора** информации.

Сбор информации всегда осуществляется с определенной **целью**, которая во многом определяет выбор методов поиска и критериев отбора найденной информации.

### 4 ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

**Хранение информации** – процесс такой же древний, как и жизнь человеческой цивилизации. Он имеет огромное значение для обеспечения поступательного развития человеческого общества (да и любой системы), многократного использования информации, передачи накапливаемого знания последующим поколениям.

Уже в древности человек столкнулся с необходимостью хранения информации. Примерами тому служат зарубки на деревьях, чтобы не заблудиться во время охоты; счет предметов с помощью камешков, узелков; изображение животных и эпизодов охоты на стенах пещер. Человеческое общество способно бережно хранить информацию и передавать ее от поколения к поколению. На протяжении всей истории знания и жизненный опыт отдельных людей накапливаются. По современным представлениям, чем больше информации накоплено и используется в обществе, тем выше уровень его развития. Накопление информации является основой развития общества. Когда объем накапливаемой ин-

формации возрастает настолько, что ее становится просто невозможно хранить в памяти, человек начинает прибегать к помощи различного рода вспомогательных средств

С рождением **письменности** возникло специальное средство фиксирования и распространения мысли в пространстве и во времени. Родилась документированная информация – рукописи и рукописные книги, появились своеобразные информационно-накопительные центры – древние библиотеки и архивы. Постепенно письменный документ стал и орудием управления (указы, приказы, законы).

Следующим информационным скачком явилось **книгопечатание**.

С его возникновением наибольший объем информации стал храниться в различных печатных изданиях, и для ее получения человек обращается в места их хранения (библиотеки, архивы и пр.).

В настоящее время мы являемся свидетелями быстрого развития новых – **автоматизированных** – методов хранения информации с помощью электронных средств. Компьютер и средства телекоммуникации предназначены для компактного хранения информации с возможностью быстрого доступа к ней.

Информация, предназначенная для хранения и передачи, как правило, представлена в форме документа. Под **документом** понимается объект на любом материальном носителе, где имеется информация, предназначенная для распространения в пространстве и времени (от лат. *dokumentum* – свидетельство. Первоначально это слово обозначало письменное подтверждение правовых отношений и событий). Основное назначение документа заключается в использовании его в качестве источника информации при решении различных проблем обучения, управления, науки, техники, производства, социальных отношений.

Одной из процедур хранения информации является ее **накопление**. Оно может быть пассивным и активным.

При пассивном накоплении поступающая информация просто "складируется", при этом принимаются меры для обеспечения ее сохранности и повторного обращения к ней (считывания). Например, запись звуковой информации на магнитофонную ленту; стенографирование выступления; размещение документов в архиве.

При активном накоплении происходит определенная обработка поступающей информации, имеющая много градаций, но в целом направленная на обогащение знания получателя информации. Например, систематизация и обобщение документов, поступивших на хранение, перевод содержания документов в другую форму, перенесение документов на другие носители совместно с процедурами сжатия данных, обеспечения защитными кодами и т.п.

Важно помнить, что хранение очень больших объемов информации оправдано только при условии, если поиск нужной информации можно осуществить достаточно быстро, а сведения получить в доступной форме. Иными словами, информация хранится только для того, чтобы впоследствии ее можно было легко отыскать, а возможность поиска закладывается при определении способа хранения информации и доступа к ней. Таким образом, первый вопрос, на который необходимо ответить при организации любого хранилища информации – как ее потом там искать.

**Информационно-поисковая система (ИПС)** – это хранилище информации, снабженное процедурами ввода, поиска, размещения и выдачи информации. Наличие таких процедур – главная особенность информационных систем, отличающая их от простых скоплений информационных материалов (рис. 4).

Например, личная библиотека, в которой может ориентироваться только ее владелец, информационной системой не является. В публичных же библиотеках порядок размещения книг всегда строго определенный. Благодаря ему поиск и выдача книг, а также размещение новых поступлений представляет собой стандартные, формализованные процедуры. То же самое справедливо и для компьютерных ИПС.

Все хранимые в ИПС документы индексируются каким-либо образом. Каждому документу (статье, протоколу, видеокассете) присваивается индивидуальный код, составляющий **поисковый образ** документа. Поиск в хранилищах идет не по самим документам, а по их поисковым образам, которые могут включать в себя:

- название документа;
- время и место создания;

- фамилии авторов или название организации, создавшей документ;
- тематические разделы, к которым можно отнести документ по его содержанию;
- информацию о местонахождении документа в хранилище и многое другое.

Например, файловая система компьютера – это тоже информационно-поисковая система. Поисковый образ файла включает в себя полное имя файла (имя диска, имена каталогов и подкаталогов, собственное имя файла, расширение), дату и время создания, размер файла, его атрибуты.

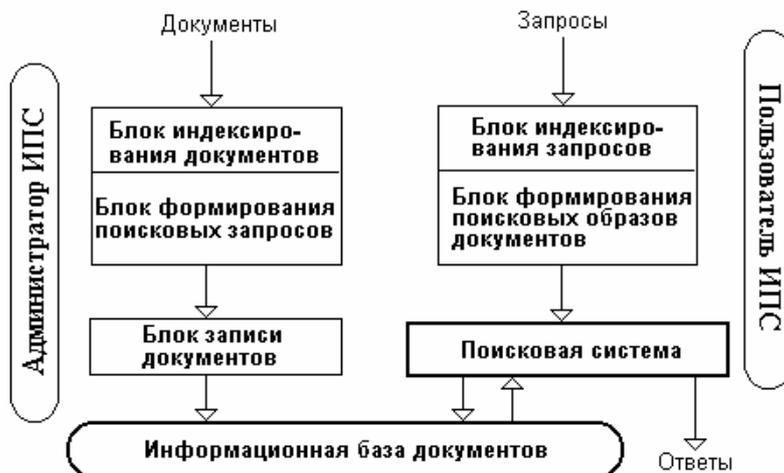


Рис. 4 Структурно-функциональная схема информационно-поисковой системы

## 5 ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

Хранение информации необходимо для распространения ее во времени, а ее распространение в пространстве происходит в процессе передачи информации. Практически любая деятельность людей связана с общением, а общение невозможно без передачи информации.

В процессе передачи информации обязательно участвуют *источник* и *получатель* информации: первый передает информацию, второй ее принимает. Между ними действует канал передачи информации – *канал связи* (рис. 5). Передача информации возможна с помощью любого языка кодирования информации, понятного как источнику, так и получателю.



Рис. 5 Процесс передачи информации

Передача информации – это реальный физический процесс, протекающий в среде, разделяющей источник и получатель. Передаваемая информация обладает определенным строением, которое чаще всего выглядит как последовательность сигналов, каждый из которых переносит элементарную порцию информации. В теории связи эта последовательность сигналов называется сообщением.

В процессе передачи информация может теряться и искажаться: искажение звука в телефоне, атмосферные помехи в радио, искажение или затемнение изображения в телевидении, ошибки при передаче по телеграфу. Эти помехи, или, как их называют специалисты, *шумы*, изменяют сообщение. Поэтому при организации автоматизированной передачи сообщений необходимо особо заботиться об обеспечении защиты от помех, о проверке соответствия полученного сообщения переданному.

В теории информации установлена связь между способом кодирования передаваемых сообщений, скоростью их передачи по каналам связи и вероятностью искажения передаваемой информации. Еще в

сороковых годах XX в. К. Шеннон доказал, что при любых помехах и шумах можно обеспечить передачу информации без потерь.

Первая теорема Шеннона говорит о том, что для передачи любого сообщения с помощью **канала без помех**, существует код минимальной длины, такой, что сообщение кодируется с минимальной избыточностью.

Вторая теорема Шеннона о **кодировании при наличии шумов** гласит, что всегда существует способ кодирования, при котором сообщения будут передаваться с какой угодно высокой достоверностью (со сколь угодно малой вероятностью ошибок), если только скорость передачи не превышает пропускной способности канала связи.

В процессе передачи сигналов важная роль принадлежит **каналам связи** и их свойствам.

Физическая природа каналов передачи информации может быть самая разнообразная: воздух и вода, проводящие акустические волны (звуковые сигналы) и радиоволны (радиосигналы), токопроводящие среды (система металлических проводов), оптоволоконистые среды.

Каналы связи делятся на **симплексные** (с передачей информации только в одну сторону (телевидение)) и **дуплексные**, по которым возможно передавать информацию в оба направления (телефон, телеграф). По каналу могут одновременно передаваться несколько сообщений. Каждое из этих сообщений выделяется (отделяется от других) с помощью специальных фильтров. Например, возможна фильтрация по частоте передаваемых сообщений, как это делается в радиоканалах.

Каналы связи характеризуются **пропускной способностью и помехозащищенностью**.

**Пропускная способность** канала определяется максимальным количеством символов, передаваемых по нему в отсутствие помех. Эта характеристика зависит от физических свойств канала, в частности, его разрядности.

Для повышения **помехозащищенности** канала используются специальные методы передачи сообщений, уменьшающие влияние шумов. Например, вводят лишние (избыточные) символы. Эти символы не несут действительного содержания, но используются для контроля правильности сообщения при получении.

Задача обнаружения ошибки может быть решена довольно просто. Достаточно просто передавать каждую букву сообщения дважды. Например, при необходимости передачи слова "гора" можно передать "ггоорраа". При получении искаженного сообщения, например, "гготрраа" с большой вероятностью можно догадаться, каким было исходное слово. Конечно, возможно такое искажение, которое делает неоднозначным интерпретацию полученного сообщения, например, "гпоорраа", "ггоорреа" или "кгоорраа". Однако цель такого способа кодирования состоит не в исправлении ошибки, а в фиксации факта искажения и повторной передаче части сообщения в этом случае. Недостаток данного способа обеспечения надежности состоит в том, что избыточность кода оказывается очень большой.

Поскольку ошибка должна быть только обнаружена, можно предложить другой способ кодирования. Пусть имеется цепочка информационных бит длиной  $k_0$ . Добавим к ним еще один бит, значение которого определяется тем, что новая кодовая цепочка из  $k_0+1$  бита должна содержать четное количество единиц – по этой причине такой контрольный бит называется **битом четности**. Например, для информационного байта 01010100 бит четности будет иметь значение 1, а для байта 11011011 бит четности равен 0. В случае одиночной ошибки передачи число 1 перестает быть четным, что и служит свидетельством сбоя. Например, если получена цепочка 110110111 (контрольный бит выделен подчеркиванием), ясно, что передача произведена с ошибкой, поскольку общее количество единиц равно 7, т.е. нечетно. В каком бите содержится ошибка при таком способе кодирования установить нельзя.

Избыточность кода в данном случае, очевидно, равна

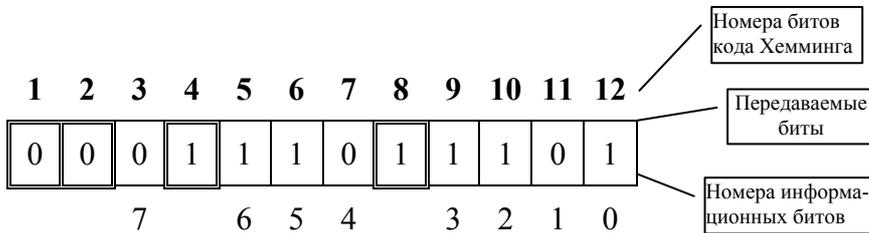
$$L = \frac{k_0 + 1}{k_0}.$$

На первый взгляд кажется, что путем увеличения  $k_0$  можно сколь угодно приближать избыточность к ее минимальному значению ( $L_{\min} = 1$ ). Однако с ростом  $k_0$ , во-первых, растет вероятность парной ошибки, которая контрольным битом не отслеживается; во-вторых, при обнаружении ошибки потребуется заново передавать много информации.

В 1948 г. Р. Хеммингом был предложен принцип кодирования информации, которое позволяет не только обнаружить существование ошибки, но и локализовать (т.е. определить, в каком бите она на-

ходится) и, естественно, ее устранить. Подобные коды, исправляющие одиночную ошибку, стали называться **кодами Хемминга**.

Основная идея состоит в добавлении к информационным битам не одного, а нескольких битов четности, каждый из которых контролирует определенные информационные биты. Если пронумеровать все биты передаваемые биты, начиная с 1 слева направо (стоит напомнить, что информационные биты нумеруются с 0 и справа налево), то контрольными (проверочными) оказываются биты, номера которых равны степеням числа 2, а все остальные являются информационными. Например, для 8-битного информационного кода контрольными окажутся биты с номерами 1, 2, 4 и 8:

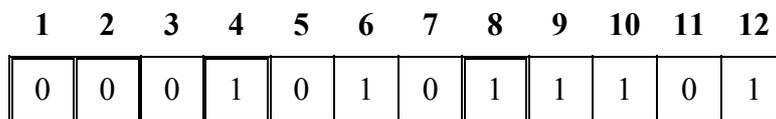


Номера контролируемых битов для каждого проверочного приведены в табл. 1. При этом в перечень контролируемых битов входит и тот, в котором располагается проверочный. При этом состояние проверочного бита устанавливается таким образом, чтобы суммарное количество единиц в контролируемых им битах было бы четным.

### 1 Проверочные и контролируемые биты передаваемого сообщения

Про- в. би- ты	Контролируемые биты											
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	...
<b>1</b>	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	...
<b>2</b>	2	3	6	7	10	11	14	15	18	19	22	...
<b>4</b>	4	5	6	7	12	13	14	15	20	21	22	...
<b>8</b>	8	9	10	11	12	13	14	15	24	25	26	...
<b>16</b>	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	...
<b>32</b>	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	...

Пусть, например, вместо указанной выше последовательности пришла следующая (в 5-м бите 1 заменилась 0):



Бит 1 указывает на наличие ошибки в каком-либо бите с нечетным номером.

Бит 2 свидетельствует о том, что из них 3, 7 и 11 верны (т.е. ошибка в 5-м или 9-м бите).

Бит 4 указывает, что ошибка не в 9-м бите.

Таким образом, однозначно устанавливается, что ошибочным является 5-й бит – можно исправить его значение на противоположное и, тем самым, восстановить правильную последовательность.

Более детальное рассмотрение кодов Хемминга позволяет сформулировать простой алгоритм проверки и исправления передаваемой последовательности бит:

- произвести проверку всех битов четности;
- если все биты четности верны, то перейти к пункту (е);
- вычислить сумму номеров всех неправильных битов четности;
- инвертировать содержимое бита, номер которого равен сумме, найденной в пункте (с);
- исключить биты четности, передать правильный информационный код.

На рассмотренном выше примере легко убедиться в справедливости данного алгоритма.

Безусловно, данный способ кодирования требует увеличения объема памяти компьютера приблизительно на одну треть при 16-битной длине машинного слова, однако, он позволяет автоматически исправлять одиночные ошибки.

## 6 ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Человек выделяет в информации по крайней мере три компонента: смысл (семантика); оформление (синтаксис); личностная значимость (оценка, прагматика). Иными словами в любом сообщении можно выделить содержание, форму и наше отношение к сообщению.

**Обработка (преобразование) информации** — это процесс изменения формы представления информации или ее содержания.

Как правило, обработка информации — это закономерный, целенаправленный, планомерный процесс. Всегда существует цель обработки.

Процессы **изменения формы** представления информации часто сводятся к процессам ее кодирования и декодирования и проходят одновременно с процессами сбора и передачи информации.

Примеры изменения формы информации в результате обработки:

- специальное оборудование на метеостанции преобразует сигналы, полученные от метеозондов, в графики;

- данные анкет, полученные в результате психологических исследований, представляются в виде диаграмм;

- при сканировании рисунок преобразуется в последовательность двоичных цифр.

Процесс **изменения содержания** информации включает в себя такие процедуры, как численные расчеты, редактирование, упорядочивание, обобщение, систематизация и т.д.

Примеры изменения содержания информации в результате обработки:

- результатом обработки данных нескольких метеостанций выступает прогноз погоды;

- анализ данных психологических исследований позволяет дать обобщенную психологическую характеристику группы "испытуемых" и рекомендации по улучшению психологического климата в этой группе;

- отсканированный текст первоначально представляется в виде рисунка (в соответствующем двоичном представлении). После его обработки программой оптического распознавания символов он преобразуется в "текстовые" коды.

Обрабатывать можно информацию любого вида и правила обработки могут быть самыми разнообразными. Общая схема преобразования информации приведена на рис. 6.

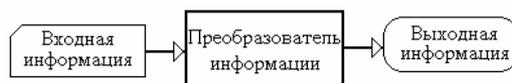


Рис. 6 Процесс преобразования информации

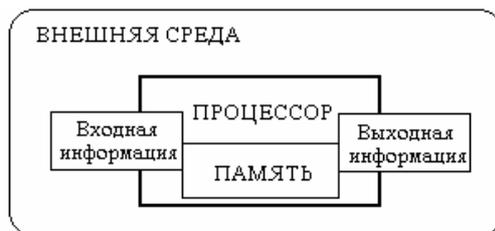
Нам не всегда известно, как, по каким правилам входная информация преобразовывается в выходную. Систему, в которых наблюдателю доступны лишь входные и выходные величины, а структура и внутренние процессы неизвестны, называют **черным ящиком** (рис. 7).



Рис. 7 Схема преобразования информации по принципу "черного ящика"

Не будет преувеличением сказать, что любой познаваемый объект всегда первоначально выступает для наблюдателя как "черный ящик".

Но чаще всего без знания правил преобразования невозможно достичь цели, ради которой информация и обрабатывается. Если эти правила строго формализованы и имеется алгоритм их реализации, то можно построить устройство для автоматизированной обработки информации. Таким устройством в вычислительной технике является **процессор** (рис. 8).



**Рис. 8** Схема обработки информации

Обработка информации всегда происходит в некоторой внешней среде (обстановке), являющейся источником входной информации и потребителем выходной информации. Непосредственная переработка входной информации в выходную осуществляется процессором. При этом предполагается, что процессор располагает памятью.

Замечание. Обработка информации в общем случае приводит и к изменению состояния самого процессора.

Процесс обработки информации в рамках данной схемы чаще всего сводится к следующим процедурам:

- вычисление процессором значений выходных параметров как некоторой функции входных;
- накопление информации, т.е. изменение состояния памяти под воздействием входной информации;
- реализация причинной связи между входом и выходом процессора;
- взаимодействие процессора со средой, реакция на изменения обстановки;
- управление поведением всей системы в целом.

Обработка информации – это процесс, происходящий во времени.

В ряде случаев он должен подчиняться заданному темпу поступления входной информации и допустимому пределу задержки в выработке информации на выходе. В этом случае говорят об обработке информации *в реальном масштабе времени*. Примером является управление работой машин и устройств, в том числе компьютера.

В других случаях время рассматривается как дискретная цепочка мгновенно происходящих событий. При этом важна лишь их последовательность, а не значение разделяющих события временных промежутков. Такой подход применяется обычно при обработке информации в *моделировании*.

Наиболее простой формой обработки информации является *последовательная обработка*, производимая одним процессором, в котором в любой момент времени происходит не более одного события. При наличии в системе нескольких процессоров, работающих одновременно, говорят о *параллельной обработке* информации.

Обработка информации является центральной процедурой в управлении любой системой. Трактовка управления системой как процесса обработки информации является одним из основных принципов кибернетики.

Вычислительная техника в основном предназначена для *автоматизированной* обработки информации различного вида. К ней относятся: обработка запросов к базам данных, перекодирование информации, численные расчеты по формулам, аранжировка музыкальных произведений, синтез новых звуков, монтаж анимационных роликов и многое другое.

## 7 ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Человеку свойственно ошибаться. Любое техническое устройство также подвержено сбоям, поломкам, влиянию помех. Ошибка может произойти при выполнении любого информационного процесса. Велика вероятность ошибки при кодировании информации, ее обработке и передаче. Результатом ошибки может стать потеря нужных данных, принятие ошибочного решения, аварийная ситуация. Чем больше информации передается и обрабатывается, тем труднее избежать ошибок. В обществе хранится, передается и обрабатывается огромное количество информации и отчасти поэтому современный мир

очень хрупок, взаимосвязан и взаимозависим. Информация, циркулирующая в системах управления и связи, способна вызвать крупномасштабные аварии, военные конфликты, дезорганизацию деятельности научных центров и лабораторий, разорение банков и коммерческих организаций. Поэтому информацию нужно уметь защищать от искажения, потери, утечки, нелегального использования.

Наиболее распространенными причинами потери и искажения информации при работе за компьютером являются:

- сбой в работе программного обеспечения компьютера;
- помехи или потери на линиях связи;
- нарушения энергоснабжения компьютера;
- физическая порча носителей внешней памяти;
- ошибочные действия пользователя;
- преднамеренное желание причинить вред другому (вирусы, спам и т.п.).

Основные методы защиты можно соотнести и причинами потери и искажения информации (табл. 2).

## 2 Виды и методы защиты информации при работе с компьютером

Виды защиты	Методы защиты
От сбоев оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ архивирование файлов (со сжатием или без);</li> <li>■ резервирование файлов;</li> </ul>
От случайной потери или изменения информации, хранящейся в компьютере	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ требование подтверждения перед выполнением команд, изменяющих файлы;</li> <li>■ установка специальных атрибутов документов и программ;</li> <li>■ разграничение доступа пользователей к ресурсам системы;</li> <li>■ возможность отмены неверного действия или восстановления ошибочно удаленного файла;</li> </ul>
От преднамеренного искажения, вандализма (компьютерных вирусов)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ общие методы защиты информации;</li> <li>■ профилактические меры;</li> <li>■ использование антивирусных программ;</li> </ul>
От несанкционированного (нелегального) доступа к информации, ее использования, изменения, распространения	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ паролирование;</li> <li>■ шифрование;</li> <li>■ "электронные ключи";</li> <li>■ совокупность административных и правоохранительных мер.</li> </ul>

Антивирусные программы можно разделить на несколько видов: детекторы, доктора (фаги), ревисоры, фильтры и вакцины.

Программы-ДЕТЕКТОРЫ проверяют, имеется ли в проверяемых файлах специфические для известных вирусов комбинации байтов. Большинство детекторов могут обнаруживать только те вирусы, которые им известны. При обнаружении вируса на экран выводится специальное сообщение. Многие детекторы имеют режимы лечения или уничтожения зараженных файлов.

Программы-РЕВИЗОРЫ работают в два этапа. Вначале они запоминают сведения о состоянии программ и системных областей диска. После этого в любой момент с помощью программы-ревизора мож-

но сравнить текущее состояние программ и системных областей с исходным (незараженным). О выявленных несоответствиях сообщается пользователю.

Программы-ДОКТОРА (фаги) не только обнаруживают характерные для вирусов комбинации байт или изменения в файлах, но и могут автоматически вернуть файлы в исходное состояние.

Программы-ФИЛЬТРЫ располагаются резидентно (постоянно во время работы) в оперативной памяти компьютера и перехватывают те обращения к операционной системе, которые используются вирусами для размножения и нанесения вреда, и сообщают о них пользователю. Пользователь может разрешить или запретить выполнение соответствующей операции.

Программы-ВАКЦИНЫ, или иммунизаторы, модифицируют программы и диски таким образом, чтобы это не отражалось на работе программ, но тот вирус, от которого производится вакцинация, считает эти программы или диски уже зараженными и не копируется на них.

### **Некоторые симптомы заражения вирусом**

- некоторые программы перестают работать или начинают работать неправильно;
- на экран выводятся посторонние сообщения, символы;
- работа на компьютере существенно замедляется;
- некоторые файлы оказываются испорченными;
- производится операция сохранения файлов без команды на то пользователя.

### **Действия при заражении вирусом**

1 Не торопитесь и не принимайте опрометчивых решений. Непродуманные действия могут привести не только к потере части файлов, но и к повторному заражению компьютера.

2 Выключите компьютер, чтобы вирус не продолжал своих разрушительных действий.

3 Лечение компьютера с помощью антивирусных программ следует выполнять только при загрузке компьютера с защищенной от записи системной дискеты (ее надо подготовить заблаговременно: отформатировать дискету как системную, записать на нее антивирусную программу, защитить дискету от записи).

4 Если вы не обладаете достаточными знаниями или опытом для лечения компьютера, попросите помочь более опытных коллег.

### ***Тема 3 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ***

Данная тема включает в себя следующие вопросы:

1 Принципы архитектуры и история развития компьютеров.

1.1 Архитектура компьютера.

1.2 Основные тенденции развития аппаратного обеспечения компьютера.

1.3 Магистрально-модульный принцип архитектуры персональных компьютеров.

1.4 Хронология развития электронной вычислительной техники.

1.5 Поколения ЭВМ и их основные характеристики.

2 Представление информации в компьютере.

2.1 Представление текстовой информации

2.2 Представление графической информации

2.3 Представление звуковой информации

2.4 Представление числовой информации

## **1 ПРИНЦИПЫ АРХИТЕКТУРЫ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРОВ**

### *1.1 Архитектура компьютера*

## Основные понятия

**Архитектура ЭВМ** – общее описание структуры и функций ЭВМ, ее ресурсов. В это описание входит:

- общая конфигурация основных устройств;
- основные возможности и характеристики устройств;
- способы взаимосвязи основных устройств компьютера.

**Ресурсы ЭВМ** – средства вычислительной системы, которые могут быть выделены процессу обработки данных на определенный интервал времени. К ресурсам ЭВМ традиционно относят объем доступной памяти, процессорное время и др.

К **центральному (системному) устройству** компьютера относят, прежде всего, центральный процессор, оперативную память, системную магистраль.

**Периферийными устройствами** компьютера являются: дисплей, клавиатура, манипуляторы – мышь, джойстик, световое перо и т.п., винчестер, дисководы для гибких и компакт-дисков, принтер, плоттер, сканер, модем и пр.

**Порт** – устройство, через которое периферийные устройства подключаются к системной магистрали.

При разработке принципов архитектуры компьютеров широко используется идея о разделении отдельных операций процесса решения задачи (процесса вычислений) между отдельными "специализированными" устройствами.

Когда Чарльз Бэббидж разрабатывал аналитическую счетную машину в 1830-х гг. он предположил, что для успешной работы необходимы как минимум следующие устройства (рис. 9):

- устройство для обработки данных, в котором непосредственно осуществляются вычисления ("мельница");
- устройство для хранения данных ("склад");
- устройство для управления процессом вычислений ("контора").



**Рис. 9** Архитектура аналитической счетной машины с точки зрения Ч. Бэббиджа

*Разработке Бэббиджа не суждено было воплотиться в действующей модели, но идеи о разделении отдельных операций процесса вычислений между отдельными "специализированными" устройствами получили дальнейшее развитие в принципах архитектуры компьютеров, традиционно называемых принципами фон Неймана (1940-е гг.). Эти принципы таковы:*

– **принцип программного управления.** Все устройства работают под управлением программ. Программы состоят из отдельных шагов – команд. Последовательность команд и является программой;

– **принцип условного перехода.** Существует возможность менять последовательность вычислений в зависимости от полученных промежуточных результатов;

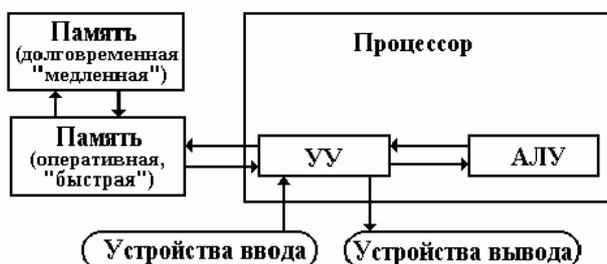
– **принцип хранимой программы.** Программы и данные к ним хранятся в одной той же памяти. Команды представляются в числовой форме и хранятся в том же ОЗУ, что и данные для вычислений. Таким образом, команды можно посылать в арифметическое устройство и преобразовывать как обычные числа. Это позволяет создавать программы, способные в процессе вычислений изменять сами себя;

– **принцип иерархичности запоминающих устройств** – память делится на оперативную (быстрая, небольшого размера) и долговременную (большую, а потому медленную). Наиболее часто ис-

пользуемые данные хранятся в быстром ЗУ сравнительно малой емкости, а более редко используемые – в медленном, но гораздо большей емкости;

– **принцип двоичного кодирования** – вся информация в компьютере хранится и обрабатывается в двоичном коде.

Начиная с первых ЭВМ (1940-е гг.), реализовывалась схема взаимодействия устройств компьютера, основанная на этих принципах, представленная на рис. 10.

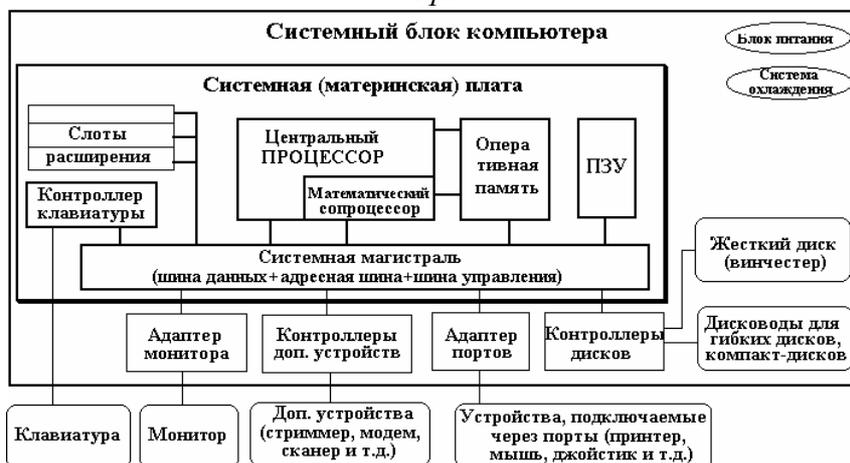


**Рис. 10** Схема взаимодействия устройств компьютера согласно архитектуре фон Неймана:

УУ – устройство управления; АЛУ – арифметико-логическое устройство

Что касается персональных компьютеров (конец 1970-х – начало 1980-х гг.), то их основу составляет находящаяся в системном блоке системная ("материнская") плата, на которой размещены **системные (центральные) устройства** компьютера – **процессор** и **память** (оперативная и постоянная), соединенные между собой **системной шиной** (информационной магистралью), к которой подсоединяются **контроллеры** всех **периферийных устройств**, подключаемых к компьютеру (см. рис. 11). При этом периферийными считаются и клавиатура, и монитор, и винчестер, и дисководы, и модем, и манипуляторы, и сканер, и видеокамера, и т.д. Дополнительные устройства, позволяющие пользователю компьютера слушать музыку, смотреть видеоролики, работать в сети и т.д., подключаются через специальные **платы расширения**. Невозможна работа компьютера и без таких вспомогательных (с точки зрения процесса обработки информации) устройств, как блок питания, система охлаждения и

пр.



**Рис. 11** Схема архитектуры персонального компьютера

**Примечание.** Адаптер монитора (видеоадаптер) часто также располагается на системной плате.

## 1.2 Основные тенденции развития аппаратного обеспечения компьютера

Развитие ЭВМ с момента их появления происходит быстрыми темпами. Модернизируются существующие устройства и разрабатываются новые, появляются более совершенные конструктивные решения для обеспечения взаимосвязи отдельных устройств между собой – т.е. архитекту-

ра ЭВМ постоянно совершенствуется. На смену большим ЭВМ пришли мини-ЭВМ, а затем и персональные компьютеры (ПК). Сохраняя общие принципы архитектуры, каждая новая модель компьютеров обладает определенными отличительными признаками.

**Интеграция устройств.** Например, если в первых моделях математический сопроцессор, кэш-память, таймер и ряд других устройств изготавливались и размещались на материнской плате как отдельные устройства, то в настоящее время они все чаще объединяются в одном кристалле с центральным процессором.

**Расширение спектра периферийных устройств.** В настоящее время пользователю предлагаются самые различные модели принтеров, дисплеев, клавиатур, несколько десятков видов манипуляторов, сенсорные системы и т.д.

**Унификация портов** – переход от специализированных портов для разных устройств (например, LPT – Line PrinTer – для подключения принтера и COM – communicate – для модема и т.п.) к универсальным портам – USB – universal serial bus (универсальная последовательная шина). К одному USB-порту можно подключить до 127 устройств разного назначения.

**Унификация двоичного кодирования символов** – переход от множества однобайтных таблиц кодировок (ASCII, КОИ-8, CP1251 и т.п.) к единой двухбайтной таблице Unicode, содержащей коды  $2^{16} = 65536$  различных символов.

### 1.3 Магистрально-модульный принцип архитектуры персональных компьютеров

Архитектура современных персональных компьютеров основана на **магистрально-модульном принципе** организации обмена информации. В соответствии с этим принципом центральные устройства компьютера взаимодействуют между собой (обмениваются информацией) и с периферийными устройствами через системную (информационную) магистраль (рис. 12).

**Системная магистраль** предназначена для передачи данных, адресов, команд управления, а потому включает в себя шину данных, адресную шину и шину управления.

Центральные устройства подсоединены к шине непосредственно, а периферийные – через **устройства сопряжения** (контроллеры или адаптеры).



**Рис. 12** Схема архитектуры ПК, основанной на магистрально-модульном принципе организации обмена информации:

НГМД – накопитель на гибких магнитных дисках (дискетод флоппи-диска);

Винчестер – накопитель на жестких магнитных дисках (НЖМД)

#### 1.4 Хронология развития

#### электронной вычислительной техники

**1941 г.** – первый автоматический программируемый универсальный цифровой компьютер. **Название:** Z3

**Разработчик:** доктор Конрад Цузе (Konrad Zuse), Германия.

**Приблизительный период разработки:** 1938 – 1941 гг.

**Краткое описание:** Z3 управлялся перфолентой из использованной киноплёнки, а ввод и вывод производился с четырехкнопочной цифровой клавиатуры и ламповой панели. Машина была основана

на реле-технологии и требовала приблизительно 2600 реле: 1400 – для памяти, 600 – для арифметического модуля и оставшиеся как часть схем управления. Главный недостаток реле в том, что прохождение сигнала вызывает искру при замыкании и размыкании контактов. Искра была причиной износа и коррозии контактов и вызывала отказы реле. Память состояла из 64 слов. Цузе использовал двоичные числа с плавающей точкой, длина кода числа составляла 22 бит: четырнадцать для мантиссы, семь для порядка и один для знака. Арифметический модуль состоял из двух механизмов – для порядка и мантиссы, – которые функционировали параллельно. Это обеспечивало не только выполнение четырех стандартных арифметических операций, но и позволяло вычислять квадратные корни. Имелись специальные "аппаратные" команды для умножения чисел на  $-1$ ;  $0,1$ ;  $0,5$ ;  $2$  или  $10$ . Практиковалось изготовление специальных модулей для автоматического преобразования чисел из двоичной системы в десятичную, чтобы упростить чтение и запись данных. Z3 мог выполнять три или четыре сложения в секунду и умножать два числа за 4 или 5 секунд. Z3 никогда не использовался для решения серьезных проблем, потому что ограниченная память не позволяла загрузить достаточное количество информации, чтобы обеспечить решение систем линейных уравнений, для чего он и создавался. Единственная модель Z3 была разрушена во время воздушного налета в 1944 г. Z3 – первое устройство, которое можно назвать полностью сформировавшимся компьютером с автоматическим контролем над операциями.

**1943 г.** – первый программируемый электронный цифровой компьютер.

**Название:** Colossus.

**Разработчики:** доктор Томми Флаверс (Tommy Flowers) и научно-исследовательские лаборатории Почтового департамента Англии,

**Приблизительный период разработки:** 1939 – 1943 гг.

**Краткое описание:** Colossus был построен в 1943 году в научно-исследовательских лабораториях Почтового департамента Англии группой разработчиков во главе с Томми Флаверсом для декодирования немецких телеграфных шифровок. Немецкое командование использовало шифровальную машину Лоренца для обработки секретных депеш как от Гитлера к генералам, так и между генералитетом. Декодируя эти сообщения, генералы Эйзенхауэр и Монтгомери получали важнейшую информацию, сыгравшую немаловажную роль в успешной высадке союзнических войск в 1944 г.

**1946 г.** – первый большой универсальный электронный цифровой компьютер (рис. 13).

**Название:** ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator).

**Разработчики:** Джон Мочли (John Mauchly) и Дж. Преспер Эккерт (J. Prosper Eckert).

**Приблизительный период разработки:** 1943 – 1946 гг.

**Краткое описание:** "Электронный числовой интегратор и вычислитель", полностью готовый к работе весной 1945 г., стал первым полнофункциональным цифровым компьютером. Он был произведен на свет в Школе электрической техники Moore (при университете в Пенсильвании). Для хранения и обработки данных в ней были применены 18 тыс. электронных ламп и 1500 реле. Таким образом, компьютер осуществлял обработку данных с помощью электроники, а не механически. ENIAC мог производить 5 тыс. операций сложения или 300 операций умножения в секунду. Время сложения – 200 мкс, умножения – 2800 мкс и деления – 24000 мкс. Команды по программе вводились вручную и каждый раз программу нужно было вводить заново. В результате на создание и выполнение даже самой простой программы требовалось очень много времени. Однако в считанные часы на этой машине можно было решить задачи, на которые 50 инженерам потребовался бы целый год. Компьютер содержал 17468 вакуумных ламп шестнадцати типов, 7200 кристаллических диодов и 4100 магнитных элементов. В 1940-е гг. электронные лампы не были такими надежными, какими они являются в настоящее время. В среднем каждые 8 минут одна лампа выходила из строя и все-таки ENIAC продемонстрировал все широкие возможности электронного компьютера. Потребляемая мощность ENIAC – 174 кВт – мощность, достаточная для небольшого завода. Это было огромное сооружение из 40 панелей, расположенных П-образно. Объем – 85 м<sup>3</sup>, длина – 30 м, занимаемое пространство – около 300 м<sup>2</sup>, вес – 30 т.

Первая полностью электронная цифровая вычислительная машина ENIAC (Electronic Numerical Integrator and – электронный численный интегратор и калькулятор) была создана в 1946 г. по заказу военного ведомства США. Машина употребляла около 150 кВт энергии.

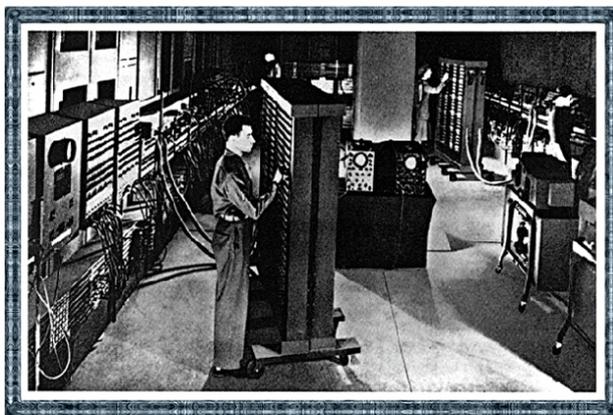


Рис. 13 ENIAC

**1949 г.** – первый большой полнофункциональный электронный цифровой компьютер с сохраняемой программой.

**Название:** EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Computer – электронный калькулятор с памятью на линиях задержки).

**Разработчики:** Морис Вилкес (Maurice Wilkes) и сотрудники математической лаборатории Кембриджского университета (Англия).

**Приблизительный период разработки:** 1946 – 1949 гг. Первая программа успешно прошла 6 мая 1949 г.

**1950 г.** – первая отечественная электронная цифровая вычислительная машина.

**Название:** МЭСМ ("Модель электронной счетной машины").

**Разработчики:** С.А. Лебедев, Институт электротехники АН УССР.

**Приблизительный период разработки:** 1946 – 1950 гг.

**1952 г.** – первая российская цифровая вычислительная машина общего назначения семейства БЭСМ, ориентированная на решение сложных задач науки и техники.

**Название:** БЭСМ – "большая электронная счетная машина".

**Разработчик:** Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР.

**Приблизительный период разработки:** 1949 – 1952 гг.

**Краткое описание:** Трехадресная машина параллельного действия, оперировавшая с 39-разрядными словами со скоростью 10 тыс. операций в секунду.

**1956 г.** – первое принесшее коммерческий успех игровое цифровое устройство. Пробраз игровых компьютеров и приставок.

**Название:** Genlac.

**Разработчик:** Эдмунд Беркли (Edmund C. Berkeley).

**Приблизительный период разработки:** 1955 – 1956 гг.

**1963 г.** – первое надежное коммерческое использование электроннолучевых трубок (CRT) для компьютерного дисплея.

**Название:** PDP-1.

**Разработчик:** Digital Equipment Corporation. В более ранних моделях дисплеев использовались CRT от осциллографа.

**1964 г.** – первое ручное устройство ввода.

**Название:** "мышь".

**Разработчик:** Дуглас Энгельбарт (Douglas Engelbart).

**Приблизительный период разработки:** 1962 – 1964 гг.

**1967 г.** – одна из самых успешных отечественных разработок, самая мощная вычислительная машина семейства БЭСМ – БЭСМ-6.

**Разработчик:** Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР. **Приблизительный период разработки:** 1965 – 1967 гг.

**Краткое описание:** Быстродействие – около 1 млн. операций в секунду. Применение в машине одноадресной системы команд подтверждало общую тенденцию повышения гибкости командного управления. Центральный процессор характеризовался высокой степенью локального параллелизма, у него были сверхбыстродействующее буферное запоминающее устройство и расширенная система команд, он обладал возможностью организации стековой памяти и разбиением оперативной памяти на независимые блоки. Широко использовалось совмещение выполнения операций обращения к памяти с работой арифметического устройства и устройства управления. Имелось пять уровней предварительного просмотра команд. Работа машины в режиме разделения времени и мультипрограммирования обеспечивалась аппаратной системой прерываний, схемой защиты памяти, индексацией и развитой системой преобразования виртуальных адресов памяти в физические. Были предусмотрены также косвенная адресация и возможности переадресации. Общий объем математического обеспечения достигал сотен тысяч строк кода.

**1970 г.** – создание больших интегральных схем (БИС). На одном кристалле удалось разместить все основные электронные части процессора.

**1970 г.** – первый многооконный интерфейс пользователя. Первая крупномасштабная реализация электронной почты.

**Разработчики:** Дуглас Энгельбарт (Douglas Engelbart) и Исследовательский центр аугментации (Augmentation Research Center).

**Приблизительный период разработки:** 1969–1970 гг.

**1971 г.** – первый коммерчески доступный микропроцессор.

**Название:** Intel 4004.

**Разработчик:** корпорация Intel, разработка для компании Busicom.

**1971 г.** – первое регулярное использование 8-дюймовой гибкой дискеты (бабушки флоппи-дисков).

**Разработчик:** Алан Шугарт (Alan Shugart) в IBM.

**1973 г.** – первый полнофункциональный персональный компьютер, укомплектованный монитором.

**Название:** Alto.

**Разработчик:** фирма Хегох, лаборатория в Пало-Альто (Хегох PARC).

**Приблизительный период разработки:** 1970 – 1973 гг.

**1975 г.** – первый серийно произведенный и выставленный на продажу персональный компьютер (в комплекте для сборки и собранный).

**Название:** Altair 8800.

**Разработчики:** Эдвард Робертс (Edward Roberts), Вильям Ятес (William Yates) и Джим Байби (Jim Bybee).

**Приблизительный период разработки:** 1973–1974 гг.

**Краткое описание:** Первый Altair использовал процессор Intel 8080 и 4 Кбайт памяти. По заказу Эдварда Робертса из компании MITS, распространяющей компьютер, Билл Гейтс и Поль Аллен написали интерпретатор языка Бейсик, втиснув его в имеющиеся 4 Кбайт (этим до сих пор гордится Б. Гейтс). Так начиналась компания Microsoft, специализирующаяся на разработке программного обеспечения.

**1975 г.** – первый персональный компьютер IBM (IBM Portable Computer).

**Название:** IBM 5100.

**Разработчик:** IBM.

**Приблизительный период разработки:** 1973 – 1975 гг. (продажа и маркетинг этого устройства были неудачны).

**Краткое описание:** Портативный компьютер с ленточным устройством ввода/ вывода и крошечным дисплеем. IBM 5100 – один из самых первых персональных компьютеров.

IBM 5100 Portable Computer был первой (и неудачной) попыткой IBM сформировать персональный компьютер в конце 1974 г. Он весил около 23 кг и стоил около 10000 долларов. У компьютера были встроенный ленточный накопитель, маленький экран и возможность управления программами на Бейсике или APL (языке программирования, созданном IBM). IBM использовала собственные комплектующие и не полагалась на микропроцессор Intel, в отличие от следующих, более успешных моделей.

Монитор отображал 16 строк по 64 символа в каждой, память расширялась до 64 Кбайт, и ленточ-

ное устройство использовало стандартную музыкальную кассету, которая сохраняла приблизительно 200 Кбайт данных.

Компьютер разрабатывался для использования в малом бизнесе, но высокая стоимость, недостатки интерфейса и невозможность обмена данными с другими компьютерами ограничили его применение и не позволили стать широко используемым персональным компьютером.

**1976 г.** – первый чрезвычайно успешно продаваемый персональный компьютер.

**Название:** Apple II.

**Разработчики:** Стив Джобс (Steve Jobs) и Стив Возняк (Steve Wozniak).

**Приблизительный период разработки:** 1974 – 1976 гг.

**Краткое описание:** первый компьютер Apple, собранный буквально на коленках, не слишком отличался от своих собратьев (Altair и другие). И только линия Apple II, выполненная на коммерческой основе, стала чрезвычайно популярна. Немного позже появились Apple III и Lisa, а только затем – Macintosh, вышедший как Mac 128K (со всеми новинками, приписываемыми фирме Apple как первооткрывателю). Apple II имел 48 Кбайт памяти и S.O.S. (Sophisticated Operating System – "замысловатая операционная система"); он создал тенденцию всеобщей компьютеризации и породил бум персональных компьютеров.

**1981 г.** – первый успешно продаваемый персональный компьютер IBM.

**Название:** IBM PC.

**Разработчик:** IBM.

**Приблизительный период разработки:** 1978 – 1981 гг.

**Краткое описание:** Оригинальный PC – это модель 1983 г. с 640 Кбайт оперативной памяти, но самые ранние модели могли иметь только 64 Кбайт на материнской плате. Этот PC имел два пятидюймовых дисководов для гибких дискет на 360 Кбайт. Потребляет всего 63,5 Вт.

IBM представила Personal Computer (PC), или персональный компьютер (ПК), 12 августа 1981 г. В то время большинство компьютеров все еще были 8-разрядными и могли обрабатывать 8 бит информации за такт. IBM революционизировала компьютерную индустрию, выйдя на рынок с персональным компьютером, базирующемся на процессоре Intel 8088, совместимом с компьютерами на 8-разрядных процессорах Intel, но обрабатывающем до 16 бит информации за такт (т.е. он был 16-разрядным).

PC показал пример расширяемой архитектуры, известной как "открытая архитектура", которая дала возможность пользователям добавлять новые компоненты к их компьютерам без замены целого устройства.

Первоначально IBM PC (модель 5150) приходил с 16 Кбайт стандартной оперативной памяти, имел одноцветный монитор, где зеленым по черному отображалось 25 строк по 80 символов и который подключался к блоку питания компьютера, так что не нуждался в собственном выключателе; монохромный графический адаптер с параллельным портом для принтера; последовательный порт; гибкий дисковод, способный использовать односторонние и двухсторонние дискеты, с одинарной и удвоенной плотностью записи (емкостью 80...360 Кбайт). Благодаря возможной расширяемости и открытости архитектуры сторонние изготовители быстро наладили производство жестких дисков, которые добавили новые возможности для хранения программ и данных на IBM PC.

В марте 1983 г. IBM выпустила персональный компьютер XT (сокращение от eXtended Technology), или PC/XT, или просто XT. Он комплектовался жестким диском на 10 мегабайт, памятью до 640 Кбайт и

MS-DOS v2.1., которая поддерживала каталоги и подкаталоги. Один или два дисководов для пятидюймовых гибких дискет а позже жесткий диск на 20 Мбайт и низкая цена (1995 долларов) открыли новую эру использования персональных компьютеров. Шина расширения персонального компьютера XT содержала восемь слотов вместо старых пяти. Это дало пользователям большую гибкость в добавлении периферийных устройств. Машина была настолько популярна, что многие изготовители начали копировать проект IBM. Начиная с XT произошел взрыв в индустрии персональных компьютеров. Он стал возможен благодаря открытой архитектуре IBM PC и XT, ставшей промышленным стандартом.

**1981 г.** – первый успешно продаваемый переносной микрокомпьютер с экраном, дисководом и сумкой для переноса (прообраз ноутбуков).

**Название:** Osborne 1.

**Разработчик:** Osborne Computer Corp.

**Приблизительный период разработки:** 1980 – 1981 гг.

**Краткое описание:** Дисковод для пятидюймовых гибких дискет, крошечный экран (3,55 дюйма по горизонтали и 2,63 по вертикали), шаблон текстового процессора Wordstar на клавиатуре, аккумуляторные батареи и сумка для переноски.

## 1.5 Поколения ЭВМ и их основные характеристики

Существует своеобразная периодизация развития ЭВМ, связанная, в основном, с типом используемой элементной базы, которая определяет в свою очередь быстродействие компьютера, емкость ЗУ. Временные границы поколений сильно размыты: в одно и то же время выпускались и использовались машины различных типов. Для отдельных же машин вопрос об их принадлежности к тому или иному поколению решается достаточно просто.

С переходом к серийному производству *ламповых* ЭВМ с хранимой программой начинается период машин **первого поколения**.

В качестве внешних носителей информации при вводе и выводе данных использовались перфоленты и перфокарты. Типичное (среднее) быстродействие машин первого поколения измерялось несколькими тысячами арифметических операций в секунду.

В 1948 г. был изобретен транзистор и начиная с середины 1950-х гг. на смену ламповым машинам пришли *транзисторные* машины **второго поколения**, в которых основными элементами были полупроводниковые триоды-транзисторы (габариты транзистора, заменившего электронную лампу, приблизительно в 40 раз меньше). Транзисторные машины обладали значительно более высокой надежностью, чем ламповые ЭВМ (средний срок службы транзисторов на два-три порядка превосходит срок службы электронных ламп), меньшим потреблением энергии, более высоким быстродействием, которое достигалось не только за счет повышения скорости переключения счетных и запоминающих элементов, но и за счет изменений в структуре машин. Наиболее мощные машины второго поколения (МИНСК, МИР, БЭСМ-6) достигали быстродействия до ста тысяч операций в с.

В 1964 г. были изобретены интегральные схемы (ИС – электронная схема, вытравленная на поверхности кремниевого кристалла, содержит несколько сотен транзисторов). В интегральных схемах элементы создаются по специальной технологии в самом веществе материала. Основой для таких сем служат полупроводниковые материалы, чаще всего кремний.) **Интегральные схемы** стали элементной базой для машин **третьего поколения**. Начало периода машин третьего поколения связано с разработкой серии IBM-360 (США) и ЕС ЭВМ (страны социалистического содружества). Переход на ИС влиял на увеличение надежности работы ЭВМ, уменьшение габаритных размеров, уменьшение потребления энергии. ЭВМ третьего поколения оперируют с произвольной буквенно-цифровой информацией (появилась возможность вводить информацию с клавиатуры, а не с перфолент и перфокарт, как это было раньше). Они построены по принципу независимой параллельной работы различных устройств: *процессора, средств внешней памяти*, благодаря чему ЭВМ одновременно могла выполнять серию операций: вводить информацию с *магнитной ленты*, решать задачи, выводить информацию на *магнитный диск* или *печатающее устройство*. Начиная с третьего поколения компьютеры работают под управлением *операционных систем*. Ученые постоянно работали над уменьшением размеров аппаратуры, что привело к появлению так называемых мини- и микроЭВМ.

В 1970 г. были разработаны **большие интегральные схемы** (БИС). На одном кристалле удалось разместить все основные электронные части процессора – появился **микропроцессор**. Постоянное совершенствование технологии производства БИС повлекло за собой быструю смену поколений микропроцессоров, что приводит к стремительному совершенствованию электронной вычислительной техники – появлению **четвертого поколения** ЭВМ. Производительность машин четвертого поколения достигает нескольких миллионов операций в секунду. Объем оперативной памяти достигает нескольких мегабайт.

С микропроцессорной революцией непосредственно связано одно из важнейших событий в истории ЭВМ – создание и широкое применение персональных компьютеров. ПК обладают такими привлекательными свойствами для пользователей, как малая энергопотребляемость, относительно малая стоимость, небольшие габаритные размеры, повышенная надежность в эксплуатации, большие возможности обработки информации различного типа.

Конечно, развитие ВТ идет не только по линии изменения элементарно-технологической базы. Производительность традиционных вычислительных систем повышается двумя путями: **развитием элементной базы и архитектуры ЭВМ.**

**Однопроцессорная** архитектура имеет предел производительности, определяемый скоростью распространения электрического сигнала по физическим линиям связи между устройствами компьютера. Другой подход повышения производительности вычислительных систем основан на использовании **принципа параллелизма**, т.е. обработка информации разбивается на несколько одновременно выполняемых последовательных процессов, каждый из которых может обмениваться информацией с другими процессами. В 1985 г. было разработано новое вычислительное устройство, получившее название **транспьютер.**

**Транспьютер** – это вычислительное устройство, выполненное в виде одной **сверхбольшой интегральной схемы**, содержащей процессор, запоминающее устройство и **коммуникационные связи** для соединения с другими компьютерами. Транспьютер используется как элементарный блок для построения параллельных высокопроизводительных систем. Они могут быть соединены друг с другом различными способами, образуя разнообразные архитектуры параллельной обработки.

В настоящее время создаются микропроцессоры седьмого поколения (Intel IV, Athlon и др.). Их быстродействие оценивается в 1,5...2 ГГц или 1,5...2 миллиарда операций в секунду ( $10^9$ ). Оперативная память имеет емкость 256...512 Мб ( $10^8$ ). Имеются средства речевого ввода команд. Многие программы включают в себя модули, традиционно относящиеся по своим функциям к системам искусственного интеллекта. На специальных серверах используется сразу несколько процессоров, распараллеливающих процесс выполнения программ. ПК, оснащенные такого рода устройствами, можно отнести к компьютерам пятого поколения.

### 3 Поколения ЭВМ (XX – XXI вв.)

Характеристики	50 – 60 гг.	60 – 70 гг.	70 – 80 гг.	80 – 90 гг.	наст. время
Элементная база	Электронные лампы	Полупроводниковые транзисторы	Интегральные микросхемы (ИС)	БИС, СБИС,	транспьютеры
Быстродействие (операции/с)	$10^3 \dots 10^4$	$10^4 \dots 10^5$	$10^5 \dots 10^6$	$10^6 \dots 10^7$	$10^{68} \dots 10^9$
Объем оперативной памяти (байт)	$10^3$	$10^4$	$10^5 \dots 10^6$	$10^6 \dots 10^7$	$10^7 \dots 10^8$
Средство связи пользователя с ЭВМ	Пульт управления и перфокарты	Перфокарты, перфоленты, магнитные ленты	Дисплей, клавиатура	Манипуляторы, средства телекоммуникации	Речевой ввод
Языки программирования	Машинные коды	Языки символического кодирования	Процедурные языки высокого уровня.	Языки логического программирования	Объектно-ориентированные языки, язы-

					ки гипертекстовой разметки
Программное обеспечение		Языки управления заданием	Операционные системы. Базы данных	Банки данных, экспертные системы, интегрированные офисные пакеты	Системы искусственного интеллекта, геоинформационные системы, поисковые механизмы
Примеры ЭВМ	МЭСМ, УРАЛ	Семейство БЭСМ, МИНСК, НАИРИ, МИР	Семейство IBM ЕС, СМ, Электроника	Персональные компьютеры	Серверы, супер-ЭВМ

## 2 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРЕ

Представление данных в компьютере сводится, по сути, к различным способам их кодирования в двоичном алфавите (рис. 14). А само существование различных способов обуславливается тем, что обработка данных разного типа включает в себя различные операции, и целесообразно выбирать такой способ кодирования, при котором операции над данными выполняются наиболее быстро и "универсально".



Рис. 14 Формы представления информации

### 2.1 Представление текстовой информации

Под текстом понимается последовательность знаков, входящих в некоторое множество (алфавит) и обладающих в этом множестве определенным смыслом, т.е. каждый знак рассматривается в таком контексте как символ. Поэтому часто данные такого вида называют еще символьными. В более узком смысле текстом будем называть некоторую последовательность закодированных в двоичном коде знаков, которую можно хранить, передавать, преобразовывать с помощью компьютера.

Если первоначально компьютеры были предназначены для проведения всевозможных расчетов ("вычислительные машины"), т.е. выполнения операций над числами, то в настоящее время значительная доля компьютерных ресурсов тратится именно на ввод, хранение, передачу и обработку текстов.

Какие же операции можно производить над текстом, ли он уже находится в памяти компьютера? Прежде всего, поиск заданной последовательности символов и замена на другую последовательность символов, упорядочивание символов (заметим, что добавление, замена, удаление, копирование и тому подобные операции относятся в равной мере к обработке данных всех типов). И поиск, и упорядочивание сводятся к выполнению операции сравнения символов. При сравнении символов наиболее важными аспектами являются уникальность кода для каждого символа и длина этого кода, а сам выбор принципа кодирования в настоящее время практически не имеет значения. Поэтому можно использовать различные таблицы кодировки, лишь бы при кодировании и декодировании символов использовалась одна и та же таблица.

В вычислительных машинах для представления информации используются цепочки байтов. Поэтому для перевода информации из машинного представления в человеческий необходимы таблицы кодировки символов – таблицы соответствия между символами определенного языка и кодами символов. Их еще называют **таблицами кодировки, кодовыми страницами** или применяют английский термин *character set* (который иногда сокращают до *charset*).

Самой известной таблицей кодировки является код ASCII (Американский стандартный код для обмена информацией). Первоначально он был разработан для передачи текстов по телеграфу, причем в то время он был 7-битовым, т.е. для кодирования символов английского языка, служебных и управляющих символов использовались только 128 7-битовых комбинаций. При этом первые 32 комбинации (кода) служили для кодирования управляющих сигналов (начало текста, конец строки, перевод каретки, звонок, конец текста и т.д.). При разработке первых компьютеров фирмы IBM этот код был использован для представления символов в компьютере. Поскольку в исходном коде ASCII было всего 128 символов, для их кодирования хватило значений байта, у которых 8-ой бит равен 0. Значения байта с 8-ым битом, равным 1, стали использовать для представления символов псевдографики, математических знаков и некоторых символов из языков, отличных от английского (греческого, немецких умляутов, французских диакритических знаков и т.п.).

Когда стали приспосабливать компьютеры для других стран и языков, места для новых символов уже не стало хватать. Для того, чтобы полноценно поддерживать помимо английского и другие языки, фирма IBM ввела в употребление несколько кодовых таблиц, ориентированных на конкретные страны. Так для скандинавских стран была предложена таблица 865 (Nordic), для арабских стран – таблица 864 (Arabic), для Израиля – таблица 862 (Israel) и так далее. В этих таблицах часть кодов из второй половины кодовой таблицы использовалась для представления символов национальных алфавитов (за счет исключения некоторых символов псевдографики).

С русским языком ситуация развивалась особым образом. Очевидно, что замену символов во второй половине кодовой таблицы можно произвести разными способами. Вот и появились для русского языка несколько разных таблиц кодировки символов кириллицы: KOI8-R, IBM-866, CP-1251, ISO-8551-5. Все они одинаково изображают символы первой половины таблицы (от 0 до 127) и различаются представлением символов русского алфавита и псевдографики.

Что касается длины кода, то она по возможности должна быть минимальной и в то же время достаточной для кодирования всех символов, которые могут потребоваться при вводе текстов любой сложности.

ЭВМ первых поколений в силу ограниченности оперативной памяти и невысокого по современным меркам быстродействия процессоров использовали минимальный набор символов. Рост мощности компьютерных устройств привел к тому, что в настоящее время при работе с одним ПК можно использовать несколько разных таблиц перекодировки. По сути, многие современные программные средства, будь то текстовые процессоры или программы для работы в Internet, предоставляют пользователю возможность выбора, какую из таблиц перекодировки использовать в своей работе, автоматически проводя преобразования существующего текстового файла из одного способа кодирования в другой по команде пользователя. Соответствующие программные модули называют конверторами.

Сейчас, когда объем памяти компьютеров чрезвычайно вырос, уже нет нужды сильно экономить при кодировании текста. Можно позволить себе "роскошь" тратить для хранения текста вдвое больше памяти (выделяя для каждого символа не 1, а 2 байта). При этом появляется возможность

разместить в кодовой таблице – каждый на своем месте – не только буквы европейских алфавитов (латинского, кириллического, греческого), но и буквы арабского, грузинского и многих других языков и даже большую часть японских и китайских иероглифов. Ведь два байта могут хранить уже число от 0 до 65535.

Двухбайтная международная кодировка UNICODE, разработанная несколько лет назад, теперь начинает внедряться на практике. В стандарте UNICODE кроме определенного двоичного кода (эти коды принято обозначать буквой U, после которой следуют знак + и собственно код в шестнадцатиричном представлении) каждому символу присвоено определенное имя. Полная спецификация стандарта Unicode представляет собой довольно толстую книгу и включает в себя все существующие, вымершие и искусственно созданные алфавиты мира, а также множество математических, музыкальных, химических и прочих символов.

Отметим, что и ASCII и UNICODE и другие стандарты кодировки символов не определяют изображения символов, а только состав набора символов и способ его представления в компьютере. Кроме того, очень важен порядок перечисления символов в наборе, так как он влияет самым существенным образом на алгоритмы сортировки.

Зачем вообще понадобилось создавать разные кодировки для одного и того же алфавита? Разве трудно было придерживаться какого-то одного для всех стандарта? Помимо соображений конкуренции ("Когда наша операционная система завоюет признание, то вместе с ней утвердится и кодировка, – так что конкурентам придется поработать, обеспечивая совместимость") изобретателями кодировок в первую очередь двигал чисто практический расчет. Как правило, еще до того как операционная система русифицируется, за символами из верхней половины таблицы ASCII (с кодами от 128 до 255) уже закреплено то или иное употребление, и, чтобы разместить в этом же диапазоне кириллический алфавит, приходится чем-то жертвовать. Разумеется, наименее ценные кодовые позиции, замещение которых нанесет наименьший ущерб функциональности системы, в каждом случае свои, и чаще всего необходимые для полного набора кириллицы 66 знаменитостей (включая букву "е", которая традиционно выносятся за пределы основного алфавита) не удастся расположить подряд. Этим и объясняется тот факт, что ни в одной из кодировок, кроме ISO 8859-5 и Unicode, русские буквы не идут сплошным блоком. В некоторых кодировках допускаются даже отклонения от алфавитного порядка – в особенности в ДКОИ-8, расположение русских букв в которой определяется, как это ни смешно, алфавитом тех латинских букв, которые на клавиатурах советского производства располагались на одних клавишах с соответствующими буквами кириллицы (например, буква "Ю" стояла на одной клавише с символом "@", идущим в ASCII перед латинской "A", и потому стала в КОИ8 "первой буквой алфавита").

## 2.2 Представление графической информации

Человек воспринимает информацию с помощью всех органов чувств и самыми различными способами, но все же основными формами информации, с которыми нам наиболее привычно "работать", являются вербальный и образный, причем последнему часто отдается предпочтение. Сегодня трудно представить себе экран монитора без графического оформления: пиктограммы стали неотъемлемыми компонентами пользовательского интерфейса многих программных средств, с помощью программ-аниматоров создать мультипликационный фильм может сейчас не только коллектив профессиональных художников, но и любой человек, которому интересно этим заниматься.

Правда, так было не всегда. Самые первые компьютеры могли работать только с числами – производить вычисления. Затем с увеличением быстродействия процессоров, появлением дисплеев и внешней памяти на магнитных носителях появилась возможность обрабатывать текстовую информацию. Но уже тогда хотелось создавать таблицы и графики, рисовать на компьютере. Но на алфавитно-цифровых дисплеях графика была возможна только как "псевдографика" (вообще, для компьютера "псевдо" – широко распространенное явление: графика – точечная, пространство – виртуальное, интеллект – искусственный и т.д.).

Графические дисплеи появились в начале восьмидесятых годов. К этому времени достигнутое быстродействие процессоров, объемы памяти, обширные библиотеки алгоритмов уже позволяли созда-

вать, выводить на экран, преобразовывать даже очень сложные графические образы в реальном времени, т.е. без заметных для человека "задержек" на их обработку компьютерными устройствами.

Компьютерная графика сейчас распространяется все шире. Даже программы, предназначенные для создания и работы с текстами – текстовые процессоры – имеют, как правило, встроенные возможности по созданию рисунков, чертежей, схем и встраиванию их в текст.

Работа с графикой на компьютере требует решения следующих проблем.

Как закодировать информацию графического вида в двоичном коде?

Как передать средствами компьютера цвет в изображении?

Какие средства позволяют передать объемность изображения на плоском экране?

Как обеспечить эффект движения при создании анимационных роликов?

*Пожалуй, именно для представления в двоичном коде информации графического вида разработано наибольшее число различных способов. Косвенным свидетельством этого можно считать наличие большого числа форматов графических файлов: \*.bmp, \*.jpg, \*.tif, \*.psx, \*.aca, \*.cdr и т.д. Отчасти это связано с тем, что для хранения рисунков в двоичном коде требуется много места в памяти компьютера, и программисты всегда пытались изобрести "экономный" способ кодирования графических изображений.*

*Важным этапом кодирования графического изображения является разбиение его на дискретные элементы (дискретизация).*

*Основными способами представления графики для ее хранения и обработки с помощью компьютера являются **растровые и векторные изображения**.*

**Векторное изображение** представляет собой графический объект, состоящий из элементарных геометрических фигур (чаще всего отрезков, дуг, прямоугольников, эллипсов). Положение этих примитивов определяется координатами характерных точек и величиной радиуса. Для каждой линии указывается ее тип (сплошная, пунктирная, штрих-пунктирная), толщина и цвет. Информация о векторном изображении кодируется как обычная числовая и обрабатывается специальными программами.

**Графический примитив** – геометрическая фигура, являющаяся элементом графического изображения, создаваемого с помощью графического редактора.

Графическим примитивом могут быть прямоугольники, эллипсы, прямые линии, стрелки различной конфигурации и т.п.

**Матричный принцип** кодирования графических изображений заключается в том, что изображение разбивается на заданное количество строк и столбцов. Затем цвет каждого элемента (клетки, точки) полученной сетки кодируется по выбранному правилу.

*Правила могут быть самыми разнообразными, рассмотрим наиболее простое из них.*

Если рисунок черно-белый, то достаточно ставить в соответствие клеточке, у которой "закрашено" больше половины площади, единицу, иначе – ноль. Если рисунок цветной, то для каждой точки нужно сохранять код ее цвета.

*Точки-клетки, на которые разбивается изображение, называются **пикселями**.*

*Pixel (picture element – элемент рисунка) – минимальная единица изображения, цвет и яркость которой можно задать независимо от остального изображения.*

*В соответствии с матричным принципом строятся изображения, выводимые на принтер, отображаемые на экране дисплея, получаемые с помощью сканера.*

*Качество изображения будет тем выше, чем "плотнее" расположены пиксели, т.е. чем больше разрешающая способность устройства, и чем точнее закодирован цвет каждого из них. Разрешение устройств обычно измеряют в "точках на дюйм" (dpi).*

О графическом изображении, когда каждый пиксель кодируется  $n$  битами, говорят как о графике глубиной в  $n$  разрядов.

**Глубина цвета** – длина кода, используемого при кодировании цвета одного пикселя.

При глубине кода, равной 1, можно передать  $2^1 = 2$  цвета (например, черный и белый).

При глубине кода, равной 4, можно передать  $2^4 = 16$  цветов.

При глубине кода, равной 8 (1 байт), можно передать  $2^8 = 256$  цветов.

При глубине кода, равной 16 (2 байта), можно передать  $2^{16} = 65536$  цветов (режим High Color).

При глубине кода, равной 24 (3 байта), можно передать  $2^{24} = 16777216$  оттенков цвета (режим True Color).

Каким образом кодируется цвет пикселя или графического примитива?

*Если Вы посмотрите на экран дисплея через сильную лупу или увеличительное стекло, то увидите либо множество разноцветных прямоугольников, либо множество разноцветных кружочков (в зависимости от марки и модели техники). Каждый экранный пиксель состоит из трех таких элементов, один из которых красного (Red), другой зеленого (Green), третий синего (Blue) цвета (RGB-модель цветообразования).*

*Известно, что, если на изображении имеются близко расположенные цветные детали, то с большого расстояния мы не различаем цвета отдельных деталей – происходит смешение световых потоков, передающих цвета этих деталей. Известно также, что любой желаемый цвет может быть получен в результате сложения (смешения) красного, зеленого и синего световых потоков. Яркость (интенсивность) каждого цвета может быть различна.*

*Рассмотрим самый простой случай – каждый из трех составляющих пикселя может либо гореть (1), либо не гореть (0). Тогда мы получаем следующий набор цветов:*

Красный	Зеленый	Синий	Цвет
0	0	0	Черный
0	1	0	Зеленый
0	0	1	Синий
1	0	0	Красный
0	1	1	Бирюзовый
1	1	0	Желтый
1	0	1	Малиновый
1	1	1	Белый

*При печати на принтере используется несколько иная цветовая модель: если монитор испускал свет и оттенок получался в результате "сложения" цветов, то краски – поглощают свет, цвета "вычитаются". Попробуйте покрасить бумагу смесью из красной, зеленой и синей краски – вряд ли вы когда-нибудь получите белый цвет. Поэтому для цветной печати используют в качестве основных иные цвета – голубую (Cyan), пурпурную (Magenta) и желтую (Yellow) краски. Теоретически наложение этих трех цветов должно давать черный цвет. На практике из-за неидеальности красителей чаще получается серый или коричневый цвет. Поэтому в качестве четвертого основного цвета к ним обычно добавляют черную (black) краску. Отсюда пошло название этого способа цветообразования – CMYK-модель. Для хранения информации о доле каждой краски и в этом случае чаще всего используется 1 байт.*

## Трехмерная компьютерная графика

Создание и редактирование трехмерных объектов происходит на базе использования достаточно сложного математического аппарата. Он используется для преобразования трехмерных координат изображаемого объекта в их проекцию на плоскость, а также для пересчета кодов оттенков цвета каждого пикселя при отражении на плоском экране светотеней, рельефа для создания более реалистичной "объемности" изображения.

Специальные алгоритмы позволяют масштабировать, наклонять, зеркально отображать объекты в трехмерном пространстве, а также создавать эффекты перспективы, скручивания, изгиба, наклона и раскачивания тел. Используются различные методы расчета освещенности и теней на искривленных поверхностях тел. С помощью эффектов дымки и дистанционных теней моделируются различные атмосферные явления: туман, облачность. За счет специальных средств создаются нестандартные материалы, например, поверхности с вмятинами, с волокнами дерева или из мрамора, можно преобразовывать, например, прозрачную пластиковую поверхность объекта в металлическую и т.п. Математические рас-

четы позволяют задавать динамическое изменение текстуры объектов, например, для изображения мерцающего пламени.

## Анимационные эффекты

Анимация – искусственное представление движения в кино, на телевидении или в компьютерной графике путем отображения последовательности рисунков или кадров с частотой, при которой обеспечивается целостное зрительное восприятие образов.

Как правило, для плавного воспроизведения анимации необходима скорость, или частота кадров, не менее 10 кадров в секунду – инертность зрительного восприятия.

Разница между анимацией и видео состоит в том, что видео использует непрерывное движение и разбивает его на множество дискретных кадров. Анимация использует множество независимых рисунков или графических файлов, которые выводятся в определенной последовательности для создания иллюзии непрерывного движения. Кроме того, в традиционной анимации принципиально разделена двумерная, рисованная, и трехмерная, кукольная, анимация. Компьютер стирает эти грани: созданное плоскостное изображение можно перевести в объем и наложить на сложную поверхность.

Для создания компьютерной анимации существует множество программных средств и способов. Наиболее распространенным способом создания анимации является метод ключевых или опорных кадров. Ключевым событием может являться задаваемое пользователем изменение параметров одного из возможных преобразований объекта (положения, поворота или масштаба), изменение любого из допускающих анимацию параметров (свойства источников света, материалов и др.). После определения всех ключевых кадров система компьютерной анимации выполняет автоматический расчет событий анимации для всех остальных кадров, занимающих промежуточное положение между ключевыми, так называемых промежуточных кадров.

Компьютерная анимация – один из главных элементов мультимедиа проектов и презентаций.

Трехмерная графика и анимация полезны не только при производстве телевизионных анимационных роликов или спецэффектов в кинофильмах, но и в производственной деятельности при создании различного рода двух- и трехмерных моделей.

### 2.3 Представление звуковой информации

Из курса физики Вам известно, что звук – это колебания воздуха. По своей природе **звук** является **непрерывным сигналом**. Если преобразовать звук в электрический сигнал (например, с помощью микрофона), мы можем зафиксировать плавно изменяющееся с течением времени напряжение (рис. 15).

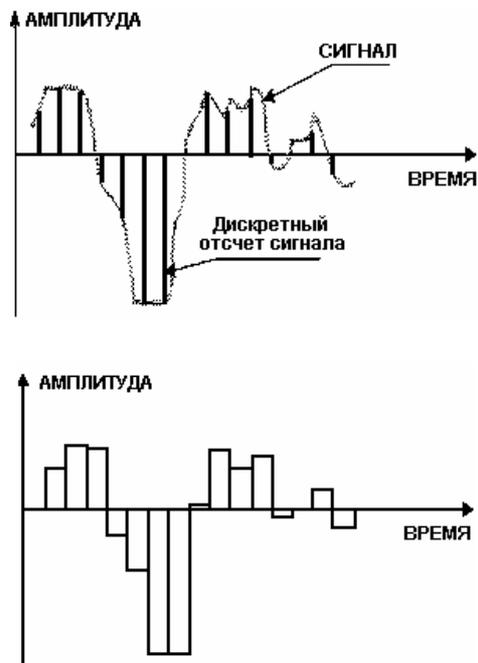
Для компьютерной обработки аналоговый сигнал нужно каким-то образом преобразовать в последовательность двоичных чисел – **дискретизировать** его (англ. discrete – отдельный, состоящий из отдельных частей) и **оцифровать**.



Рис. 15 Регистрация звука как непрерывного сигнала

Можно поступить следующим образом: измерять амплитуду сигнала через равные промежутки времени и записывать полученные числовые значения в память компьютера (рис. 16).

Устройство, выполняющее процесс дискретизации и оцифровки аналоговых сигналов, называется **аналого-цифровым преобразователем (АЦП)**.



**Рис. 16** Схема дискретизации непрерывного сигнала

Как видно из рисунка, результат измерений не является точным аналогом непрерывного электрического сигнала. Насколько все же соответствует "цифровой" звук аналоговому? Очевидно, что это соответствие будет тем полнее, чем чаще происходят измерения и чем они точнее. Частота, с которой производятся измерения, называется **частотой дискретизации**. Когда мы говорим, что частота дискретизации 44,1 кГц, то это значит, что сигнал измеряется 44100 раз в течении секунды.

А точность измерений амплитуды определяется числом бит, использующихся для представления результата измерений. Этот параметр называют **разрядностью** или **уровнем квантования**.

Чем выше частота дискретизации и уровень квантования, тем точнее будет представлен и затем воспроизведен звук. Однако, пропорционально увеличению частоты возрастают:

- а) интенсивность потока цифровых данных, а пропускные возможности интерфейсов не безграничны, особенно если записывается/воспроизводится одновременно несколько каналов;
- б) вычислительная нагрузка на процессоры, а их возможности также ограничены;
- в) объем памяти, необходимой для хранения сигнала в цифровой форме.

Поэтому, в зависимости от характера звука и требований, предъявляемых к его качеству и объему занимаемой памяти, выбирают некоторые компромиссные значения.

Например, при записи музыки на компакт-диски используются 16-битное кодирование при частоте дискретизации 44,032 кГц, при работе же с речью достаточно 8-битного кодирования при частоте 8 кГц.

Считается, что диапазон частот, которые слышит человек, составляет от 20 Гц до 20000 кГц. Согласно теореме Найквиста-Котельникова, для того, чтобы аналоговый (непрерывный по времени) сигнал можно было точно восстановить по его отсчетам, частота дискретизации должна быть как минимум вдвое больше максимальной звуковой частоты. Таким образом, если реальный аналоговый сигнал, который мы собираемся преобразовать в цифровую форму, содержит частотные компоненты от 0 Гц до

20 кГц, то частота дискретизации такого сигнала должна быть не меньше, чем 40 кГц. Сегодня самыми распространенными частотами дискретизации являются 44,1 кГц и 48 кГц. В последнее время выяснено, что обертоны, расположенные свыше 20 кГц, вносят немалый вклад в звучание. Поэтому появляются преобразователи, использующие частоты дискретизации 96 кГц и 192 кГц, а в недалеком будущем ожидается появление систем и с частотой 384 кГц.

Для записи и хранения звукового сигнала в цифровой форме требуется большой объем дискового пространства. Чем выше требования к качеству записываемого звука, тем больше должна быть емкость носителя.

Например, стереофонический звуковой сигнал длительностью 60 с, оцифрованный с частотой дискретизации 44,1 кГц, при 16-разрядном квантовании для хранения потребует на около 10 Мб: 2

$$(стереофонический) \times 60 (с) \times 44100 (ед/с) \times 2 (байта) = 10\,584\,000 \text{ байт} = 10\,336 \text{ Кб} = \\ = 10,094 \text{ Мб.}$$

Существенно снизить объем цифровых данных, необходимых для представления звукового сигнала с заданным качеством, можно с помощью **компрессии**, т.е. путем уменьшения количества отсчетов и уровней квантования. Главная задача методов компрессии – достижение максимального сжатия звукового сигнала при минимальных субъективно слышимых искажениях восстановленного сигнала. При этом используются довольно сложные кодирующие устройства и программы сжатия – кодеки (от кодирования-декодирования).

Заметим, что существование строгих формальных правил для записи звука позволяет использовать ЭВМ не только для записи и хранения в цифровом виде речи и мелодий, но и для создания музыкальных произведений (синтеза звука) и их обработки. О качестве музыкальных произведений, создаваемых машинами, спорят, но, тем не менее, многие из современных композиторов признают и широко используют возможности компьютеров.

## 2.4 Представление числовой информации

Сходство в кодировании числовой и текстовой информации состоит в следующем: чтобы можно было *сравнивать* данные этого типа, у разных чисел (как и у разных символов) должен быть различный код. Основное отличие числовых данных от символьных заключается в том, что над числами кроме операции сравнения производятся разнообразные *математические операции*: сложение, умножение, извлечение корня, вычисление логарифма и пр. Правила выполнения этих операций в математике подробно разработаны для чисел, представленных в позиционной системе счисления. Многовековая история развития математики показывает, что именно позиционный принцип позволяет использовать эти правила как универсальные алгоритмы, справедливые для системы счисления с любым основанием: 2, 3, 8, 10, 16, 60 и пр.

**Система счисления** – совокупность приемов обозначения чисел, способ записи чисел.

Система счисления называется *позиционной*, если значение ("вес") цифры в числе зависит не только от значения самой цифры, но и от ее позиции в записи числа.

Так, в числе 575,5 последняя цифра "5" передает ("весит") половинку единицы, предпоследняя цифра "5" передает пять единичек, а первая цифра "5" передает уже пятьсот единиц. Это число можно записать так:

$$575 = 5 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1}.$$

**Основание системы счисления** – это:

- число различных цифр, используемых для записи чисел;
- количество единиц младшего разряда, соответствующих одной единице следующего старшего разряда.

Наиболее привычная для нас система счисления – десятичная. Для записи чисел в ней используется 10 разных цифр; единице любого разряда соответствует 10 единиц предыдущего разряда.

В двоичной системе счисления для записи чисел используется всего две цифры – 0 и 1, а единице любого разряда соответствует две единицы предыдущего разряда.

В шестнадцатеричной системе счисления используется 16 цифр: первые десять привычные арабские цифры, а для обозначения оставшихся шести цифр используются первые шесть прописных букв латинского алфавита (A, B, C, D, E, F).

В шестидесятеричной системе счисления, так хорошо знакомой нам по нашим часам при "исчислении" секунд и минут, в настоящее время для записи чисел используется десять цифр, привычных нам по десятичной системе, но вес единицы каждого разряда составляет 60 единиц разряда предыдущего.

Заметим, что обычно основание системы счисления указывается как нижний индекс, например,  $123,5_{10}$   $1101,101_2$   $120,7_8$   $9A07,C8_{16}$ .

В позиционных системах счисления каждое число может быть записано в *цифровой* и *многочленной* форме.

Пусть запись числа в цифровой форме состоит из цифр  $a_n a_{n-1} a_{n-2} \dots a_2 a_1 a_0$ ,  $a_{-1} a_{-2} \dots$

Если это число представлено в позиционной системе счисления с основанием  $p$ , то многочленная форма представления числа имеет следующий вид:

$$a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + a_{n-2} p^{n-2} + \dots + a_2 p^2 + a_1 p^1 + a_0 p^0 + a_{-1} p^{-1} + a_{-2} p^{-2} + \dots$$

Перевести число из  $p$ -ричной в десятичную систему счисления можно, записав его в многочленной форме и вычислив значение полученного многочлена.

#### ПРИМЕРЫ

$$123,5_{10} = 1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1}$$

$$1101,101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3}$$

$$120,7_8 = 1 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 0 \cdot 8^0 + 7 \cdot 8^{-1}$$

$$9A07,C8_{16} = 9 \cdot 16^3 + 10 \cdot 16^2 + 0 \cdot 16^1 + 7 \cdot 16^0 + 12 \cdot 16^{-1} + 8 \cdot 16^{-2}$$

Произведя соответствующие вычисления, Вы получите:

$$1101,101_2 = 8+4+0+1+0,5+0,25+0,125 = 13,875_{10}$$

$$120,7_8 = 64+16+0+0,875 = 80,875_{10}$$

$$9A07,C8_{16} = 36864+2560+0+7+0,75+0,03125 = 39431,78125_{10}$$

Осуществить перевод из десятичной системы счисления в любую другую позиционную систему можно также, используя позиционный принцип. Полезным в этом случае будет такое понятие, как **базис системы счисления**, т.е. последовательность так называемых ключевых чисел, каждое из которых задает значение цифры по ее месту в записи числа.

#### ПРИМЕРЫ

Базис десятичной системы счисления: ...,  $10^n$ , ..., 1000, 100, 10, **1**, 0.1, 0.01, ...

Базис двоичной системы счисления: ...,  $2^n$ , ..., 16, 8, 4, 2, **1**, 1/2, 1/4, ...

Базис троичной системы счисления: ...,  $3^n$ , ..., 81, 27, 9, 3, **1**, 1/3, 1/9, ...

Базис шестнадцатеричной системы счисления: ...,  $16^n$ , ..., 256, 16, **1**, 1/16, 1/256, ...

Перевести число из десятичной в  $p$ -ричную систему счисления – значит "разложить" это число по соответствующему базису, а именно, определить, *какие элементы базиса (начиная с максимально возможного) и сколько раз входят в "переводимое количество"*.

#### ПРИМЕР

Перевод числа  $26_{10}$  в двоичную систему счисления:

максимальный элемент базиса, меньший 26 – это 16 – входит 1 раз (остаток  $26 - 16 = 10$  единиц);

элемент 8 входит в остаток 1 раз (остаток  $10 - 8 = 2$  единицы);

элемент 4 входит в остаток 0 раз (остаток  $2 - 0 = 2$  единицы);

элемент 2 входит в остаток 1 раз (остаток  $2 - 2 = 0$  единиц);

элемент 1 входит в остаток 0 раз.

Таким образом,  $26_{10} = 11010_2$ .

Схематично это можно представить так:

			1	1	0	1	0	· номер разряда
7	6	5	4	3	2	1	0	
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	} вес разряда
128	64	32	16	8	4	2	1	} базисный элемент

Перевод числа  $26_{10}$  в шестнадцатеричную систему счисления:

максимальный элемент базиса, меньший 26 – это 16 – входит 1 раз (остаток  $26 - 16 = 10$  единиц);

элемент 1 входит в остаток 10 раз (обозначается цифрой A) (остаток  $10 - 10 = 0$  единиц);

Таким образом,  $26_{10} = 1A_{16}$  (рис. 17).

		1	A	· номер разряда
2	1	0		
$16^2$	$16^1$	$16^0$		} вес разряда
256	16	1		} базисный элемент

Рис. 17



**Постановка задачи.** Дано число  $0, A_q$  (в системе счисления с основанием  $q$ ). Заменить его равным числом  $0, X_p$  (в системе счисления с основанием  $p$ ).

**Алгоритм III.** Для того, чтобы исходную правильную дробь  $0, A_q$  заменить равной ей правильной дробью  $0, X_p$ , нужно  $0, A_q$  умножить на "новое" основание  $p$  по правилам  $q$ -арифметики, целую часть полученного произведения считать цифрой старшего разряда искомой дроби. Дробную часть полученного произведения вновь умножить на  $p$ , целую часть полученного результата считать следующей цифрой искомой дроби. Эти операции продолжать до тех пор, пока дробная часть не окажется равной нулю, либо не будет достигнута требуемая точность.

Алгоритм **рекомендуется** при переводе из десятичной системы счисления в произвольную.

### Пример

Дробь  $0,375_{10}$  заменить равной ей двоичной дробью.

### Решение

$$0,375 * 2 = 0,750$$

$$0,75 * 2 = 1,50$$

$$\underline{0,5 * 2 = 1,0} \text{ (дробная часть равна 0)}$$

$$0,375_{10} = 0,011_2$$

**Алгоритм IV.** Для того чтобы исходную правильную дробь  $0, A_q$  заменить равной ей правильной дробью  $0, X_p$ , необходимо цифру младшего разряда дроби  $0, A_q$  разделить на основание  $q$  по правилам  $p$ -арифметики, к полученному частному прибавить цифру следующего (более старшего) разряда и далее поступать так же, как и с первой взятой цифрой.

Эти операции продолжать до тех пор, пока не будет прибавлена цифра старшего разряда искомой дроби. После этого полученную сумму разделить еще раз на  $p$  и к результату приписать запятую и нуль целых.

Алгоритм **рекомендуется** при переводе из произвольной системы счисления в десятичную.

### Пример

Дробь  $0,1101_2$  заменить равной ей десятичной правильной дробью.

### Решение

$$1 : 2 + 0 = 0,5_{10}$$

$$0,5 : 2 + 1 = 1,25_{10}$$

$$1,25 : 2 + 1 = 1,625_{10}$$

$$\underline{1,625 : 2 + 0 = 0,8125_{10}}$$

$$0,1101_2 = 0,8125_{10}$$

## Алгоритмы перевода чисел в системы счисления с кратными основаниями

**Постановка задачи.** Перевести число  $A_q$  из системы счисления с основанием  $q$  в систему счисления с основанием  $q^n$ , где  $n$  – натуральное число.

**Алгоритм V.** Для записи двоичного числа в системе счисления с основанием  $q = 2^n$  достаточно данное двоичное число разбить на группы вправо и влево от десятичной точки по  $n$  цифр в каждой группе. Затем каждую такую группу следует рассмотреть как  $n$ -разрядное двоичное число и записать его как цифру в системе с основанием  $q = 2^n$ .

В крайних группах, если двоичных цифр оказалось меньше  $n$ , можно добавлять незначащие нули.

### Пример

Число  $1011000010,0011001_2$  заменить равным ему числом восьмеричной системы счисления, т.е. системы с основанием  $q = 2^3$ , и шестнадцатеричной системы счисления, т.е. системы счисления с основанием  $q = 2^4$ .

### Решение

Для перевода в восьмеричную систему счисления разбиваем двоичное число на группы по три цифры в каждой:

001	011	000	010	,	001	100	100	– двоичное число
1	3	0	2	,	1	4	4	– восьмеричное число

Внизу под каждой из групп выписаны цифры, соответствующие трехразрядным двоичным числам:

$$1_2 = 1_8; 011_2 = 3_8; 000_2 = 0_8; 010_2 = 2_8; 001_2 = 1_8; 100_2 = 4_8.$$

Для перевода в шестнадцатеричную систему счисления разбиваем двоичное число на группы по четыре цифры в каждой:

0010	1100	0010	,	0011	0010	– двоичное число
2	C	2	,	3	2	– шестнадцатеричное число

Внизу под каждой из групп выписаны цифры, соответствующие четырехразрядным двоичным числам:

$$10_2 = 2_{16}; 1100_2 = C_{16}; 0010_2 = 2_{16}; 0011_2 = 3_{16}; 0010_2 = 2_{16}.$$

**Постановка задачи.** Перевести число  $A_q$  из системы счисления с основанием  $q^n$  в систему счисления с основанием  $q$ , где  $n$  – натуральное число.

**Алгоритм VI.** Для замены числа, записанного в системе с основанием  $p = 2^n$ , равным ему числом в двоичной системе счисления достаточно каждую цифру данного числа заменить  $n$ -разрядным двоичным числом.

### Пример

Число  $2607,34_8$  заменить равным ему двоичным числом.

В соответствии с алгоритмом запишем:

2	6	0	7	,	3	4	– восьмеричное число;
010	110	000	111	,	011	100	– двоичное число.

В результате получим  $2607,24_8 = 10110000111,0111_2$ .

Из сказанного следует, что замена двоичного числа на равное ему восьмеричное и наоборот может осуществляться механически, без всяких вычислений.

Нетрудно представить себе пишущую машинку, у которой на клавишах восьмеричные цифры: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – и на молоточках, которые бьют по бумаге, соответствующие им трехразрядные двоичные числа: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Такая машинка позволит всякое восьмеричное число, отстукиваемое на клавиатуре, отпечатать на бумаге в виде равного ему двоичного числа. Замените клавиши на молоточки – и будет изготовлена двоично-восьмеричная кодирующая машинка.

### Пример

Число  $6B07,D4_{16}$  заменить равным ему двоичным числом.

В соответствии алгоритмом запишем:

6	B	0	7	,	D	4	– шестнадцатеричное число;
---	---	---	---	---	---	---	----------------------------

0110 1011 0000 0111 ,1101 0100 – двоичное число.

В результате получим  $6B07,D4_{16} = 110101100000111,110101_2$ .

## Различия в представлении целых и вещественных чисел

Целые и вещественные числа представляются в памяти компьютера по-разному.

Мало научиться записывать числа, важно облегчить процесс автоматизированного выполнения арифметических действий над числами.

Вернемся к первым ЭВМ. Основным видом их "деятельности" были вычисления, но объем оперативной памяти и быстродействие процессора были невелики, и инженерам приходилось придумывать разнообразные способы экономного хранения и обработки чисел, чтобы даже сложные расчеты выполнялись за разумное время.

Операции над целыми числами выполнять проще, но зато в реальной практике измерения в целых числах встречаются не так уж часто. Поэтому для целых чисел решено было отводить по одной или две ячейки памяти – один или два байта.

Один байт чаще всего отводился для всевозможных счетчиков, т.е. для представления целых положительных чисел.

Максимальным десятичным числом, которое можно было закодировать таким образом было  $255_{10} = 11111111_2 = 2^8 - 1$ .

Для представления положительных и отрицательных целых чисел отводилось два байта (16 бит). Признаком, передающим знак числа, было выбрано значение самого старшего бита: 0 означает, что закодировано положительное число, 1 – отрицательное.

Максимальным десятичным числом, которое можно было закодировать таким образом было  $32767_{10} = 01111111 11111111_2 = 2^{15} - 1$ .

С вещественными числами дело обстоит немного сложнее, поскольку надо было придумать способ, одинаковый для кодирования и больших, и маленьких чисел, т.е. и миллион (1000000), и одну миллионную (0,000001) хотелось бы кодировать посредством одного и того же алгоритма.

В соответствии с принципом позиционности любое десятичное число можно представить как некоторую степень десяти.

### Пример

$$1000000 = 0,1 * 10^7$$

$$0,000001 = 0,1 * 10^{-5}$$

$$-123,45 = -0,12345 * 10^3.$$

Такое представление чисел называется записью с плавающей точкой (запись 123,45 – запись с фиксированной точкой). В этой записи число имеет четыре характеристики:

- знак числа;
- знак порядка;
- порядок (степень числа 10);
- мантисса (дробная часть числа).

При двоичном кодировании необходимо все эти характеристики как-то отразить.

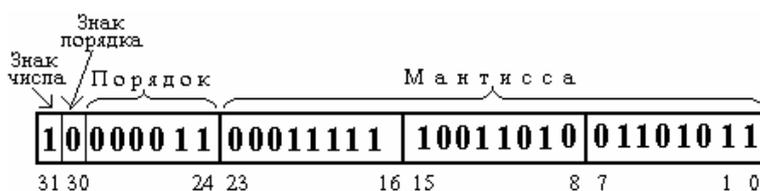
Было решено отводить под вещественные числа 4 байта (32 бита). Три младших байта отводилось под запись мантиссы, а старший байт включал в себя:

- один (старший) бит – знак числа: 0 – положительное, 1 – отрицательное;
- один бит – знак порядка: 0 – положительный, 1 – отрицательный;
- младшие 6 бит – порядок числа.

Если порядок числа был равен  $111111_2 = 63_{10}$ , то, следовательно, максимальным числом, которое можно было закодировать таким образом, было  $10^{63}$ .

### Пример

Число  $-123,45_{10} = -0,12345 \cdot 10^3$  в памяти компьютера будет представлено так:



В настоящее время, когда быстродействие процессоров и объем оперативной памяти достаточно велики, а обычной разрядностью компьютеров становится разрядность в 32 или 64 бита, уже нет жестких требований к использованию экономных кодов для записи чисел. И сейчас имеется возможность проводить расчеты, величины в которых могут превосходить  $10^{63}$  во много раз.

### Элементы машинной арифметики

Все арифметические операции над двоичными числами в компьютере можно свести к двум операциям: сложению и сдвигу кодов. Это позволяет технически реализовать четыре арифметических действия в одном арифметико-логическом устройстве, используя одни и те же схемы выполнения операций.

#### Примеры

$\begin{array}{r} 10110 \\ + 1011 \\ \hline 100001 \end{array}$	$\begin{array}{r} 10110 \\ - 1011 \\ \hline 1011 \end{array}$	$\begin{array}{r} 10110 \\ \underline{1011} \\ 10110 \end{array}$	$\begin{array}{r} 10110 \\ \underline{1011} \\ 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1011 \\ \underline{10} \\ 10110 \\ 00000 \\ \underline{10110} \\ 1110010 \end{array}$
---	---	---	---	---

### Прямой, обратный, дополнительный коды числа

При выполнении арифметических операций в компьютере применяются прямой, обратный и дополнительный коды: прямой – при умножении и делении; обратный – при замене вычитания сложением; дополнительный – при сложении положительных и отрицательных чисел.

*Прямой код* двоичного числа – это само двоичное число, причем значение знакового разряда для положительных чисел равно 0, а для отрицательных 1.

*Обратный код* для положительного числа совпадает с прямым кодом, а для отрицательного числа все двоичные цифры числа заменяются на "противоположные" (инверсные) значения (единица на ноль и наоборот). Знак числа остается прежним.

*Дополнительный код* положительного числа совпадает с прямым кодом. Дополнительный код отрицательного числа образуется как результат суммирования обратного кода с единицей младшего разряда.

#### Пример

Путь число кодируется 1 байтом.

Десятичное число	Двоичное число	Прямой код	Обратный код	Дополнительный код
+0,8125	+0,1101	0 0001101	0 0001101	0 0001101
-0,8125	-0,1101	1 0001101	1 1110010	1 1110011

После выполнения арифметических действий дополнительный и обратный коды отрицательных чисел преобразуются в прямой код. Обратный код преобразуется заменой всех значащих цифр, кроме знакового разряда, на противоположные цифры. Дополнительный код преобразуется так же, как и обратный код, а затем добавляется единица к младшему разряду.

Сложение чисел производится в дополнительных кодах поразрядно. Единица переноса из знакового разряда теряется.

Вычитание сводится к алгебраическому сложению кода уменьшаемого с кодом вычитаемого, взятого с обратным знаком.

Умножение и деление двоичных чисел производятся в прямом коде и сводятся к двум операциям: сложению и сдвигу кодов. Знак произведения и частного определяется по тем же правилам, что и в десятичной системе счисления.

#### **Тема 4 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Данная тема включает в себя следующие разделы:

- 1 Классификация программного обеспечения (ПО).
- 2 Системное ПО. Операционные системы.
- 3 Инструментальное ПО. Среды программирования.
- 4 Сервисное ПО: архиваторы, антивирусные программы, утилиты.
- 5 Основные виды прикладного ПО.
  - 5.1 Программные средства работы с текстом.
  - 5.2 Программные средства работы с графикой.
  - 5.3 Программные средства работы со звуком.
- 6 Программные средства для вычислительных работ.
- 7 Системы искусственного интеллекта.
- 8 Программные средства автоматизации управления.
- 9 Базы данных. Геоинформационные системы.

##### **1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО)**

Программное обеспечение современного компьютера очень разнообразно в соответствии с многообразием задач, решаемых пользователями с его помощью, и множеством операций, выполняемых устройствами компьютера. Все программные модули взаимосвязаны через управляющие (системные) программы. Часть модулей работает во взаимодействии с пользователем, часть – автоматически. Каждая из программ выполняет свою функцию, а все вместе они обеспечивают автоматизированное выполнение информационных процессов при решении задач пользователей. Таким образом, программное обеспечение компьютера – это автоматизированная информационная система, достаточно большая и сложная.

Современные программы состоят, как правило, из большого числа модулей, а потому вместо термина "программа" чаще используются термины "программное средство" и "пакеты программ".

Какие же **виды программных средств** можно выделить?

Прежде всего, это программы, необходимые для управления работой самого компьютера как сложной системы. Пользователь, как правило, может даже не знать, что это за программы, сколько их, что они делают. Но большинство команд пользователя выполняется именно с их помощью. В совокупности они называются *системным программным обеспечением*. К нему традиционно относят:

- программы начальной загрузки компьютера. Они хранятся в ПЗУ (постоянном запоминающем устройстве) и обеспечивают проверку работоспособности основных устройств компьютера после его включения и передачу управления операционной системе. Часто называются *базовым ПО*;
- *операционные системы* (ОС), необходимые для управления согласованной работой всех устройств и программ компьютера, выполнения команд пользователя;
- *файловая система*;
- *операционные оболочки*, предназначенные для обеспечения удобного для пользователя способа работы с файлами и запуска прикладных программ;
- *драйверы устройств*, обеспечивающие программную поддержку работы конкретных устройств (в последнее время входят в состав операционной системы).

Другой класс программного обеспечения – *прикладное ПО*. Именно оно предназначено для решения пользователем задач из самых различных предметных областей – математики, лингвистики, делопроизводства, управления и т.д. Существуют самые разные классификации прикладного ПО. Приведем одну из них, деление в которой осуществляется на основании типа решаемых задач.

В прикладном ПО можно выделить следующие группы программных средств (ПС):

- ПС для обработки текстов – текстовые редакторы, текстовые процессоры, редакционно-издательские системы, программы-переводчики, программы проверки орфографии и синтаксиса, лингвокорректоры, программы оптического распознавания символов и т.п.;
- ПС для обработки числовой информации – электронные таблицы, пакеты математических программ, пакеты для статистической обработки данных и др.;
- ПС для обработки графической информации – графические редакторы, аниматоры, программы деловой и презентационной графики, средства работы с трехмерными и видеоизображениями и др.;
- ПС для обработки звуковой информации – музыкальные и звуковые редакторы, синтезаторы звука, программы распознавания и синтеза речи и пр.;
- ПС, обеспечивающие работу в телекоммуникационных сетях – почтовые программы, поисковые системы, броузеры и пр.;
- ПС, обеспечивающие автоматизированное хранение информации – системы управления базами данных (СУБД), построенные с их помощью базы и банки данных (БД и БнД), специализированные информационно-поисковые системы (ИПС) и др.;
- ПС, используемые в процессах управления и диагностики – различные типы автоматизированных систем управления (АСУ) и систем автоматизированного управления (САУ), системы поддержки принятия решений (СППР), экспертные системы (ЭС) и пр.;
- ПС, применяемые для проведения исследовательских и проектно-конструкторских работ – специализированные моделирующие программы, системы автоматизированного проектирования (САПР) и пр.;
- ПС, используемые в обучении – электронные учебники, тренажеры, тесты и пр.;
- игровые программы;
- программы, созданные пользователем с помощью сред программирования.

Еще один класс программного обеспечения – *специальное ПО*. Основное его отличие от системного ПО в том, что пользователь сам решает, будет ли он использовать эти ПС или нет, а отличие от прикладного ПО состоит в том, что специальные ПС используются не для решения задач из других предметных областей, а для задач, связанных с использованием непосредственно компьютера.

Например, когда пользователь активно работает за компьютером, то ему часто приходится сохранять на винчестере нужные файлы и удалять те, которые больше не потребуются. При удалении файла место, которое он занимал, освобождается. На это место в дальнейшем может быть записан другой файл, но его размер может быть меньше. В результате многократного удаления/записи файлов на диске появляется много небольших "пустых" мест. Их размер не позволяет записать на них новые файлы целиком, и если свободного места на диске немного, то файлы большого размера разбиваются на отдельные фрагменты и записываются по частям. В этом случае говорят, что информация записана фрагментарно (не непрерывно). Обращение к таким файлам требует гораздо большего времени и, чтобы избе-

жать этого, пользователь может провести дефрагментацию диска, т.е. выполнить программу, которая перепишет, если это возможно, файлы один за другим, собрав тем самым все свободные участки в одну область.

В специальном ПО можно выделить инструментальное ПО и сервисное ПО. *Инструментальное ПО* – это всевозможные среды программирования, с помощью которых создается все многообразие программных средств. К *сервисному ПО* относятся:

- антивирусные программы;
- программы-архиваторы;
- утилиты, расширяющие возможности ОС по управлению аппаратными и программными средствами (восстановление ошибочно удаленных файлов, дефрагментация диска, попытка восстановления "испорченных" секторов диска, очистка системных регистров и т.п.)

Программное обеспечение компьютера постоянно совершенствуется. Появляются новые программы, позволяющие расширить круг решаемых задач. Существующие программы модифицируются: устраняются замеченные ошибки, добавляются новые функции, *пользовательский интерфейс* (способ взаимодействия пользователя с программой) делается более удобным. Для сложных программ составляются инструкции, пишутся обучающие версии, демонстрирующие приемы и правила работы и т.д. Все эти процессы называют *сопровождением программ*.

Одной из важных подсистем программного обеспечения является файловая система. В виде файлов хранятся и сами программы, и данные к ним, и результаты их работы.

**Файл** – это поименованная целостная совокупность записей на внешнем носителе. Иными словами, файл – это совокупность записей, логически взаимосвязанных между собой, хранящихся на внешнем носителе под определенным именем.

То, что файл – *целостная* совокупность записей, означает, что, например, нельзя скопировать или удалить только половинку файла.

В определении подчеркивается, что файлы *хранятся лишь на внешних носителях*. Это, в частности означает, что по отношению к оперативной памяти нельзя сказать, что информация в ней хранится в виде файлов.

То есть файловая система – это способ хранения информации на внешних носителях.

Имя файла состоит из двух частей – собственно имени и расширения, определяющего чаще всего тип записей, составляющих содержимое файла.

Кроме имени файла *атрибутами файла* являются тип его содержимого, дата и время создания, фамилия создателя, размер, условия предоставления разрешений на его использование, метод доступа, *полный путь к файлу*.

Файлы объединяются в каталоги, каждый из которых тоже имеет свое имя. Не может быть в одном каталоге двух файлов с одинаковым именем.

Последовательное перечисление имен всех подкаталогов, в которых размещен файл, называется *полным путем к файлу*.

### ПРИМЕР

Путь C:\TEXT\GLAVA1\p1.txt означает, что файл p1.txt (скорее всего текстовый) находится в каталоге GLAVA1, который, в свою очередь, находится в каталоге TEXT на диске C: .

## 2 СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Частью программного обеспечения, наиболее тесно взаимодействующей с аппаратной частью компьютера, является системное программное обеспечение и, прежде всего **операционная система**.

Операционная система играет роль посредника между пользователем, программами и оборудованием компьютера. Она обеспечивает возможность запуска программ, поддерживает работоспособность устройств, предоставляет средства проверки и настройки различных компонентов. Чем гибче и много-

функциональнее операционная система, тем больше возможностей она предоставляет, тем удобнее работать с компьютером.

**Операционная система (ОС)** – это комплекс (набор) программ, который обеспечивает взаимодействие всех устройств ЭВМ и позволяет пользователю осуществлять общее управление ЭВМ.

Главное *назначение* ОС – управление ресурсами, а главные ресурсы, которыми она управляет, – это аппаратура компьютера. ОС управляет вычислительным процессом и информационным обменом между процессором, памятью, внешними устройствами. Поскольку все устройства компьютера работают одновременно, ОС обеспечивает разделение ресурсов, предотвращая тем самым опасность возникновения конфликтных ситуаций между компонентами вычислительной системы, способных привести к сбою в работе, потере или искажению информации.

ОС реализует много различных *функций*, в том числе:

- создает рабочую среду и поддерживает пользовательский интерфейс;
- обеспечивает выполнение команд пользователя и программных инструкций;
- управляет аппаратными средствами компьютера;
- обеспечивает разделение аппаратных ресурсов между программами;
- планирует доступ пользователей к общим ресурсам;
- обеспечивает выполнение операций ввода– вывода, хранения информации и управление файловой системой;
- осуществляет восстановление информации в случае аппаратных сбоев и программных ошибок.

Развитие операционных систем всегда следовало за развитием аппаратуры.

### Краткий исторический экскурс

В первых вычислительных машинах (1940-е гг.) ОС не было. Пользователи имели полный доступ к машинному языку и все программы писали непосредственно в машинных кодах.

Большинство компьютеров второго поколения (1950-е гг.) работало в "пакетном" режиме. Программные средства, обслуживающие пакетную обработку программ пользователей можно считать первыми ОС. Их задача сводилась к тому, чтобы, получив от оператора сразу несколько программ пользователей, быстро выполнить их одну за другой, тем самым устранив задержки при переходе от программы к программе.

По мере роста мощности вычислительных систем ОС стали создаваться как *системы коллективного пользования с мультипрограммным* режимом работы и как системы *мультипроцессорного* типа ("мульти" – множественность, многократность). В мультипрограммных системах программы нескольких пользователей находятся в основной памяти компьютера, а центральный процессор быстро переключается с задачи на задачу. В мультипроцессорной системе единый вычислительный комплекс содержит несколько процессоров, что повышает его вычислительную мощность.

Постепенно начали появляться методы, обеспечивающие независимость программирования от устройств конкретной ЭВМ. Были разработаны *ОС с разделением времени*, которые предоставляли сразу нескольким пользователям возможность взаимодействовать с компьютером в *диалоговом (интерактивном)* режиме: пользователь печатает запрос компьютеру на своем терминале, компьютер обрабатывает этот запрос с максимально возможной скоростью (в течение секунды или менее) и выдает (если требуется) ответ на терминале пользователя. Диалоговый режим позволил в значительной степени повысить эффективность процесса разработки и отладки программы, дал возможность пользователю обнаруживать и исправлять ошибки за считанные секунды или минуты вместо того, чтобы ждать, пока будут получены результаты пакетной обработки.

ОС третьего поколения (1970-е гг.) были многорежимными. Некоторые из них обеспечивали работу сразу во всех известных режимах:

- пакетную обработку;
- разделение времени;
- режим реального времени и мультипроцессорный режим.

Названные системы были громоздкими и дорогостоящими; кроме того, они значительно усложняли процедуру использования ЭВМ, так как пользователю, для того, чтобы заставить такую ОС выполнять простейшие действия, необходимо было изучать сложнейшие языки управления заданиями, чтобы описать задание и требуемые для них ресурсы.

К началу 1980-х гг. проблема совместимости различных компьютерных систем стала одной из серьезных проблем, которую можно было решить с помощью нового подхода к построению операционных систем. Основу системы должно было составлять микроядро (microkernel), написанное специально для данного процессора. Все ее прочие части выделяются в отдельные модули, независимые от типа процессора, которые взаимодействуют с ним и между собой. В результате перенести ОС и все программное обеспечение с одного компьютера на другой будет легко. Эта идея быстро приобрела популярность.

С появлением персональных компьютеров возникли новые проблемы и у разработчиков ОС, так как необходимо было уместить широкую по набору выполняемых функций ОС, в гораздо меньший объем памяти ПК. В этих целях функции ОС были "разделены". Наиболее часто используемые программы помещаются в "ядро" системы, и они постоянно находятся в оперативной памяти машины, и менее используемые программы или утилиты, размещаются на внешнем запоминающем устройстве (диске) и вызываются в ОЗУ по мере необходимости.

Большинство современных ОС для ПК являются *многозадачными* (мультипрограммными). Их преимущество состоит в том, что пользователь может одновременно работать с несколькими приложениями, а также обмениваться данными между приложениями. Основными недостатками являются большая требовательность к ресурсам компьютера, а также то, что при возникновении неисправимой ошибки в одном из приложений все приложения системы, как правило, заканчивают свою работу, что может повлечь за собой потерю данных.

Операционные системы разделяются на два больших класса:

- **ОС общего назначения** (стандартные), наиболее известные среди которых MicroSoft DOS, MicroSoft Windows 95/98, Windows 2000 Professional, AT&T Unix, IBM OS/2, Apple MacOS, SunOS;
- **сетевые ОС**, которые, наряду с функциями стандартных ОС, реализуют задачи, связанные с аппаратными ресурсами и файлами, находящимися на различных узлах сети. Наиболее известные среди них Novell NetWare, UNIX, LUNIX, Windows NT, Windows ME (Millenium Edition), OS/2 LAN Server, OS/2 SMP, Solaris.

Операционная система создается, как правило, в расчете на определенные типы компьютеров и часто не может работать на другой аппаратной платформе. В свою очередь, прикладные программы, особенно общего назначения, также создаются для работы под управлением конкретной ОС и часто не могут использоваться с ОС другого типа.

Пример. Фирма IBM устанавливает на своих персональных компьютерах такие ОС, как MS-DOS, Windows и их разновидности. Фирма Apple использует преимущественно MacOS для своих Macintosh PowerPC. Фирма Sun – SunOS и Solaris. Системы UNIX и Linux реализованы для различных аппаратных платформ.

К числу **основных характеристик** операционных систем относятся:

- разрядность;
- поддержка многопроцессорности;
- многозадачность;
- работа в реальном (все программы и данные располагаются в одной области ОП) или защищенном (программы и данные хранятся отдельно в соответствии с их важностью в системе) режиме;
- поддержка многопользовательского режима;
- переносимость, т.е. возможность ОС работать на компьютерах, базирующихся на центральных процессорах с различной архитектурой.

Приведем характеристики некоторых ОС.

CP/M – 8-разрядная, однопользовательская, однопроцессорная ОС. Предоставляет пользователю лишь самый необходимый набор средств для управления ресурсами ПЭВМ, доступа к файловым системам и организации диалога.

MS-DOS – 16-разрядная, однопользовательская, однопроцессорная ОС, позволяющая работать только в реальном режиме.

Windows NT – 32-разрядная, многопользовательская, многозадачная, переносимая, многопроцессорная ОС, работающая в защищенном режиме. Имеет встроенные сетевые возможности.

OS/2 – 32-разрядная, многопользовательская, многозадачная ОС, предназначенная для работы с процессорами семейства Intel. Работает в защищенном режиме, имеет встроенные сетевые возможности.

UNIX – 32-разрядная, многопользовательская, многозадачная, переносимая ОС, располагающая встроенными сетевыми возможностями. Ориентирована на эффективную поддержку процесса разработки программного обеспечения. Имеют развитую файловую систему, мощный командный язык, обеспечивают программирование доступа ко всем типам внешних устройств. Реализована для различных аппаратных платформ. Некоторые разновидности этой ОС: LINUX (Intel), AIX (IBM), A/UX (Macintosh), ULTRIX (DEC).

Если ОС является посредником между пользователем и аппаратным обеспечением компьютера, то посредником между пользователем и программным обеспечением являются так называемые **операционные оболочки**.

Операционная оболочка делает более удобной работу пользователя с прикладными программами и файловой системой. Они предназначены для того, чтобы:

- облегчить пользователю выполнение операций над файлами, таких как быстрый поиск, копирование, удаление и пр.;
- сделать более удобным запуск на выполнение приложений;
- обеспечить возможность быстрого перехода от одного приложения к другому при многозадачном режиме работы и т.п.

Norton Commander – одна из наиболее известных оболочек, работавших под управлением DOS.

Сама DOS поддерживала командный пользовательский интерфейс, т.е. для выполнения любой операции необходимо было ввести с клавиатуры текст команды, состоявшей из кода операции, параметров, задающих режим выполнения операции, и операнды, над которыми эта операция производилась.

Например, для копирования файла *primer.txt* с диска *a:* на диск *c:* необходимо задать команду: *copy a:\primer.txt c:*

Интерфейс Norton Commander можно назвать фиксированным меню. Каждый пункт меню имеет свое строго фиксированное положение на экране. Пользователь не может изменить ни их состав, ни название, ни расположение. Основные команды задаются с помощью функциональных клавиш (F1, F2, ...), остальные – с помощью ниспадающего меню (когда выбор какого-либо пункта меню приводит к появлению окна с уточняющими параметрами выполнения операции).

*Заметим, что Norton Commander создавался еще в расчете на алфавитно-цифровые дисплеи и оформление панелей и окон первоначально было сделано с помощью псевдографики. Распространение графических дисплеев привело к появлению графического пользовательского интерфейса. Первыми ПК с графическим пользовательским интерфейсом были компьютеры Macintosh фирмы Apple, оснащенные операционной системой MacOS. Графический интерфейс характерен и для семейства операционных систем Windows.*

В графических интерфейсах информация и команды представляются в виде пиктограмм, и пользователь выполняет те или иные операции, указывая на эти пиктограммы. Причем, пользователь может выбрать только те пиктограммы, которые соответствуют нужным ему операциям, и разместить их на экране дисплея так, как ему удобно.

Операционной оболочкой системы Windows является диспетчер программ (Program Manager). Для работы с файлами используются специальные программы – Диспетчер файлов (File Manager), Мой компьютер, Far Manager и др.

К системному программному обеспечению относятся и драйверы устройств (device driver), т.е. программы, обеспечивающие взаимодействие операционной системы с физическим устройством. Драйвер обрабатывает прерывания обслуживаемого устройства, поддерживает очередь запросов и преобразует запросы в команды управления устройством.

*Раньше при подключении нового устройства пользователю самому необходимо было заботиться о том, чтобы драйвер этого устройства был в соответствующем каталоге ОС. Значительная емкость современных винчестеров позволяет хранить драйверы большинства известных устройств и при подключении нового устройства ОС может "подобрать" ему наиболее подходящий драйвер. В этом случае говорят, что ОС поддерживает технологию Plug & Play (подключай и работай).*

И еще немного истории.

Принято считать, что первую операционную систему для своего компьютера IBM – 701 разработала Исследовательская лаборатория фирмы General Motors в начале 1950 гг. В 1955 г. совместно с фирмой North Aviation, Исследовательской лабораторией была создана операционная система для компьютера IBM – 704.

Считается, что более-менее завершенную форму операционные системы приобрели к середине 1960 гг. в компьютерах третьего поколения. К числу исторически первых операционных систем можно отнести системы DOS/360, OS/360, созданные фирмой IBM. Операционная система с разделением времени Compatible Time Sharing System, разработанная Массачусетском технологическом институте в 1963 г., состояла примерно из 32 тыс. слов памяти по 36 бит каждое. Годом позже была создана фирмой IBM система OS/360, состоящая более чем из миллиона машинных команд.

Разработчики фирмы IBM сделали все компьютеры System/360 совместимые по архитектуре, предусмотрели возможность применения на всех таких компьютерах одной и той же операционной системы – OS/360, и заложили *совместимость программного обеспечения при переходе от менее мощных машин к более мощным*, т.е. новые версии операционных систем должны работать и с прикладными программами, созданными для более ранних версий. Таким образом возникла ставшая сегодня практически стандартом концепция семейства совместимых компьютеров, но появление новых компьютеров определяет появление новых операционных систем.

В 1975 г. Г. Килдэл разработал операционную систему CP/M, которая долгое время считалась наиболее универсальной, а ее различные версии использовались в 1992 г. более чем миллионом пользователей в мире.

Чуть позже Т. Петерсон написал ОС SCP86DOS для микропроцессора 8086. Он слегка усовершенствовал распространенную в то время систему CP/M и назвал свое произведение QDOS – Quick and Diftu Operation System, что можно приблизительно перевести как "операционная система на скорую руку".

В 1980 г. фирма IBM приступила к выпуску персональных компьютеров, рассчитанных на пользователей, не подготовленных в области информатики. Предоставить такую программу вызвался Билл Гейтс, президент малоизвестной в то время компании Microsoft. Фирма Microsoft купила у Тима Петерсона лицензию на QDOS, отбросила в сокращении первую букву Q, а то, что осталось, переименовало в MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System – дисковая ОС). Операционная система DOS превратилась в стандартное программное обеспечение, а доходы о ее продажи, заложили основу финансового могущества Microsoft.

## 5 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 5.1 Программные средства работы с текстом

Электронные записные книжки, текстовые редакторы, текстовые процессоры, редакционно-издательские системы), программы-переводчики, программы автореферирования текста, программы и программные модули проверки орфографии, подбора синонимов, лингвистические корректоры, системы, осуществляющие интеллектуальный поиск и интеллектуальную обработку текстов, размещенных в сетях и др.

Основные функции *текстового редактора*:

- обеспечение ввода текста с клавиатуры или из существующего файла;
- редактирование текста (добавление, изменение, удаление или копирование фрагментов текста – символов, слов и т.д.);

- оформление текста (выбор шрифтов, способа выравнивания, установление межстрочного и межпараграфного интервалов и т.п.);
- размещение текста на странице (установка размера страницы, полей, отступов; разбиение на колонки; расстановка номеров страниц, колонтитулов и пр.)
- сохранение текста в файле на внешнем носителе или получение твердой копии (печать текста);
- проверка орфографии, подбор синонимов, контекстный поиск и замена;
- система подсказок и т.д.

Наиболее распространенные текстовые редакторы: Лексикон, Edit, Слово и дело, Ched, NotePad, Write, Word Pad, Блокнот.

*Текстовый процессор* отличается от текстового редактора более широкими функциональными возможностями, а именно:

- настраиваемое пользователем меню;
- использование контекстного меню;
- сопровождение текста таблицами и проведение в них простейших расчетов;
- вставка графических объектов (рисунков, диаграмм, заголовков и пр.) или создание рисунков с помощью встроенных инструментов;
- вставка формул, графиков, диаграмм;
- оформление текста списками, буквицами;
- использование инструмента автокоррекции текста и его автореферирования;
- фоновая проверка орфографии, синтаксиса и многое другое.

Наиболее распространенные текстовые процессоры: Word (Microsoft Office), Word Pro (Lotus SmartSuite), WordPerfect (Perfect Office), WordExpress, Accent, StratusPad.

*Редакционно-издательские системы* (программы верстки) должны обеспечивать все функции текстового процессора, а также:

- воспринимать тексты, созданные в различных текстовых редакторах;
- воспринимать отсканированные или нарисованные в графических редакторах иллюстрации, созданные на разных платформах ПК, и корректировать их цвета;
- иметь большой набор шрифтов и возможность их графического преобразования (сжатие, растяжение или симметричное отражение по вертикали или горизонтали);
- иметь возможности для различного "обтекания" рисунка текстом;
- обеспечивать автоматическое составление оглавления текста, автоматическое оптимальное размещение текста на странице;
- обеспечивать адаптацию к различным печатающим устройствам и т.д.

Наиболее популярными программами профессиональной верстки являются QuarkXPress, Ventura Publisher, PageMaker, FrameMaker.

## 5.2 Программные средства работы с графикой

Графические редакторы (Paint графические редакторы; графические процессоры, аниматоры; программные средства для работы с трехмерной графикой; средства деловой графики; средства для создания презентаций, средства моделирования и проектирования).

По своему "профессиональному" назначению средства компьютерной графики и анимации можно подразделить на следующие группы:

- пакеты компьютерной графики для полиграфии – позволяют дополнять текст иллюстрациями разного происхождения, создавать дизайн страниц и выводить полиграфическую продукцию на печать с высоким качеством;
- программы двумерной компьютерной живописи – графические редакторы;
- презентационные пакеты, используемые как средства создания разнообразных слайдов для сопровождения докладов, выступлений, рекламных акций;

- программы двумерной анимации, используемые для создания динамических изображений и спецэффектов в кино;
- программы для двумерного и трехмерного моделирования, применяемые для дизайнерских и инженерных разработок;
- пакеты трехмерной анимации, используемые для создания рекламных и музыкальных клипов и кинофильмов;
- комплексы для обработки видеоизображений, необходимые для наложения анимационных спецэффектов на видеозапись;
- программы для научной визуализации.

*Графические редакторы* (Painter, Corel Draw, FreeHand, Picture Man и др.) предназначены преимущественно для просмотра, создания и редактирования плоскостных (двумерных) статичных изображений.

*Графические процессоры* (Adobe Photoshop, Adobe Illustrator) предназначены не столько для создания, сколько для преобразования существующих изображений, полученных путем сканирования, цифровой фотографии и т.д. Они включают в себя в качестве инструментов для обработки изображений разнообразные эффекты.

Например, применяя в PhotoShop последовательно поворот изображения на 90°, эффект "ветер", обратный поворот на 90°, эффект "Дрожание", эффект "Размытие", и смену палитры, можно из обычного текста получить изображение "огненной" надписи (рис. 18).



**Рис. 18** "Огненная" надпись из обычного шрифта

Программы *аниматоры* (Animator Pro, PowerAnimator, Animation Works Interactive, Animo и др.) могут создавать и работать как с двумерными, так и с трехмерными изображениями. В отличие от традиционной анимации, где каждый кадр рисуется вручную, в компьютерной двумерной анимации значительную часть рутинной работы берет на себя программа. Используя специальные инструменты пользовательского меню таких программ, можно задать движение по определенной траектории (автоматически будут созданы соответствующие промежуточные кадры) или плавно изменить палитру в течение нескольких кадров (например, постепенно затемнить изображение или убрать часть цветов).

#### **Основные технологии создания анимационной графики.**

*Классическая анимация.* Этот метод представляет собой поочередную смену рисунков, каждый из которых нарисован отдельно (принцип мультфильма). Он очень трудоемок из-за необходимости создания каждого рисунка.

*Спрайтовая анимация.* Это анимация, чаще реализуемая при помощи языка программирования или специального инструментального средства. В спрайтовой анимации отсутствует понятие кадра (принцип подвижных игр). Спрайт представляет собой растровое изображение небольшого размера, которое может перемещаться по экрану независимо от остального изображения.

*Морфинг.* Преобразование одного графического образа в другой на основе соответствия указанных характерных точек начального и конечного изображений. Программа генерирует заданное число промежуточных кадров, которое обеспечивает плавный переход начального образа в конечный.

*Анимация цветом.* Положение объектов не изменяется, меняется лишь цвет, но можно создавать замечательные сцены восхода солнца, предгрозовой погоды и т.п.

*Трехмерная графика и анимация* (3D Studio, PowerAnimator, trueSpace, Prisms, Three-D, RenderMan, Crystal Goras и др.) по технологии напоминает кукольную: вы создаете каркасы объектов, накладываете на поверхность материалы (эффекты дерева, стекла, ткани и т.п.), компоноуете все это в единую сцену, устанавливаете освещение и камеру, а затем задаете количество кадров в фильме и траектории движения объектов. Просмотреть происходящее можно с помощью камеры, которая тоже может двигаться.

Например, PowerAnimator использует как один из методов "оживления" движение по подобию. Записав на цифровую видеокамеру движения живого актера, можно "заставить" созданного в аниматоре персонажа повторять их в новых условиях.

Программы *двумерного и трехмерного моделирования* (AutoCAD, Sketch!, Ray Dream Designer, Crystal 3D Designer, AutoStudio и др.) применяются для дизайнерских и инженерных разработок инженерами-конструкторами, архитекторами, технологами и др.

*Программы для научной визуализации* (Surfer, Grapher, IRIS Explorer, PV-Wave, Khronos, Data Visualizer, MapViewer и др.) могут быть предназначены для различных целей – от решения проблем муниципального планирования до визуализации солнечных взрывов.

*Наиболее часто они применяются для создания поверхностей, описываемых функциями типа  $z = f(x, y)$ , для построения топографических карт и карт тех процессов, для создания моделей погодных условий и океана и т.п.*

### 5.3 Программные средства работы со звуком

*Музыкальные редакторы, синтезаторы звуков, в частности, синтезаторы речи, системы автоматического распознавания речи, звуковые редакторы, голосовые навигаторы, позволяющие реализовать речевой интерфейс пользователя, программы диктовки, позволяющие преобразовывать речь в "письменный" текст, программы для улучшения качества фонограмм и др.*

С появлением в 1989 г. звуковых карт, перед пользователями открылись новые возможности. И дело даже не в том, что на порядок улучшилось качество звука. Появилась *звуковая подсистема* — комплекс программно-аппаратных средств, предназначенный для:

- *записи звуковых сигналов*, поступающих от внешних источников, например, микрофона или магнитофона. В процессе записи входные аналоговые звуковые сигналы преобразуются в цифровые и далее могут быть сохранены на винчестере ПК;
- *воспроизведения записанных ранее звуковых данных* с помощью внешней акустической системы или головных телефонов (наушников), *воспроизведения звуковых компакт-дисков*;
- *обработки звуковых сигналов*: редактирования, объединения или разделения фрагментов сигнала, фильтрации, изменения его уровня и т.п.;
- *генерирования* с помощью синтезатора звучания музыкальных инструментов (мелодичных и ударных), а также человеческой речи и любых других звуков;
- *микиширования* (смешивания) при записи или воспроизведении сигналов от нескольких источников;
- *управления панорамой стереофонического звукового сигнала* (кажущимся расположением источников звука) и уровнем сигнала в каждом канале при записи и воспроизведении;
- *управления работой внешних электронных музыкальных инструментов* через специальный интерфейс MIDI (Musical Instrument Device Interface);
- *управление компьютером и ввод текста* с помощью микрофона.

К программным средствам ввода и обработки звуковой информации относятся в основном музыкальные редакторы, синтезаторы звуков, в частности, синтезаторы речи, программы для распознавания речи, редакторы оцифровок реальных звуков (сэмплов), звуковые редакторы, генераторы стилей звучания музыкальных инструментов, программы для улучшения качества фонограмм и др.

Наиболее популярными программными средствами для *синтеза, обработки и воспроизведения звука* являются Adagio, TiMidity, Playmidi, Tracker, Gmod, MikMod, XAudio, S3mod, Nspmod, Yampmod и др.

Создание (*синтез*) звука в основном преследует две цели:

- имитация различных естественных звуков (шум ветра и дождя, звук шагов, пение птиц и т.п.), а также акустических музыкальных инструментов;

- получение принципиально новых звуков, не встречающихся в природе.

*Обработка* звука обычно направлена на получение новых звуков из уже существующих (например, голос робота), либо придание им дополнительных качеств или устранение существующих (например, добавление эффекта хора, удаление шума или щелчков).

*Программы обработки цифрового звука* (Cool Editor, Sound Forge, Samplitude, Software Audio Workshop) дают возможность прослушивать выбранные участки, делать вырезки и вставки, амплитудные и частотные преобразования, звуковые эффекты (эхо, реверберацию, фленжер, дисторшн), наложение других оцифровок, изменение частоты оцифровки, генерировать различные виды шумов, синтезировать звук.

Какие основные методы используются для обработки звука?

*Монтаж и редактирование.* Состоит в вырезании из записи одних участков, вставке других, их замене, размножении и т.п. Практически каждый музыкальный редактор имеет такие возможности редактирования. Все современные звуко- и видеозаписи в той или иной мере подвергаются монтажу.

*Амплитудные преобразования,* например, усиление или ослабление звука.

*Частотные (спектральные) преобразования,* например, фильтрация – усиление или ослабление определенных полос частот.

*Фазовые преобразования.* Слуховой аппарат человека использует фазу для определения направления на источник звука. Фазовые преобразования стереозвука позволяют получить эффекты вращающегося звука, движущегося источника звука и им подобные.

*Временные преобразования.* Заключаются в добавлении к основному сигналу его копий, сдвинутых во времени на различные величины. При небольших сдвигах (порядка менее 20 мс) это дает эффект размножения источника звука (эффект хора), при больших – эффект эха.

*Формантные преобразования* оперируют с формантами – характерными полосами частот, встречающимися в звуках, произносимых человеком. Каждому звуку соответствует свое соотношение амплитуд и частот нескольких формант, которое определяет тембр и разборчивость голоса. Изменяя параметры формант, можно подчеркивать или затушевывать отдельные звуки, менять одну гласную на другую, сдвигать регистр голоса и т.п.

Обработка речевой информации включает в себя *синтез речи* и *автоматическое распознавание речи*.

В настоящее время сфера применения *синтезаторов речи* непрерывно расширяется – используются различные автоматизированные информационно-справочные системы, системы автоматизированного контроля, способные голосом предупредить человека о состоянии контролируемого объекта, и другие системы.

Разработаны устройства, позволяющие преобразовать письменный текст в соответствующее ему фонемное представление, что позволяет воспроизводить в виде речи произвольный текст, хранящийся в памяти компьютера. Например, одной из услуг в сети Internet является "озвучивание" сообщения. Вы отправляете на соответствующий сервер по электронной почте "письменное" сообщение с указанием телефонного номера, по которому это сообщение следует передать. В указанное время "компьютерный секретарь" дозвонится по данному телефону и с помощью синтезатора речи передаст сообщение в звуковой форме.

Немало усилий было положено на то, чтобы снабдить программы и операционные системы графическим интерфейсом пользователя. Сейчас развивается новое направление – *речевой интерфейс пользователя*. Голосовые навигаторы (PilotVoice, Listen, Just Voice, Speech Recognizer, QwickSwitchBitWare, Voice Assist) управляют программами, в какой-то мере заменяя клавиатуру и мышь.

Растет популярность средств *автоматического распознавания речи* (Automated Speech Recognition, ASR). Системы ASR (программы диктовки DragonDictate, Office TalkKolvox Communication, Power Secretary, VoiceType Dictation) преобразуют речь в закодированный "письменный" текст. Для этого производится спектральный анализ оцифрованной речи и определяются при помощи специальных математических методов минимальные звуковые единицы языка – фонемы.

## 6 ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Электронные таблицы, пакеты прикладных программ (ППП) для статистической обработки данных, специализированные математические ППП.

**Электронные таблицы** (SuperCalc, Excel, Lotus, Quattro Pro, SDSS Spreadsheet, VistaCalc, GS-Calc и др.) относятся к классу систем обработки числовой информации, называемых Spreadsheet. Буквальный перевод термина "spreadsheet" с английского языка означает "расстеленный лист (бумаги)".

**Области применения** электронных таблиц: бухгалтерский и банковский учет; планирование распределения ресурсов; проектно-сметные работы; инженерно-технические расчеты; статистическая обработка больших массивов информации; исследование динамических процессов.

**Основные возможности** электронных таблиц:

- решение расчетных задач, проведение вычислений по формулам, заданным пользователем;
- решение оптимизационных задач;
- анализ и моделирование на основе результатов вычислений;
- оформление таблиц, отчетов;
- построение диаграмм требуемого вида;
- создание и ведение баз данных с возможностью выбора записей по заданному критерию и сортировки по любому параметру;
- перенесение (вставка) в таблицу информации из документов, созданных в других программных средствах;
- печать итоговых документов;
- коллективное использование данных, хранящихся в таблицах, распространение и просмотр электронных таблиц всеми участниками рабочей группы.

**Элементами таблицы** являются столбцы, строки, ячейки, блоки ячеек (рис. 19).

Чаще всего *строки* пронумерованы (1, 2, 3, 4, ...), а *столбцы* поименованы латинскими буквами и комбинациями букв (A, B, C, ..., AA, AB, ..., IV).

Элемент, находящийся на пересечении столбца и строки, называется *ячейкой* (клеткой).

Прямоугольная область таблицы называется *блоком* (диапазоном, интервалом) ячеек. Блок задается адресами верхней левой и правой нижней ячеек блока, перечисленными чаще всего через двоеточие.

### Модель ячейки в Excel.

Каждая ячейка таблицы имеет следующие характеристики (рис. 20):

- адрес;
- содержимое;
- изображение;
- формат;
- имя;
- примечание (комментарий).

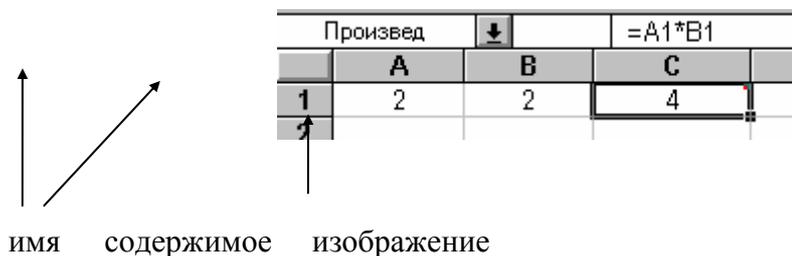


Рис. 19 Фрагмент таблицы в Excel

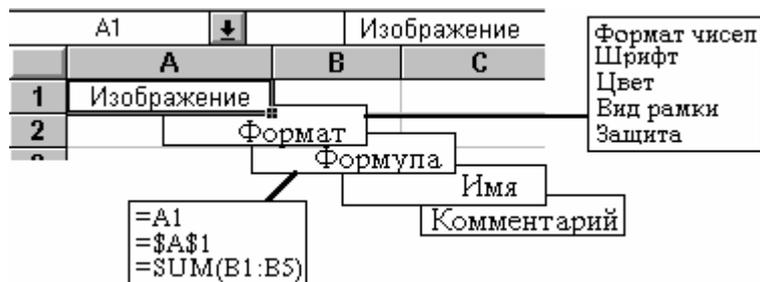


Рис. 20 Модель ячейки в Excel

**Адрес ячейки** – имя (номер) столбца и номер строки, на пересечении которых находится ячейка. Используется в формулах в виде относительной, абсолютной или смешанной ссылки, а также для быстрого перемещения по таблице.

Содержимым ячейки может быть:

- **число** (целое со знаком или без (-345), дробное с фиксированной точкой (253,62) или с плавающей точкой (2,5362e + 2));

- **текст**;

- **формула**.

**Формула** – всегда начинается со знака "=" и может содержать числовые константы, абсолютные или относительные ссылки на адреса ячеек, встроенные функции.

Аргументы функций всегда заключаются в круглые скобки. Стандартные функции можно как ввести с клавиатуры, так и воспользоваться меню ВСТАВКА / ФУНКЦИЯ или кнопкой  $f_x$ .

**Изображение** – то, что пользователь видит на экране монитора.

Если содержимым ячейки является формула, то изображением будет вычисленное числовое значение.

Текст, помещенный в ячейку, может быть "виден" целиком, либо (если соседняя ячейка не пуста) будет видно столько символов, какова ширина ячейки.

Изображение числа зависит от выбранного формата. Одно и то же число в разных форматах ("дата", "процент", "денежный" и т.д.) будет иметь различное изображение.

**Формат ячейки** – определяется форматом чисел, шрифтом, цветом символов, видом рамки, цветом фона, выравниванием по границам ячейки, наличием защиты ячейки.

**Имя** – употребляется как замена абсолютного адреса ячейки для использования его в формулах.

Например, назначив ячейке C3 имя "Произведение" в ячейку D3 можно поместить формулу: =

Произведение/3 (вместо формулы = C3/3). В этом случае при копировании формулы адрес ячейки меняться не будет.

**Комментарий** – сопроводительный текст к содержимому ячейки. Ввести примечание в ячейку можно с помощью меню ВСТАВКА / ПРИМЕЧАНИЕ. Ячейка, имеющая примечание, отмечается в рабочем листе точкой в правом верхнем углу.

**Преимущества** использования ЭТ при решении задач.

1 Решение задач с помощью электронных таблиц освобождает от составления подробного алгоритма решения задачи и отладки соответствующей программы. Нужно только *определенным образом записать в таблицу исходные данные и математические соотношения*, входящие в модель решения задачи.

2 При использовании однотипных формул нет необходимости вводить их многократно, можно *скопировать формулу* в нужные ячейки. При этом произойдет автоматический пересчет адресов ячеек, встречающихся в формуле. Если же необходимо, чтобы при копировании формулы ссылка на какую-то ячейку не изменилась, то существует возможность задания абсолютного (неизменяемого) адреса ячейки.

3 Изменение содержимого любой ячейки приводит к *автоматическому пересчету* значений всех ячеек таблицы, в которых есть ссылки на данную.

4 Исходные данные и результаты расчетов можно анализировать как в числовом виде, так и представить их с помощью *деловой графики* (гистограммы, секторные диаграммы, графики зависимостей и пр.). Причем, изменение данных, по которым строились графики, автоматически отразится в изменении графического образа.

**Пакеты статистической обработки** (Systat, Statistica, Stadia и др.) предназначены, как это ясно из названия, для проведения статистической обработки больших массивов данных.

Заметим, что многие электронные таблицы позволяют пользователю рассчитать не только простые статистические показатели, такие как максимальное, минимальное и среднее значение или сумму квадратов отклонения от среднего значения, но и произвести более сложные расчеты с использованием встроенных статистических функций: вычисление коэффициентов корреляции, характеризующих степень сходства результатов разных измерений, ранг числа в списке чисел, коэффициенты функций распределения данных и многое другое. Пакеты статистической обработки включают в себя реализацию более сложных статистических методов. Например, они существенно облегчают проведение *регрессионного* (установление связи между переменными – результатами статистических измерений), *кластерного* (определение основных классов, составляющих изучаемый процесс или явление), *факторного* (вы-

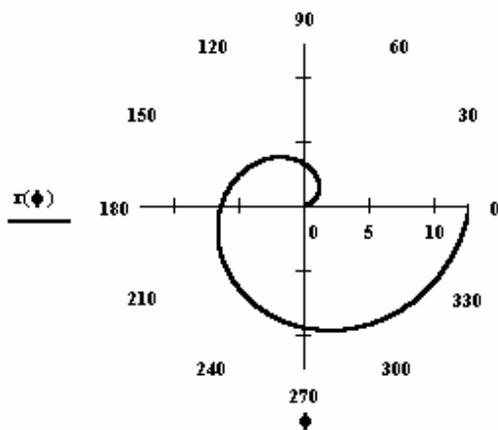
явление факторов, объясняющих результаты статистических измерений) и других видов анализа данных.

Как правило, пакеты статистической обработки имеют развитые средства графического представления исходных данных и результатов расчета. Причем, это не только двумерные диаграммы и графики, но и многомерные изображения.

**Математические пакеты** (Eureka, Mathcad, Mathcad Professional, Matlab, Maple, Mathematica и др.) позволяют решить практически любую математическую задачу и представить результаты расчетов в табличном или графическом виде. Причем, многие математические пакеты имеют развитые средства построения трехмерных поверхностей, задаваемых с помощью функций.

*Например, если Вы хотите построить график архимедовой спирали, заданной в полярных координатах в пакете MathCad достаточно щелкнуть в панели инструментов "Графики" по кнопке "Полярные координаты".*

*В открывшемся окне ввести имя функции (в нашем случае  $r(\phi) = a \cdot \phi$ ,  $a = 2$ ), в правом верхнем углу окна ввести наибольшее значение аргумента (например,  $2\pi$ ) и щелкнуть по рабочему полю вне окна графиков. На экране появится нужный график (рис. 21).*



**Рис. 21 Архимедова спираль**

## 7 СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Искусственный интеллект** (artificial intelligence) – воспроизведение интеллектуальных действий (процедур) компьютерными средствами.

**Системы искусственного интеллекта** – технические системы, воспроизводящие отдельные аспекты человеческого интеллекта, воплощенные в компьютерных программах посредством специальных логических систем.

Попытки формализовать мышление человека, построить адекватную модель рассуждений, выявить способы творческого разрешения проблемных ситуаций предпринимаются учеными с древних времен. Платон, Аристотель, Сенека, Р. Декарт, Г.В. Лейбниц, Дж. Буль, Н. Лобачевский и многие другие исследователи стремились описать мышление как набор некоторых элементарных правил и операций, смоделировать интеллектуальную деятельность.

Искусственный интеллект как самостоятельное научное направление появился во второй половине XX в. Во многом это было связано с развитием кибернетики, которая изучает управление и связь в сложных системах, в том числе управление (а также самоуправление, самоорганизацию) такой системы как человек. Управление связано с принятием решений на основе анализа, сравнения, переработки информации, выдвижением предположений, доказательством правильности гипотез, т.е. с теми операциями, которые традиционно относятся к области интеллектуальной деятельности.

Исследования в области ИИ развиваются по двум основным направлениям. Это связано с тем, что ответить на вопрос, что такое интеллектуальная система, можно двояко.

С одной стороны, систему можно считать интеллектуальной, если процесс ее "рассуждений", способы формирования разумного поведения подобны естественному мышлению. В этом случае искусст-

венный интеллект создается на основе скрупулезного изучения и моделирования принципов и конкретных особенностей функционирования биологических объектов.

С другой стороны, систему можно считать интеллектуальной, если достигнутый ею *результат* подобен результату, который в тех же условиях получает человек, т.е. хорошо совпадает поведение искусственно созданных и естественных интеллектуальных систем. Что касается внутренних механизмов формирования поведения, то разработчик ИИ вовсе не должен копировать особенности "живых аналогов".

Первое направление, которое чаще называют *искусственным разумом*, использует данные о нейрофизиологических и психологических механизмах интеллектуальной деятельности. Разработчики стремятся воспроизвести эти механизмы с помощью технических устройств. При этом ученые стремятся не к слепому подражанию, не к заимствованию всех характеристик биологических объектов, а к критическому, строгому отбору только полезных для техники свойств. Моделировать деятельность живых организмов интересно и нужно, особенно те функции, которые повышают гибкость, надежность, экономичность системы или процесса.

Второе, называемое *машинным интеллектом*, – рассматривает продукт интеллектуальной деятельности человека (решение задач, доказательство теорем, игры со сложной стратегией и пр.), изучает его структуру и стремится воспроизвести этот продукт средствами вычислительной техники. Успехи этого направления тесно связаны с развитием компьютеров и искусством программирования.

Оба направления активно используют методы моделирования – имитационного и структурного, математического и компьютерного и др.

Самой сложной биологической системой, выполняющей разнообразные функции по переработке сигналов и управлению, издавна признана нервная система. Многие ее особенности связаны со структурными особенностями нервных клеток – нейронов и нейронной сетью, поэтому они нередко являются объектами моделирования в исследованиях в области искусственного интеллекта.

Кора больших полушарий головного мозга человека содержит около 14 млрд. нейронов, образующих сложнейшее переплетение связей. Устройство и законы функционирования самого нейрона также очень сложны, что позволяет использовать для его описания только упрощенные модели. Такие модели носят название нейроноподобных сетей. Используются они для построения систем управления различными робототехническими устройствами. Нейроноподобные сети являются устройствами параллельной обработки информации и имеют преимущества при построении систем, предназначенных для работы в реальном масштабе времени.

Пример. Первый в нашей стране транспортный робот ТАИР с сетевой системой управления был построен еще в 1975 г. Он мог целенаправленно двигаться в естественной среде (в парке), объезжать препятствия, избегать опасные места, поддерживать внутренние параметры в заданных пределах. При этом достигал цели с минимальными энергетическими и временными затратами. Нейроноподобная сеть, составляющая основу управления, содержала 100 узлов и отвечала за шесть видов деятельности: распознавание и оценку ситуации, решения, маневры верхнего и нижнего уровня, элементарные двигательные действия. Исследования ТАИРа и его "последователя" лабораторного робота МАЛЫШ, обладающий более развитой системой технического зрения и нейроноподобной сетью, обрабатывающей данные восприятия, стали основой построения промышленного транспортного робота широкого назначения ГРУЗ-2Т.

Существующие и разрабатываемые в настоящее время роботы значительно отличаются по своему назначению и функциональным возможностям. Некоторые из них имеют системы восприятия визуальной, аудиальной, тактильной информации из внешней среды и системы воздействия на внешние объекты – различные манипуляторы, захваты, толкатели и пр. Многие роботы снабжаются системами, обеспечивающими перемещение робота – колесные, плавающие, летающие, шагающие платформы и аппараты. Роботы, снабженные системами целеполагания и планирования действий, а также системами коммуникации с человеком-оператором относятся к классу роботов с искусственным интеллектом. Разработка таких роботов ведется в настоящее время.

Особое внимание в исследованиях по *машинному интеллекту* уделяется проблемам *распознавания образов* и организации *речевого "общения"*.

Одна из удивительнейших способностей человека – способность узнавать. Едва бросив взгляд, мы узнаем, что перед нами кот или собака, корабль или бабочка, буква "ч" или "у". Узнаем, как правило, безошибочно, будь то сам "оригинал" или его уменьшенное или увеличенное изображение. Способностью узнавать человек обладает испокон веков. И все-таки до сего времени ученые в точности не знают, как же человек узнает.

Задачи распознавания образов очень разнообразны. Наиболее простые из них решаются, например, в программах оптического распознавания символов (OCR – optical character recognition), предназначенных для ввода печатного или рукописного текста, в частности, с помощью сканера. Распознавание символов, даже будучи "наиболее простым" в классе задач распознавания образов, тем не менее, достаточно сложно для их формализованного описания.

**Пример.** На рис. 22 приведены различные начертания буквы "А". У них разное начертание, цвет, наклон. Какие формальные признаки, присущие только этой букве и никакой другой, можно выделить? Просто ли перевести их на строгий алгоритмический язык?



**Рис. 22**

В робототехнике распознавание образов осуществляется системами технического зрения. Они используются в системах технического контроля для обнаружения дефектов в заготовках и изделиях, в станках с программным управлением – при управлении позиционированием деталей, сборкой, сваркой и т.п. В широко разрабатываемых сейчас алгоритмах по распознаванию и "пониманию" сложных сцен, включающих несколько произвольно расположенных в пространстве трехмерных объектов, используется информация о расположении и конфигурации теней, полутонов, об особенностях отражения света материалами различных текстур (металл, дерево, ткань и пр.) и т.п.

*Автоматическое распознавание речи* необходимо для создания средств речевого ввода команд и текстов, автоматического перевода, реферирования текстов, построения справочных и информационно-поисковых устройств. Синтез речи является одним из функциональных узлов различных роботов связи. Существуют системы, которые могут сообщение, присланное вами по электронной почте, преобразовать в "голосовое" и передать по нужному телефону в заданный промежуток времени. Другие системы по названному телефонному номеру (входящему в заранее определенный список) обеспечивают услуги выдачи адресов, маршрутов проезда и т.п.

Интересна история исследований по *машинному интеллекту*.

Практически с момента появления ЭВМ появился интерес к автоматизации решения плохо формализуемых задач, в частности, процесса доказательства теорем, к познанию закономерностей творческой деятельности.

С самого начала использования ЭВМ для решения задач стало ясно, что одними точными математическими методами не обойтись. Для многих задач, которые люди умеют решать (играть в шахматы, сочинять стихи, строить научные теории), точных методов не существует. В этом случае можно попробовать воспроизводить компьютерными средствами те правила и приемы, которыми пользуется человек при решении аналогичной задачи. Эти специфические для человека правила и приемы называются *эвристиками*, а методы решения задач, опирающиеся на них, *эвристическими методами*.

Компьютеры позволяют изучать эвристическую деятельность человека с помощью моделей. Среди них важную роль занимают игры, особенно, шахматы, которые выступают "пробным камнем" моделирования мышления. В процессе шахматной игры человек анализирует множество условий и оценивает множество возможностей: на 64 клетках шахматной доски возникает трудно вообразимое число комбинаций фигур –  $2 \cdot 10^{116}$ . Конечно, человек перебирает не все возможные варианты, он пользуется выработанной стратегией. Аналогичные модели перебора множества возможных вариантов возникают при

решении самых разнообразных задач, например, поиск пути в лабиринте или определение стратегии размещения ценных бумаг.

На компьютере модели поведения человека в ситуации выбора из множества вариантов, реализуются с помощью *эвристического программирования*. Главное в эвристической программе – стратегия поиска решений. В процессе выполнения программы машина по результатам промежуточных действий как бы судит о своей деятельности, дополнительно собирает необходимую ей информацию. Эвристические программы не рассматривают вариантов бесперспективного поиска, а ищут решение только в направлении, где оно возможно.

Эвристическое программирование используется при создании систем искусственного интеллекта, называемых *решателями задач*. Обычно программы-решатели строятся для задач, связанных с преобразованием ситуаций, когда заданы исходная и желаемая ситуация, а также набор операторов или действий, которые могут строго определенным образом изменять ситуации. Чаще всего решатели используются как составная часть систем автоматизации управления сложными объектами, в частности, роботами.

К системам ИИ относятся и *системы машинного перевода*, которые включают в себя лингвистические описания входного и выходного языков, базы данных – словари, алгоритмы, на основе которых осуществляется непосредственно перевод. Первые системы машинного перевода осуществляли перевод пословно, не "вникая" в смысл предложения. Предназначены они были для перевода технической документации, патентов и т.п. Развитые системы машинного перевода работают по многоэтапной схеме. Основные этапы – это *анализ* переводимого (исходного) текста и *синтез* перевода. Перевод осуществляется обычно пофразно.

*Этапы анализа* таковы:

- выделение из текста очередной фразы;
- лексический анализ – выделение слов и частей речи;
- поверхностный синтаксический анализ – выделение членов предложения;
- глубокий синтаксический анализ, учитывающий смысловые связи между словами.

В результате анализа строится внутреннее представление фразы, отражающее ее *смысл*.

Синтез перевода включает следующие этапы:

- подбор слов выходного языка для передачи внутреннего представления фразы;
- расстановка слов в нужном порядке с извлечением из словаря внешней лексической формы слов;
- формирование окончательного вида переведенной фразы.

Почему машинный перевод относится к классу систем искусственного интеллекта? Одна из причин – многозначность большинства естественных языков, когда смысл фразы можно определить только из контекста.

Например, можно ли однозначно понять и перевести следующие фразы вне контекста?

"Не валяй дурака", "Вот где собака зарыта", "Остался с носом", "Он на этом деле собаку съел".

Одной из ключевых проблем создания систем ИИ является проблема представления и использования знаний о той предметной области, в которой система решает те или иные задачи. Общий круг задач, решаемых в этой связи, относится к разделу ИИ, называемому *инженерией знаний*. База знаний является важным элементом любой системы управления. Идея баз знаний сформировалась в ходе исследований по созданию принципов и методов работы с большими базами данных. Оказалось, что эффективность использования баз данных может быть существенно повышена, если связывать хранящуюся информацию не только за счет форм (таблиц, списков, деревьев), а за счет тех отношений, которые существуют между фактами. Причем, отношения эти должны быть не случайными, ситуативными, а отражать существенные связи объекта. Такие базы данных получили название *интеллектуальных баз данных* или *баз знаний*.

Знания о предметной области и способах решения в ней задач могут быть *декларативные* и *процедурные*. Декларативные знания описывают объект (отвечают на вопросы типа "Что есть X?", "Как связаны X и Y?", "Почему X?"). Процедурные знания описывают последовательность действий, которые могут использоваться при решении задач (отвечают на вопросы типа "Как сделать X?").

Базы знаний строятся на основе моделей, разработанных в когнитивной психологии (психологии познания). Основных моделей три: логическая, сетевая, продукционная.

*Логическая модель* широко использует аппарат математической логики. Декларативные знания представляются в виде формул, а использование логических операций позволяет записать процедурные знания.

### Пример

Суждение "Я обязательно поеду на матч, если достану билет или меня пригласит товарищ и если не будет дождя" можно записать следующим образом:

$$(A \vee B) \wedge \neg C \Rightarrow D$$

где A = "Я достану билет", B = "Меня пригласит товарищ", C = "Будет дождь", D = "Я поеду на матч",  $\vee$  – логическая операция "ИЛИ",  $\wedge$  – логическая операция "И",  $\neg$  – логическая операция "НЕ",  $\Rightarrow$  – логическая операция "ЕСЛИ..., ТО...".

Может быть и такая форма записи:

( ИМЕТЬ (я, билет)  $\vee$  ПРИГЛАСИТЬ (товарищ, я) )  $\wedge$   $\neg$  ИМЕТЬ МЕСТО (дождь)  $\Rightarrow$  ПОЙТИ (я, матч)

В основе *сетевой модели* лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними. Знания представленные таким образом носят название *семантические сети*.

Пример. Фраза "девочка ищет в комнате большой красный мяч, который лежит под письменным столом" может быть представлена в виде семантической сети, изображенной на рис. 23.

Заметим, что блок-схемы алгоритмов также представляют собой семантические сети. Вершины этих сетей – процедуры, а дуги означают действие "перейти к процедуре" ("передать управление процедуре").

Понятия, входящие в сеть, описываются в виде фреймов. *Фрейм* – это минимально возможное (так, чтобы не потерялся сам объект) описание сущности какого-либо явления, процесса, ситуации. Компоненты фрейма называются *слотами*. Изображается фрейм в виде цепочки слотов, причем, исключение из фрейма любого слота делает его неполным, иногда бессмысленным.



Рис. 23 Пример семантической сети

### Пример

Описание фрейма (фрейм-прототип)	"Заполненный" фрейм (фрейм-экземпляр)
Битва = <кто?> <с кем?> <когда?> <где?> <результат>	Битва1 = <СССР> <Германия> <декабрь 1941> <Сталинград> <победил> Битва2 = <Иван Царевич> <Кощей Бессмертный> <утром> <в чистом поле> <победил>

Книга = <Автор(ы)> <название> <жанр> <издательство> <год издания> <кол-во стр.>	Книга1 = <Стругацкий А., Стругацкий Б.> <Понедельник начинается в субботу> <Фантастические повести> <Москва: Детская литература> <1987> <496>
---	---

Основу *продукционной модели* составляют множества продукций – правил вывода. В наиболее простом виде продукция записывается как стандартное выражение, включающее в себя правило вывода вида "если..., то...". Это выражение носит название *ядро продукции*. Например, "Если ввел неверный символ, нами клавишу < ← >". Кроме ядра в продукцию, как правило, входит еще условие. Оно определяет те ситуации, в которых можно использовать указанное правило. Только что рассмотренная продукция будет более определенной, если к ней добавить условие "Вводится текст с клавиатуры компьютера".

### Пример

Форма продукции (краткая)	Продукция
Имя продукции: При выполнении условия $C$ имеет место: если $A$ , то $B$	<p>Определение вида треугольника: Известно, что <math>a, b, c</math> – стороны треугольника; если <math>a^2 + b^2 = c^2</math>, то треугольник прямоугольный</p> <p>Поведение при пожаре: Вы находитесь дома и у вас есть телефон и телефон работает; если в доме вспыхнул пожар, то вызывайте пожарную команду по телефону 01</p>

Наиболее динамично развивающимся видом искусственного интеллекта являются экспертные системы и системы поддержки принятия решений.

**Экспертная система (ЭС)** – вычислительная система, в которую включены знания специалистов о некоторой конкретной предметной области и которая в пределах этой области способна принимать решения, качество которых соответствует решениям, принимаемым экспертами-людьми (рис. 24).

*Человека с самого начала не устраивала возможность задавать компьютеру лишь вопросы типа "Чему равен синус 10 радиан?" Хотелось бы получать ответы на вопросы: "Что случилось с этим больным?", "Имеет ли смысл бурить скважину в этом месте?", "Были ли случаи подобного применения патентного права?", "Каково молекулярное строение этого вещества?", "Почему падает спрос на эту продукцию?"*

Экспертные системы имеют в своем составе обширную базу данных – факты выбранной предметной области, а также базу знаний, в которой отражены профессиональные навыки и умения специалистов высокого уровня в данной области.

Основу квалификации эксперта, кроме формализованных знаний, составляют трудноформализуемые эвристические приемы, догадки, интуитивные суждения и умения делать выводы, которые сам эксперт может не вполне осознавать. Поэтому создание экспертных систем – длительный и сложный процесс. Заполнение базы знаний – наиболее трудоемкий этап. Разработку структуры и наполнение базы знаний осуществляет инженер по представлению знаний. Он работает в тесной связи с одним или несколькими экспертами. Вместе они подробнейшим образом определяют, какими должны быть правила вывода, как они взаимосвязаны между собой, по возможности устраняют противоречия в мнениях экспертов, находят аналогии, вырабатывают метаправила (т.е. правила, описывающие, каким образом дру-

гие правила должны быть использованы или модифицированы), строят разветвленные сети логических выводов и многое другое.

Экспертная система должна обладать следующими свойствами:

- способностью рассуждать при неполных и противоречивых данных;
- способностью объяснять цепочку рассуждений понятным для пользователя способом;
- факты и механизмы вывода должны быть четко отделены друг от друга;

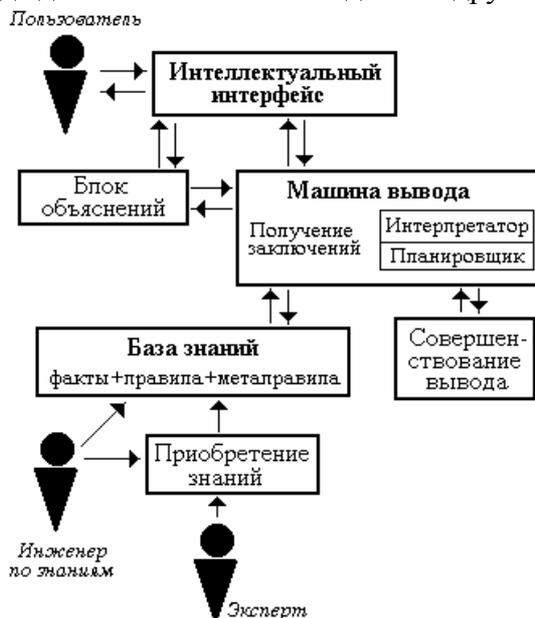


Рис. 24 Типовая структура экспертной системы

- система должна быть "самообучаемой", т.е. выводы, полученные при решении задачи включаются в базу знаний для решения других задач;
- на выходе ЭС должна выдавать совет – не таблицу чисел или графики на экране, а четкий совет;
- быть экономически выгодной.

**Пример.** Одна из самых известных в мире консультационных ЭС – MYCIN, предназначенная для медицинской диагностики инфекционных заболеваний крови, сопоставляет с помощью правил симптомы исследуемой болезни с симптомами болезней, накопленных в базе знаний. Врач отвечает на запросы ЭС о симптомах болезни, а затем, получив достаточно фактов, ЭС помогает врачу поставить диагноз и дает рекомендации по лечению.

Немного истории.

Первая программа ИИ – "Логик-теоретик", которая доказывала теоремы в символьной логике, появилась в 1956 году в институте Карнеги (США). Ее авторы А. Ньюэлл, Г. Саймон и Дж. Шоу основывались на идее о том, что мышление следует понимать как механизм для обработки информации, а решение задач человеком осуществляется путем целесообразного выбора на множестве конкурирующих между собой альтернатив. После "Логика-теоретика" авторы попытались создать Общий решатель задач (General Problem Solver – GPS). Поставленная цель не была достигнута: оказалось, что класс доступных ему задач оказался весьма узок. Тем не менее, эта программа надолго вошла в арсенал средств искусственного интеллекта, на ее основе отрабатывались приемы эвристического программирования, была создана база для совершенствования решателей задач.

Термин "искусственный интеллект" впервые ввел Дж. Маккарти, автор многих ярких работ по программированию. Он же организовал первую конференцию по ИИ и начал теоретическую работу, которая привела к созданию языка символьного программирования Лисп (Lisp), ставшего базовым языком для создания программного обеспечения для систем искусственного интеллекта.

Первые роботы, системы управления которых были построены на основе нейроподобных сетей (на уровне отдельных нейронов) были разработаны в 60-х годах XX в. Л. Сутро, У. Килмером, Дж. Олбусом и др.

Компьютер для перевода технических текстов с русского языка на английский появилась в 1954 году. За несколько минут было переведено около 60 предложений.

Первые машинные стихи появились в 1960-х гг. Вот два примера машинных стихотворений:

Пока жизнь создает оши- бочные, совершенно пустые об- разы, Пока медленное время течет мимо полезных дел, А звезды уныло кружатся в небе, Люди не могут смеяться.	Добрый реет шелест Плачет пустота Слушают качели И поет беда Стань покорно горе Томно лишь летит И прозрачно море Тайно шелестит И бежит земная Незаметно тень Медленно лесная Славит влажный день
---	---

Теоретическую основу моделей представления знаний (а также основу разработки большинства компьютерных языков) заложил Н. Хомский, который предложил новую систему понимания языка, называемую формальной грамматикой, которая позволяет описать структуру фраз, текстов.

Фреймы впервые были определены М. Минским в 1974 г. как структуры, группирующие данные по объединяющему их смыслу.

Семантические сети как модель представления знаний были предложены Р. Квиллингом в 1970-х гг.

Одна из первых экспертных систем была разработана для химических исследований в середине 1960-х гг. Проект DENDRAL был предназначен для определения пространственных структур органических молекул.

Одна из первых успешно действующих ЭС в области компьютерных систем и электроники (XCON) появилась только в конце 1970-х гг. Современные разработки ЭС в этой области связаны с проектированием конфигурации компьютеров, с диагностикой неисправностей, с управлением процессом производства компьютеров.

## 8 ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

Управление осуществляется в любых системах, но есть такие системы, где управление – это профессия. Руководитель, управляющий, директор, начальник, менеджер, заведующий, администратор – все это специалисты по управлению.

К чему сводится управленческая деятельность? Обычно к определению целей работы предприятия или организации, наблюдению за ходом производства, контролю качества продукции, составлению производственной документации, размножению и рассылке документов, связи отделов производства между собой, взаимодействию с биржевыми и банковскими организациями, регистрации и сортировке документов. Иными словами, к сбору, анализу, выработке, передаче, хранению и переработке информации.

Современное производство отличается сложностью, многообразием связей, форм и методов. Чтобы производство было эффективным, потоки информации – плановые и отчетные документы, производственная документация, банковские операции необходимо обрабатывать безошибочно и в самые сжатые сроки. Своевременно и правильно обработанная информация становится важным производственным ресурсом. Использование компьютеров и информационных технологий на всех этапах управления способно повысить его эффективность и качество.

Автоматизированные системы управления (АСУ) – комплекс технических и программных средств, обеспечивающий в тесном взаимодействии с отдельными специалистами или коллективами управление объектом в производственной, научной или общественной сфере.

Основное преимущество АСУ перед "ручными" методами управления состоит в том, что для принятия необходимых решений управленческому персоналу предоставляется более полная, свое-

временная и достоверная информация в удобной для восприятия форме. АСУ – это автоматизированный сбор и обработка информации, хранение ее в памяти ЭВМ, это использование нормативно-справочной, исходной, промежуточной и выходной информации. Использование систем поддержки принятия решений, экспертных систем, систем автоматизированного проектирования дает возможность получать принципиально новую информацию. Это еще одна функция АСУ.

Качество управления непосредственно связано с применением математических методов в управлении, внедрение которых без компьютера, как правило, невозможно из-за большого объема вычислений.

Пример. Задача составления оптимальной последовательности запуска деталей в производство содержит  $n!$  вариантов, где  $n$  – количество видов деталей. При  $n = 10$  число возможных вариантов запуска достигает

3 млн. 600 тыс. Но в производстве насчитывается нередко до нескольких сотен видов деталей!

К математическим методам в первую очередь относятся оптимизационные методы, статистическая обработка информации, математическое моделирование и др.

АСУ различают по выполняемым функциям и результатам деятельности.

По функциям АСУ подразделяются на:

- административно-организационные:
  - системы управления предприятием (АСУП);
  - отраслевые системы управления (ОАСУ);
- АСУ технологическими процессами (АСУТП):
  - гибкие производственные системы (ГПС);
  - системы подготовки производства (АСУПП);
  - системы контроля качества продукции (АСК);
  - системы управления станками с числовым программным обеспечением (ЧПУ);
- интегрированные системы, объединяющие предыдущие виды АСУ в различных комбинациях (например, АСУП-ГПС, САПР-АСУПП и т.д.).

По результатам деятельности различают АСУ информационные, информационно-советующие, управляющие, самонастраивающиеся, самообучающиеся.

Из всех типов автоматизированных систем АСУП – наиболее сложная как по структуре, так и по выполняемым функциям. В настоящее время их все чаще называют системами управления бизнес-процессами предприятия.

Управление производством на предприятии – трудное и ответственное дело, требующее согласованной работы конструкторов, технологов, снабженцев, производственников, сбытовиков, экономистов и других специалистов.

Каковы же основные принципы автоматизации управления предприятием?

Прежде всего – принцип *комплексности*. Системы обеспечивают полный цикл управления, начиная от подготовки и планирования производства и заканчивая сбытом готовой продукции и формированием финансовой и бухгалтерской отчетности. Отчетность же, в свою очередь, через обратную связь замыкается на функцию планирования. В задачи управления входят разработка и производство новых видов изделий, определение технологических маршрутов и подготовка программ для станков с ЧПУ, расчет пропускной способности оборудования и оценка портфеля заказов, расчет планов производства, потребностей во всех видах ресурсов, учет процесса производства, контроль за расходом сырья и комплектующих, расчет издержек производства и основных технико-экономических показателей (прибыли, рентабельности, себестоимости, производительности труда и пр.).

Типовая система автоматизации управления предприятием включает в себя:

- составление проектов и контроль за их исполнением;
- управление складскими ресурсами;
- оптимизацию движения различных производственных потоков:
  - материальных – сырья, материалов, инструментов, готовой продукции);
  - денежных – взаиморасчеты между подразделениями, расчеты с поставщиками и клиентами;
  - информационных – доведение распоряжений до конкретных исполнителей, контроль за своевременностью обновления данных в системе и их непротиворечивостью;
- автоматизированные системы управления технологическими процессами;

- управление загрузкой мощностей предприятия;
- разработка новых изделий, включая техническую документацию;
- финансовый анализ и бухгалтерский учет;
- оформление заказов и контроль за их своевременным исполнением;
- анализ изменений, происходящих как внутри, так и вне предприятия и предупреждение о внештатных ситуациях и пр.

Одной из главных задач системы автоматизации управления предприятием является *эффективный анализ* изменений, происходящих как внутри, так и вне предприятия. Анализ дает возможность составить прогнозы дальнейшего развития, на основании которых руководство предприятия может принимать решения об организационных или производственных изменениях. Для анализа обычно используется значительный объем накопленных данных за различные отрезки времени.

Другая важная особенность АСУ заключается в том, что она не является лишь одним из пассивных инструментов ведения бизнеса. Грамотно организованная система активно способствует совершенствованию бизнеса. Поэтому одно из важнейших условий построения системы – *гибкость*, что позволяет настраивать ее в соответствии со спецификой конкретного предприятия. Система, с одной стороны, должна гармонично вписаться в сложившиеся на предприятии традиции, а с другой стороны стимулировать его руководство к переходу на новые технологии и методы работы.

Отметим, что внедрению АСУ на предприятии предшествует долгая и кропотливая работа по исследованию его особенностей, сложившейся системы управления, выявлению сильных и слабых сторон деятельности и пр. Проект по автоматизации управления включает в себя не только определенное количество автоматизированных рабочих мест специалистов и комплект программного обеспечения, но, прежде всего, предложения по реорганизации управления предприятием. Как правило, внедрение АСУ неизбежно влечет за собой изменение существующих организационных структур и методов управления, требует более четкой регламентации документооборота, упорядочивания нормативов, совершенствования организации производства и труда. Выбор и внедрение проекта АСУ сопоставимы с приобретением, например, новой производственной линии или строительством цеха.

Автоматизация *полного цикла управления* включают в себя еще и системы автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП), которые обеспечивают процесс управления выпуском непосредственно готовой продукции.

*Программное обеспечение* – важный компонент АСУ. Современное программное обеспечение АСУП бывает *универсальным*, которое можно использовать на крупных предприятиях для любого типа производственного процесса, либо *типовым* для средних и малых предприятий данной отрасли производства.

Еще один важный компонент – это *информационное обеспечение* АСУ. Оно охватывает множество документов, необходимых для управления производством, – правовую, нормативную, техническую, конструкторскую, технологическую, учетную документацию и схемы ее движения, различные классификаторы, кодификаторы и другие информационные массивы.

*Информационная база АСУ* – это система показателей, описывающих объекты управления: характеристики и свойства зданий, сооружений, оборудования, сырья и материалов, выпускаемой продукции, кадрового потенциала, поставщиков, клиентов, производственные показатели и т.п.

В информационной базе информация не только накапливается и хранится, но и обрабатывается, нередко с использованием методов искусственного интеллекта. Это позволяет в рамках информационной базы решить многие задачи, связанные с поиском, слиянием, обобщением информации. Информационная база АСУ – основа безбумажной технологии управления.

Основными элементами АСУ являются автоматизированные рабочие места специалистов (АРМ), объединенные в локальную корпоративную вычислительную сеть.

*Автоматизированное рабочее место* – рабочее место специалиста, оснащенное компьютером или комплексом специализированных устройств, соответствующим программным обеспечением, которые позволяют автоматизировать часть выполняемых специалистом производственных операций.

## Пример

АРМ бухгалтера – это компьютер с установленным на нем пакетом бухгалтерских программ с выходом на банк учетных данных предприятия.

АРМ конструктора не обходится без специализированных устройств и программ работы с графикой, а также нормативно-справочных ИПС.

АРМ технолога-контролера включает кроме всего прочего приборы контроля и автоматической регистрации параметров технологического процесса.

В интегрированных АСУП АРМ специалистов объединены нередко в технологические цепочки, так что выходная информация конструктора является входной для технолога. В свою очередь выходная информация технолога становится управляющей программой для автоматического оборудования и входной информацией для контролера и т.д.

Перечислим преимущества, которые дает предприятию системный подход к автоматизации управления:

- необходимую оперативность контроля и гибкость управления предприятием;
- возможность получения непротиворечивых и полных данных о финансово-экономическом состоянии предприятия;
- обеспечение оперативного доступа к аналитической информации о работе предприятия со стороны служб управления в процессе принятия решений. Другими словами – управление в "горячем режиме";
- автоматизированную систему ведения отчетной документации и автоматизацию документооборота в целом;
- снижение трудоемкости по составлению всевозможных отчетов и справок, выполнению типовых расчетов;
- возможность статистического анализа показателей работы предприятия и определение на его основе мероприятий по совершенствованию производственной деятельности и сокращению материальных потерь;
- внедрение обоснованного рационального планирования;
- использование современных методологий управления предприятием;
- улучшение условий труда управленческого аппарата;
- наличие нескольких уровней защиты информации от несанкционированного доступа и многоуровневое разграничение привилегий доступа;
- возможность автоматизации деятельности международных компаний, подразделения которых работают с различными план-счетами, валютами, с учетом различных нормативных и правовых отношений.

АСУ только предоставляет преимущества. Реализовать их – задача людей. А потому особое внимание при внедрении АСУ уделяется именно человеческому фактору. Любая из технических систем – лишь механизм для повышения эффективности управления, принятия правильных стратегических и тактических решений на основе своевременной и достоверной информации, выдаваемой компьютером.

Немного *истории*.

28 марта 1979 г. на атомной станции "Тримайл Айленд" произошла авария. Заело крошечный клапан пневматической системы, это привело к прекращению циркуляции воды в системе водяного охлаждения реактора, а потом и к неуправляемому разогреву урановой активной зоны реактора. Потребовалось несколько дней напряженнейшей работы, чтобы взять ситуацию под контроль.

Когда комиссия расследовала, почему авария, которую, казалось бы, несложно было устранить, едва не вылилась в трагедию, оказалось, что основной причиной были неправильные действия операторов. А произошло это потому, что АСУ станции была разработана без учета человеческих возможностей. В течение первых нескольких минут сработало 100 – 200 предупредительных аварийных сигналов: звенели зуммеры, насосы включались и выключались, вентили отпирались и запирались. В зале управления не утихала бурная деятельность множества людей. На операторов обрушилась такая лавина информации: показания дисплеев, предупредительные сигналы, данные распечаток и тому подобное, – что было совершенно невозможно выявить неисправность и правильно выбрать меры по устранению. Операторы просто не могли уследить за всем, что происходило – это было выше человеческих сил.

Урок, вынесенный из этой аварии, очевиден: пока конструкция технических систем (особенно автоматизированных) не будет во всех деталях продумана так, чтобы все происходящее в них было абсолютно понятно обслуживающему персоналу, пока информация не будет представлена в форме, удобной для восприятия человеческим глазом и мозгом, а не машиной, любая неполадка в автоматизированной системе управления может сделать ее полностью неуправляемой.

Термин АСУ появился в середине 1960-х гг. Первоначально АСУ строились на базе высокопроизводительных (для своего времени) ЭВМ. Для их размещения и обеспечения работы создавались вычислительные центры (ВЦ), для которых необходимы были обученный персонал, специально оборудованные помещения, определенный микроклимат. При таких ВЦ создавались службы АСУ (иногда численностью до 200 – 300 человек). Обработка информации велась централизованно.

С появлением персональных ЭВМ АСУ стали создаваться на базе автоматизированных рабочих мест (АРМ), объединенных в локальную вычислительную сеть (ЛВС).

В нашей стране разработка и внедрение АСУ во многие сферы производства широко проводились в 1960 – 70-х гг. На предприятиях создавались вычислительные центры на базе больших ЭВМ (мэйн-фреймов). Работали целые научно-исследовательские институты АСУ. В вузах создавались факультеты АСУ, призванные подготовить квалифицированных специалистов для этой области. Была даже идея создания Общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством. К сожалению, возможности техники и технологии не соответствовали в то время уровню решаемых задач. Идея АСУ опередила свое время. Но хорошие идеи все равно воплощаются в жизнь. Изменение названия (вместо АСУ сейчас чаще используют название *корпоративные системы управления бизнес-процессами предприятия* – КСУБПП) обусловлена не изменением целей и функций АСУ, а скорее реализацией этих же целей на вычислительной технике нового поколения – персональных компьютерах и компьютерных сетях. И если Интернет – это глобальная сеть, предназначенная в основном для обеспечения "коммуникации без границ", то сети Интранет (Intranet) – техническая база АСУ нового поколения.

О значении АСУ в экономической жизни говорят следующие факты.

В странах с развитой экономикой в той или иной мере автоматизированы все предприятия, на которых работает свыше 500 человек.

Во многих странах на государственном уровне практически полностью автоматизировано управление в сфере налогового учета. Широко распространена автоматизация в банковской системе. Высоки уровни автоматизации бухгалтерского учета и финансового анализа. Успехи транспортного обслуживания также во многом обязаны автоматизации управления.

Сегодня невозможно производство без полной автоматизации управления технологическими процессами в отраслях, связанных с современными "высокими технологиями". Это, в частности, относится к производству компьютеров, космической и робототехники, синтезу новых материалов и т.п.

## 9 БАЗЫ ДАННЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

### *Базы данных*

*Деятельность человека постоянно связана с накоплением информации об окружающей среде, ее отбором и хранением при решении различных задач. Информационные системы, основное назначение которых – информационное обеспечение пользователя, т.е. предоставление ему необходимых сведений из определенной предметной области, помогают человеку решать задачи быстрее и качественнее.*

Любая информационная система предназначена для решения некоторого класса задач, включает в себя как хранилище данных, так и средства для реализации информационных процедур. Данные, хранящиеся в запоминающих устройствах, структурированные таким образом, чтобы их могли использовать различные программы, получили название *баз данных* (БД). Средства создания и управления этими данными получили название *систем управления базами данных* (СУБД). Несколько баз данных, относящихся к одной области, и средства работы с ними образуют *банк данных* (БнД) (рис. 25).

**База данных** (*database*) – множество данных, организованных для быстрого и удобного способа поиска и извлечения.

**База данных** – поименованная совокупность хранимых в запоминающих устройствах, специальным образом организованных, взаимосвязанных данных, отражающих состояние предметной области.

**База данных** – совокупность данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и обработки, независимые от прикладных программ.

**Система управления базами данных (database management system)** – совокупность программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных.

В состав СУБД входят:

- *управляющие программы*, обеспечивающие взаимосвязь с операционной системой, обработку команд пользователя, очередность их выполнения, контроль завершения операций и пр.;
- *обрабатывающие программы*, включая трансляторы с языков описания данных, языков запросов и языков программирования, редакторы, отладчики;
- *сервисные программы*, обеспечивающие удобный для пользователя интерфейс;
- *прикладные программы*, выполняющие обработку найденных системой данных, вычисления, формирование выходных документов по заданной форме и пр.



**Рис. 25** Компоненты и способы организации банков данных

Банки данных хранят сведения из самых разных областей человеческой деятельности: это библиотечное и банковское дело, образование и медицина, управление предприятием и государством, право, экология, транспорт, туризм и многое другое. Количество информации, содержащейся в некоторых банках данных, измеряется миллиардами байт. В частности, Internet можно рассматривать как гигантский банк данных.

*База данных может входить в банк данных, а может использоваться автономно. База данных может содержать информацию практически любого типа. Данные в одной базе данных обычно относятся к какой-либо одной предметной области. Данными в базе данных могут быть числовые величины, строки символов, текстовые документы, схемы, рисунки, аудио- и видеозаписи, т.е. информация любого вида. Более точно можно сказать, что информация об объекте или отношениях объектов, выраженная в знаковой форме, образует данные.*

Пример. Автоматизированной базой данных является каталог файлов, хранящихся на диске. Все данные в нем относятся к файлам, расположенным именно на этом носителе. Данными являются имена подкаталогов и файлов, время их создания, размер, пароль доступа, логические и физические адреса размещения на носителе и др.

Для любой базы данных можно говорить о ее логической организации и о ее физической организации.

**Физическая организация** – это способ представления, размещения и хранения данных на носителе (ориентирована на техническое устройство).

**Логическая организация** представляет собой модель структуры всей совокупности данных (ориентирована на человека). По сути, это способ объединения данных в записи, это "взгляд" на данные с точки зрения их использования в прикладных программах.

Наиболее распространенными способами логической организации данных в БД являются табличный (реляционный), древовидный (иерархический), сетевой. Каждый способ имеет свои преимущества

и недостатки. Выбор способа представления данных зависит от особенностей предметной области и тех задач, которые предполагается решать с помощью этих данных.

#### 4 ТАБЛИЧНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ

№	ФИО	Год рождения	Факультет	Кафедра	Должность
25	Илюшин И.И.	1978	эконом.	БУ и А	ассистент
26	Ипатов С.С.	1959	технолог.	ТММ	профессор
27	Кедров К.К.	1964	архитект.	ПГС	доцент

Например, данные о сотрудниках учреждения, необходимые отделу кадров или бухгалтерии, удобно представлять в виде таблиц.

*Данные о структуре управления удобно представлять в виде дерева (рис. 26).*

*Данные о курсах, читаемых для студентов разных специальностей удобно представлять в виде "сетевого" графа (рис. 27).*



**Рис. 26** Пример иерархической модели данных



**Рис. 27** Пример сетевой модели данных

Системы управления базами данных обычно поддерживают какую-нибудь одну из моделей организации данных, т.е. с их помощью можно создать базу данных вполне определенного типа.

Наиболее распространены реляционные СУБД. Это такие известные программные средства, как dBASE, Ребус, Lotus, FoxPro, Clipper, Access, Paradox и многие другие.

К СУБД иерархического типа можно отнести многие системы управления файлами, в частности Norton Commander, Far Manager, Диспетчер файлов и пр. Большинство СУБД, предназначенных для создания и ведения библиотечных баз данных, также иерархического типа.

СУБД сетевого типа используются преимущественно в автоматизированных системах управления и системах управления корпоративными бизнес-процессами. Сетевой тип логической организации дан-

ных в наибольшей степени отражает наличие самых разнообразных связей (сырьевых, кадровых, информационных, финансовых и пр.) между элементами производственного процесса.

Рассмотрим несколько подробнее реляционные БД.

Элементами табличной структуры данных являются запись, поле, реквизит (рис. 28). Поля могут быть различных типов: символьные строки, числовые поля, поля логического типа, даты, поля графического типа и пр.

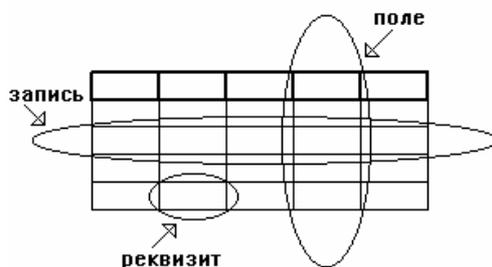


Рис. 28 Элементы табличной структуры данных

Пример. В таблице представлен фрагмент структуры одной из баз данных магазина по продаже компьютерной техники. Чтобы продавец мог ответить на любой вопрос покупателей, необходимо достаточно полно описать поступивший товар. В этом случае перечисленных полей явно не достаточно и число полей необходимо увеличить. Но если полей слишком много, то записи становятся труднообозримыми. Чтобы этого избежать часто создают несколько взаимосвязанных баз данных.

1	2	3	4	5	6	7	8
№	Наименование товара	Фирма производитель	Дата поступления партии	Объем партии	Цена изделия	Наличие гарантии	Гарантийный срок

Поле 1 – номер по порядку. Часто используется как уникальный ключ записи.

Поля 2, 3 – символьные строки.

Поле 4 – поле даты.

Поля 5, 8 – поля числового типа.

Поле 6 – поле денежного типа.

Поле 7 – поле логического типа.

Кроме типа логической организации данных СУБД характеризуются своими *функциями*. К основным функциям относятся: создание, редактирование, реструктурирование базы данных, поиск, выборка, сортировка записей.

Все операции над базой данных находятся в ведении **администратора** базы.

**Администратор** баз данных – специалист или группа специалистов, контролирующая проектирование и использование баз данных.

Именно администратор анализирует структуру предметной области, выбирает соответствующий тип СУБД, разрабатывает структуру базы данных – определяет количество, состав и наименования полей таблицы или узлов сети, наполняет базу конкретными данными, следит за регулярным обновлением данных, разграничивает доступ пользователей, ведет статистику обращения к базе данных, помогает пользователю в случае необходимости сформулировать запрос и т.п.

В *функции администратора БД* входит:

- разработка модели предметной области и определение структуры БД;
- изменение структуры БД;
- обеспечение эффективной работы БД в данной организации;
- контроль за целостностью БД и ее своевременным обновлением;

- регистрация подключения к системе новых пользователей;
- контроль за полномочиями пользователей;
- обеспечение надежности функционирования;
- защита от несанкционированного доступа.

При создании и ведении базы данных необходимо учитывать следующие *требования*:

1 Адекватность информации состоянию предметной области. Информация, хранимая в БД должна полно и точно отражать объекты описываемой предметной области, их свойства и отношения. Отсюда следует необходимость периодического внесения изменений в данные – добавление описания для новых объектов, корректировки для изменившихся, удаления для "выбывших".

2 Надежность функционирования – одно из важнейших требований, предъявляемых к любой системе.

3 Быстродействие и производительность. Быстродействие определяется временем ответа на запрос пользователя, которое зависит не только от быстродействия компьютера, но и от физической организации данных, сложности запроса, алгоритмов поиска и т.п. Производительность определяется количеством запросов, выполненных в единицу времени.

4 Простота и удобство использования.

5 Непротиворечивость данных.

6 Защита информации как от случайных искажений и уничтожения, так и от несанкционированного доступа.

7 Возможность расширения. Структура базы данных должна допускать реорганизацию, т.е. добавление полей, изменение порядка их отображения на экране и пр.

**Пользователь** базы данных может обратиться к ней с **запросом**, в котором может использовать такие операции над записями, как поиск записей с заданным содержимым определенных полей, упорядочивание записей по тому или иному полю, определение количества записей, удовлетворяющих заданному условию и пр. В большинстве современных СУБД предусмотрен *диалоговый режим* формулировки запроса, т.е. пользователь выбирает соответствующие пункты меню специальных диалоговых окон или заполняет так называемую таблицу реквизитов, где указывает наименования и диапазон значений полей, которые его интересуют.

**Запрос** – это формализованное сообщение, содержащее условие (простое или сложное) на поиск данных и указание о том, что необходимо сделать с найденными данными.

**Пример.** Чтобы с помощью описанной выше базы данных магазина узнать, сколько партий товара и на какую сумму поступило в первом квартале 2002 г. в запросе надо указать, что отбираются только те записи, для которых значение реквизитов 4-го поля лежат в интервале от 1.01.2002 до 31.03.2002, а затем суммируются произведения значений 5-го и 6-го полей.

Чтобы определить, какая часть поступивших процессоров фирмы Intel подлежит гарантийному обслуживанию, необходимо в запросе указать, что реквизит 2-го поля отбираемых записей должен совпадать со строкой "процессор", реквизит 3-го поля должен совпадать со строкой "Intel", реквизит 7-го поля должен быть True (истина). А затем разделить количество отобранных записей, удовлетворяющих всем указанным условиям, на общее количество записей.

### **Модели данных**

Использование модели данных при работе с БД неизбежно по нескольким причинам.

Во-первых, модель дает общий язык пользователям, работающим с данными.

Во-вторых, модель может обеспечить предсказуемость результатов работы с данными. Работающий с базой может предвидеть, какого сорта он получит результат в результате выполнения его запроса.

За время существования разработок программных систем предложено много различных моделей разной степени распространенности.

### **Реляционная модель и СУБД**

Не будучи хронологически первой, наиболее популярной с начала 1980-х гг. была и до сих пор остается реляционная модель данных.

В реляционной модели считается, что все данные ИС представлены в виде таблиц.

В рамках реляционной теории имеется список операций, которые можно осуществлять над таблицами таким образом, чтобы в результате выполнения операции снова получить реляционную базу данных. Обычно это следующие операции:

- базовые операции
- *ограничение* – исключение из таблицы некоторых строк;
- *проекция* – исключение из таблицы некоторых столбцов;
- *декартово произведение* – из двух таблиц получается третья по принципу декартова произведения двух множеств строк;
- *объединение* – объединение множеств строк двух таблиц;
- *разность* – разность множеств строк двух таблиц;
- *присвоение* – именованной таблице присваивается значение выражения над таблицами;
- производные операции
- *группа операций соединения*;
- *пересечение* – пересечение множеств строк двух таблиц;
- *деление* – позволяет отвечать на вопросы типа: "какие студенты посещают все курсы?";
- *разбиение* – позволяет отвечать на вопросы типа: "какие пять служащих в отделе наиболее оплачиваемы?";
- *расширение* – добавление новых столбцов в таблицу;
- *суммирование* – в новой таблице с меньшим, чем в исходной, числом строк, строки получены как агрегирование (например, суммирование по какому-то столбцу) строк исходной.

Помимо "основных" таблиц, "изначально" присутствующих в БД, приведенные операции позволяют получать выводимые таблицы - "представления", получаемые в результате применения операций.

### Другие модели

Реляционная модель данных, несмотря на ее достоинства, совсем не идеальна. В ряде случаев она не позволяет ясно (или вовсе) отразить особенности предметной области.

Моделью данных, привлекающей нарастающее внимание с конца 1980-х гг., является объектная, или "**объектно-ориентированная**" модель. Основными понятиями, с которыми оперирует эта модель, являются следующие:

- объекты, обладающие внутренней структурой и однозначно идентифицируемые уникальным внутрисистемным ключом;
- классы, являющиеся по сути типами объектов;
- операции над объектами одного или разных типов, называемые "методами";
- инкапсуляция структурного и функционального описания объектов, позволяющая разделять внутреннее и внешнее описания (в терминологии предшествовавшего объектно-модульного программирования – "модульность" объектов);
- наследуемость внешних свойств объектов на основе соотношения "класс-подкласс".

К достоинствам объектно-ориентированной модели относят:

- возможность для пользователя системы определять свои сколь угодно сложные типы данных (используя имеющийся синтаксис и свойства наследуемости и инкапсуляции);
- наличие наследуемости свойств объектов;
- повторное использование программного описания типов объектов при обращении к другим типам, на них ссылающимся.

К объектно-ориентированным СУБД относятся ONTOS, GemStore, UniSQL и др.

Некоторые специалисты основным и главным отличием объектно-ориентированной модели от реляционной считают наличие уникального системного идентификатора. Эта разница связана с одним интересным *семантическим* явлением.

Дело в том, что в реляционной модели объект целиком описывается его атрибутами. Если человек в таблице представлен именем и номером телефона, то что происходит после замены номера телефона в существующей строке? Идет ли после этого речь о том же самом человеке или о другом? В реляционной модели нет средств получить ответ на этот вопрос; в объектно-ориентированной его дает неизме-

нившийся системный идентификатор. С другой стороны, мы можем "заменить" в базе данных одного сотрудника на другого, сохранив все связи и атрибуты прежнего, и при этом системный идентификатор не изменится. Ясно, однако, что подразумеваться будет совсем другой человек.

Еще одной моделью данных, имеющей конкретную реализацию (InfoModeller), является *модель "объектов-ролей"*, предложенная еще в начале 1970-х гг., но востребованная лишь недавно. В отличие от реляционной модели в ней нет атрибутов, а основные понятия – это объекты и роли, описывающие их. Роли могут быть как "изолированные", присущие исключительно какому-нибудь объекту, так и существующие как элемент какого-либо отношения между объектами. Модель служит для понятийного моделирования, что отличает ее от реляционной модели. Имеются и другие отличия и интересные особенности: например, для нее помимо графического языка разработано подмножество естественного языка, не допускающее неоднозначностей, и, таким образом, пользователь (заказчик) не только общается с аналитиком на естественном языке, но и видит представленный на том же языке результат его работы по формализации задачи. (Можно заметить, что многие пользователи, в отличие от аналитиков, с трудом разбираются в описывающих их деятельности рисунках и схемах.) Модель "объектов-ролей" сейчас привлекает большое внимание специалистов, однако до промышленных масштабов ее использования, сравнимых с двумя предыдущими, ей пока далеко.

### **Взаимосвязь моделей данных**

Упомянутые модели данных равносильны в том смысле, что все, выразимое в одной из них, выразимо в остальных. Различие, однако, составляет то, насколько удобно использовать ту или иную модель проектировщику-человеку для работы с реальными жизненными задачами, и то, насколько эффективно можно реализовать работу с конкретной моделью на ЭВМ.

## **Геоинформационные системы**

Развитием методологии баз данных являются геоинформационные системы и технологии.

**Пример.** Когда вы знакомитесь с новым для вас человеком, то один из первых вопросов часто связан с тем местом, где он родился, где живет. По ответу – названию географического региона – вы многое можете предположить о характере и привычках нового знакомого, и этот прогноз будет не беспочвенным.

Место обитания накладывает определенный отпечаток на человека. В народной мудрости это отражается в появлении устойчивых словосочетаний: сибирский характер, южный темперамент, северная сдержанность.

Пример. Если человек из Тюменской области, то он, скорее всего, сможет многое рассказать о нефтяной добыче и тайге, если из Волгоградской – об истории Сталинградской битвы и особенностях выращивания бахчевых культур.

Это лишь небольшие примеры, которые демонстрируют, что география тесно взаимосвязана с историей, экономикой, политикой, культурой, демографией, геологией и многими другими сферами научной и практической деятельности.

Зная географическое положение какого-либо населенного пункта Земли, можно сделать выводы об уровне жизни населения, структуре занятости, основных экологических проблемах, исторически сложившихся традициях и пр.

Существуют профессии, для которых карта – основной и часто единственный источник полной, точной и вполне достоверной информации. Это, например, штурманы, военные, строители, дорожники.

Пример. Возьмем проектировщиков шоссе. Сколько расчетов и прикидок нужно выполнить им только для того, чтобы выбрать лучший вариант прокладки дороги между двумя населенными пунктами! В этих расчетах приходится учитывать и рельеф местности (крутизна подъемов и спусков), и тип грунтов, и требуемый объем земляных работ, и растительность на трассе (за порубку леса или отчуждение пашни полагается платить), и многое другое. Информацию для расчетов можно получить, или, как говорят географы, *снять* с крупномасштабной карты местности.

Все реальные материальные объекты (реки и холмы, рощи и плотины) или события, связанные с объектом (полет самолета, изменение русла реки, разрастание города), имеют координаты на поверхно-

сти Земли и их можно отобразить на карте. Известно, что карта – это очень наглядный способ описания территории.

В наше компьютеризированное время было бы удивительно, если бы компьютеры не использовались и для отображения карт. С компьютерной картой, которую называют "цифровой" (или "электронной"), работать более интересно, чем с бумажной картой. Компьютерная карта имеет по сравнению с бумажной много дополнительных и полезных свойств: ее можно легко масштабировать на экране компьютера, двигать в разные стороны, рисовать и уничтожать объекты, печатать в привлекательном виде любые фрагменты территории, выбрав объект мышью, можно запросить компьютер выдать имеющуюся информацию об этом объекте и т.п.

Первое основное направление применения цифровых карт на практике – автоматизация решения сложных и громоздких вычислительных задач в проектировании и строительстве, для транспорта и связи, в экологии и чрезвычайных ситуациях, для создания кадастров земель и природных ресурсов.

Второе направление – оперативное отображение обстановки. Прежде всего это важно в военном деле, но оперативное отображение нужно не только военным. Наблюдать за постоянно меняющейся обстановкой должны диспетчеры аэропортов, сотрудники органов гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций и многие другие.

С постоянно меняющейся обстановкой связано и третье направление использования цифровых карт. Речь идет об издании обычных бумажных карт. До сих пор подготовка к изданию даже не очень сложной карты была делом весьма трудоемким – требовалось вручную нанести на пластик ее изображение. Затем, при переизданиях, тем же путем вносить произошедшие изменения. Наличие цифровой карты делает этот процесс почти автоматическим. Стоит только указать, какими условными знаками изображать объекты местности, как карта будет готова к выводу. Картографу останется только подправить, подчистить (опять-таки на экране) полученное изображение.

Научить машину читать карту значит представить карту в виде, который легко и просто укладывался бы в память ЭВМ и был бы доступен анализу с помощью традиционных машинных операций. Можно поступить так же, как для обработки изображений, т.е. представить карту в виде частой прямоугольной сетки точек, каждая из которых кодируется соответствующим цветом, и заложить всю последовательность этих кодов в память ЭВМ. Казалось бы, сделать это совсем нетрудно. Но как ни бились кибернетики, научить ЭВМ анализировать совокупность разноцветных точек (ее стали называть *растровой картой*) именно как карту, сделать это не удалось. В сущности, проблема машинного чтения карты не менее сложна, чем одна из главных задач искусственного интеллекта – распознавание образов.

Другой путь – преобразовать карту так, чтобы она стала максимально понятной для ЭВМ. Для этого всю информацию о земной поверхности нужно было перевести из графической формы в цифровую, т.е. вместо изображения карты ввести в ЭВМ список всех изображенных на них объектов, причем каждый из них должен обозначаться кодом, характеризующим тип объекта (например, река, лес, дом, дорога), и числами, определяющими его координаты.

Хорошо, если объект невелик по размеру и его положение можно передать парой координат. А если он (например, река) представляет на карте длинную извилистую линию? Значит, вслед за кодом должна выстраиваться длинная цепочка координат, определяющих положение некоторых точек этой реки. А как часто должны стоять эти точки? Понятно, что чем чаще, тем лучше, но память ЭВМ не бесконечна. Значит, необходимо расставлять эти точки так, чтобы они служили приближением действительного положения объекта с некоторой определенной точностью.

Этот способ компьютерного представления и хранения карты называют цифровой картой в векторной форме, или просто – *векторной картой*. Это построенная по четко зафиксированным правилам последовательность объектов, представленных своими кодами и координатами.

По способу представления координат объекты векторной карты делятся на точечные (те, которые можно представить одной парой координат), линейные (для их представления потребуется цепочка координат, определяющих траекторию объекта) и площадные (они также представляются цепочкой координат, которые определяют границу этих объектов).

Какие объекты включаются в цифровые карты, целиком зависит от того, для решения каких задач создается карта.

**Пример.** Если вам надо найти кратчайшие дороги между городами, то для этого вполне достаточно цифровой карты, состоящей из населенных пунктов и дорог. А для обнаружения мест наиболее частых аварий городского водопровода потребуется подробная карта подземных коммуникаций.

Каждый, кто видел обычную топографическую карту, хорошо представляет себе, насколько она сложна. Как правило, один лист такой карты содержит изображения десятков тысяч объектов. И если нужна достаточно полная цифровая карта такого масштаба, то координаты их всех придется представлять последовательностями, каждая из которых, в свою очередь, может содержать тысячи многозначных чисел.

Поначалу цифровые карты изготавливали с помощью планшетов-кодировщиков. Оператор как бы обводил объекты положенной на планшет бумажной карты считывающим устройством, и координаты этих объектов автоматически заносились в память машины. Чтобы создать цифровую карту таким способом, требовалось иногда до полугода работы.

Потом появились *программы-векторизаторы*. Помните растровые карты, о которых шла речь выше? Так вот, векторизаторы способны выделить и представить в виде последовательностей координат линии или пятна, содержащиеся на растре, а иногда и установить, что эта линия или пятно означают. Векторизаторы сняли с человека значительную часть работы, но все равно – создать цифровую карту по всем правилам может лишь человек.

Сами по себе цифровые карты никакого эффекта дать не могут. Увидеть их на экране дисплея и поработать с ними можно лишь с помощью специальных программ. Комплексы программных средств, позволяющих решать прикладные задачи с помощью цифровых карт, в сочетании с наборами самих карт называются географическими информационными системами или геоинформационными системами (ГИС). Отметим, что ГИС как программное обеспечение относится к категории сложнейших.

Как осуществляется работа пользователя с геоинформационной системой?

Работая с ГИС, вы выводите на экран компьютера одну или несколько интересующих вас карт (схем, планов и т.д.). Пользователь легко может менять детальность изображения, увеличивая или уменьшая отдельные элементы карты.

**Пример.** Выбрав на карте города нужное здание, вы можете вывести его крупным планом и рассмотреть пути подъезда к зданию.

Обычно имеется возможность управлять тематическим составом изображаемой информации.

**Пример.** На карте полезных ископаемых можно "отключить" видимость ненужных в данный момент видов ископаемых ресурсов и речной сети, оставив между тем видимой дорожную сеть.

Указав объект на карте, можно получить информацию о нем.

**Пример.** Указав объект недвижимости, можно узнать его стоимость, кто является его владельцем, каково состояние объекта и пр. Выбрав находящееся поблизости промышленное предприятие, можно получить данные о его профиле, влиянии на экологию района и т.д.

Ряд геометрических характеристик объектов (длину улицы, расстояние между городами, площадь лесного массива) можно измерять непосредственно на экране, пользуясь средствами ГИС.

Можно использовать ГИС как поисковую систему. В этом случае пользователь составляет запрос, в котором перечисляет интересующие его свойства объектов, а система выделяет на карте подходящие объекты.

**Пример.** Работая с ГИС кадастра земельных ресурсов, можно потребовать показать на карте земельные участки площадью не менее 10 соток, расположенные не далее 3 км от железнодорожной станции и одновременно не далее 1 км от близлежащих водоемов.

Специальные средства позволяют проводить аналитическую обработку данных, а в более сложных случаях – моделирование реальных событий. Результаты обработки также можно увидеть на экране компьютера.

**Пример.** Специалисты могут оперативно прогнозировать возможные места разрывов на трассе трубопровода, проследить на карте пути распространения загрязнений и оценить вероятный ущерб природной среде, вычислить объем средств, необходимых для устранения последствий аварии. Наиболее сложные технологические решения включают в себя *экспертную поддержку* и позволяют получать на выходе обоснованное заключение, пригодное для принятия конкретных решений.

Все, что пользователь видит на экране, при необходимости может быть выведено на печатающее устройство и получено в виде твердой копии, либо сохранено в виде стандартного файла изображения и использовано впоследствии в качестве иллюстрации.

В определенном смысле в основе построения ГИС лежит СУБД. Однако, вследствие того, что пространственные данные и разнообразные связи между ними плохо описываются реляционной (табличной) моделью, полная модель данных в ГИС имеет сложный смешанный характер. А вот информация о свойствах объектов (называемая еще "семантической") часто представляется реляционными таблицами. Совокупность двух моделей данных, лежащих в основе представления пространственной и семантической информации в ГИС, называется *геореляционной моделью*.

Большинство прикладных геоинформационных систем предназначены не для домашнего использования, а для работы в крупных организациях и учреждениях, коллективу которых необходимо оперативно обрабатывать большие объемы пространственной информации. В такой ситуации ГИС должна обеспечивать возможность работы с одним набором геоинформационных данных несколькими пользователями (чаще всего в пределах локальной компьютерной сети). При решении геоинформационных задач масштаба города возникает необходимость обеспечить доступ к общим пространственным и семантическим данным разных предприятий и городских служб. Решение же геоинформационных задач глобального характера возможно при использовании ГИС, размещенных не на одном, а на нескольких мощных компьютерах. В настоящее время широко разрабатываются геосистемы, использующие возможности Интернета.

Использование ГИС-технологий, дает возможность:

- значительно повысить оперативность всех этапов работы с пространственно-распределенными данными, начиная от ввода исходной информации, ее анализа и до выработки конкретного решения;
- использовать для ввода и обновления информации в базе данных современные электронные средства геодезии и системы глобального позиционирования (GPS), а значит – постоянно иметь самую точную и свежую информацию;
- заручиться высокой компетенцией специалистов, разрабатывающих программное обеспечение для геоинформационных систем (для того, чтобы использовать, например, программы расчета распространения загрязнений, не нужно иметь математического образования, хотя оно совсем не помешает).

Наиболее популярные ГИС: ArcInfo, Arcview, MGE, Geomedia, MapInfo, SICAD, Autodesk. Среди ГИС, работающих в среде Internet специалисты отмечают такие средства для web-картографирования: ArcView Internet Map Server, MapObjects IMS, MapXsite, MapXtreme, MapGuide, GeoMedia Web Map и др.

Отметим, что если вы поклонник компьютерных игр, то с ГИС вам приходилось не раз работать. Примером ГИС (хотя и очень упрощенной) можно считать игру SimCity, где играющий строит город, а программа имитационного моделирования территории показывает состояние различных городских служб и ресурсов (в том числе людских). SimCity, игры Warcraft, StarCraft, Dune, различные симуляторы полетов на авиационной технике, езда на танках (Abrams) – все это примеры простых ГИС.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Географические информационные системы** (геоинформационные системы, ГИС) – это комплексы программных средств, позволяющих решать прикладные задачи с помощью цифровых карт, в сочетании с наборами самих карт.

Геоинформационные системы призваны обеспечить эффективную обработку информации об самых разнообразных объектах на территории. Они предназначены для сбора, хранения, поиска и манипулирования данными о территориальных объектах.

**Геоинформационные системы** – это компьютерные системы, позволяющие эффективно работать с пространственно – распределенной информацией. Они являются расширением концепции *баз данных*, дополняя их наглядностью представления и возможностью решать задачи пространственного анализа.

Цифровые карты могут быть представлены в растровом и векторном видах.

Цифровая карта в векторной форме – построенная по четко зафиксированным правилам последовательность объектов, представленных своими кодами и координатами.

Цифровые топографические карты и планы являются чрезвычайно сложной и информационно емкой продукцией.

Цифровые карты, являющиеся геоинформационной основой ГИС обеспечивают:

- точную привязку, систематизацию, отбор и объединение всей поступающей и хранимой информации (единое адресное пространство);
- комплексность и наглядность информации для принятия решений;
- возможность динамического моделирования процессов и явлений;
- возможность автоматизированного решения задач, связанных с анализом особенности территории;
- возможность оперативного анализа ситуации в экстренных случаях.

Построение ГИС основывается на идеях *баз данных*, развивают эти идеи.

Модель данных в ГИС имеет сложный смешанный характер: атрибутивная (семантическая) информация об объектах часто представляется реляционными таблицами, а пространственные данные организуются специальным образом (послойным, объектно-ориентированным и т.д. – различным для разных ГИС).

Объединение двух моделей данных, лежащих в основе представления пространственной и семантической информации в ГИС, называется **геореляционной моделью** данных.

Основные **направления применения** ГИС и цифровых карт:

- автоматизация решения сложных и громоздких вычислительных задач (проектирование, строительство, транспорт, связь, экология, чрезвычайные ситуации, создание кадастров земель и природных ресурсов и т.п.);
- оперативное отображение обстановки (военное дело, диспетчерские аэропорты, органы гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций и др.);
- издание обычных бумажных карт;
- исторический, социологический, демографический и другие исследования изменений, происходящих на данной территории;
- имитационное моделирование пространственных процессов;
- управление производственными процессами в рамках автоматизированных систем управления (АСУ).

**Возможности**, предоставляемые пользователю ГИС:

- масштабировать карты на экране компьютера;
- дополнять и удалять объекты с карты;
- печатать в заданом виде любые фрагменты территории;
- запрещать или разрешать в зависимости от решаемой задачи к выводу на экран объекты определенного класса.
- выводить атрибутивную информацию об объекте (его свойства, характеристики и пр.);
- обрабатывать информацию об объектах статистическими методами и отображать результаты такого анализа, непосредственно "наложив" их на карту;
- выводить на экран только те объекты, которые удовлетворяют определенным условиям;

Немного истории.

Географические информационные системы появились в 1960-х гг. как инструмент для отображения географии Земли и расположенных на ее поверхности объектов, используя компьютерные базы данных.

Следы самой первой геоинформационной системы теряются в недрах Министерства обороны США, сотрудники которого использовали ГИС для того, чтобы ракета, летящая в сторону противника, попала в этого самого противника как можно точнее. Правда, существует и альтернативная версия – согласно ей, первая ГИС была создана в Канаде и первоначально использовалась в основном для целей землеустройства.

В начале 1970-х гг. ГИС использовались для вывода координатно-привязанных данных на экран монитора и для печати карт на бумаге, чем значительно облегчили жизнь специалистам, прежде занятым традиционной бумажной картографией.

В 1980-х гг. появились системы управления пространственными базами данных, целью которых было связать системы управления базами данных и компьютерное картографирование. В этих системах пользователь уже мог, указав на объект на карте, получить некую содержательную информацию. Спрос на тематическую картографическую информацию заставил обратить внимание на проблему сбора данных. Результатом стала интегрированная среда – данные дистанционного зондирования, цифровая модель местности, карта дорог, геологическая карта и все прочие виды и типы карт мирно сосуществовали в рамках одной системы.

Одна из самых внушительных программ цифрового картографирования осуществляется сегодня федеральной службой геодезии и картографии России. С 1993 г. ведется работа по созданию цифровых топографических карт, т.е. наиболее полных и точных карт на всю территорию страны. Сначала были изготовлены карты "масштабов" 1 : 1 000 000 (в одном сантиметре 10 километров) и 1 : 200 000 (в одном сантиметре два километра). Сейчас делают карты более крупных "масштабов" (1 : 25 000 и 1 : 50 000), т.е. гораздо более подробные.

К основным направлениям развития современных ГИС относят:

- 1) интеграция систем пространственного позиционирования (GPS) и ГИС;
- 2) интеграция ГИС с реляционными и сетевыми базами данных;
- 3) сетевые технологии, web-картографирование и ГИС-по-Интернет.

Пользователям требуются новые ГИС, позволяющие работать с пространственными данными в полевых условиях, одним из свойств работы в которых является определение географических координат объекта, его высоту над уровнем моря, скорость, направление движения и другие параметры. Все эти данные должны интегрироваться в ГИС в реальном масштабе времени.

Системы географического позиционирования (GPS) – спутниковые системы, благодаря сигналам от которых небольшие специальные наземные приемники легко могут показывать координаты своего местонахождения. С помощью GPS объект может определить свои координаты на местности с погрешностью от сотен метров до миллиметров. Такими приемниками оснащаются самолеты и морские суда, их берут с собой в поход туристы.

Легко представить, как комфортно чувствуют себя штурманы кораблей (в том числе речных), где есть GPS-приемник и ГИС с картой морей и рек. Нет никакой нужды определять свое местоположение по звездам.

Если приемник GPS связать с автомобильной ГИС, на которой отображена карта, то водителю на экране автомобильного компьютера можно наблюдать свое местоположение и направление движения. Если в ГИС еще и задан планируемый маршрут, то весь такой комплекс может даже предупреждать водителя, когда ему нужно свернуть и куда.

Наиболее быстро развивающимся направлением развития ГИС является использование сетевых технологий, web-картографирование и ГИС-по-Интернет. Интернет влияет на абсолютно всю активность в области информационных технологий и ГИС здесь – не исключение. Объединение двух технологий, неспроста, видимо, появившихся практически одновременно, привело к тому, что ГИС обрела принципиально новые возможности. Программный продукт, возникший в результате слияния ГИС и Интернет носит название ГИС-по-Интернет и отличается от стандартных ГИС тремя принципиальными моментами:

- 1 Может использоваться несколькими пользователями одновременно.
- 2 Данные могут храниться не на одной машине, а на нескольких, что позволяет резко увеличить максимальный объем хранимых данных и, кроме того, использовать для анализа данные из нескольких источников одновременно.
- 3 ГИС и ее пользователи могут находиться на сколь угодно большом расстоянии друг от друга.

Эти отличия от традиционной геоинформационной системы являются значительными преимуществами и позволяют использовать ГИС в принципиально новом качестве – из инструмента пространственного анализа ГИС превращается в инструмент управления пространственно распределенными проектами.

## *Тема 5 ЛОКАЛЬНЫЕ И ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕТИ ЭВМ*

Далее рассмотрим следующие вопросы:

- 1 Виды сетей.
- 2 Аппаратное и программное обеспечение работы в сети.
- 3 Основные сетевые услуги.

### 1 ВИДЫ СЕТЕЙ

Когда речь идет о компьютере, то чаще всего имеется в виду вычислительная система, которая работает автономно от других систем. Но использование компьютеров становится значительно эффективнее, если пользователи имеют возможность обмениваться информацией (данными, программами, интересными алгоритмическими находками, профессионально важными сведениями и пр.). Передача информации с помощью внешних носителей лишь отчасти решает эту проблему, а подлинным решением является объединение компьютеров в сети.

В зависимости от количества компьютеров, входящих в сеть, и от разделяющего их расстояния, сети могут относиться к следующим типам:

- соединение двух ПК через порты (специальные разъемы) для подключения периферийных устройств. Такая передача данных удобна, когда вы работаете с компьютером типа notebook и хотите регулярно передавать данные на основной ПК. Недостаток в том, что когда один компьютер передает, другой в это время может только принимать данные – он заблокирован;
- локальная сеть (Local Area Network или LAN) представляет собой соединение нескольких ПК, находящихся, как правило, в одном здании или в соседних зданиях;
- региональная сеть (Metropolitan Area Network или MAN), объединяющая компьютеры, расположенные в пределах города, региона;
- глобальная сеть (Global Area Network или GAN), соединяющая компьютеры, расположенные в разных странах и на разных континентах.

Например, автоматизированная система управления производственным процессом на предприятии строится чаще всего на основе локальной сети. Компьютеризированная система управления городским хозяйством строится на базе региональной сети. Ее ведущим программным обеспечением является, как правило, геоинформационная система (ГИС). Данные о предприятиях, улицах, жителях города "привязываются" в ГИС к соответствующей территории. Internet – пример глобальной сети.

Немного истории. В начале 1970-х гг. Министерство обороны США приступило к разработке системы связи, которая должна была соединить между собой компьютеры всех центров противоракетной обороны страны. Самые высокие требования предъявлялись к надежности системы: выход из строя любых ее элементов (компьютеров и линий связи) не должен был сказаться на качестве и скорости связи между остальными участниками информационного обмена. По названию разрабатываемой сети организации – Advanced Research Projects Agency (Бюро перспективных исследований) – она получила название ARPAnet. Вначале услугами сети пользовался крайне ограниченный круг – военные и программисты.

Но затем, опираясь на их опыт, многие организации стали создавать системы компьютерной связи между своими подразделениями, предприятиями, разнесенными на большие расстояния.

В конце 1980-х гг. появилась первая крупная научно-образовательная сеть. Национальный научный фонд США организовал 5 вычислительных центров, базирующихся на супер-ЭВМ. Сотни научных лабораторий и университетов, которым потребовался доступ к этим компьютерам, объединились в одну сеть.

Огромное количество информационных ресурсов размещено в настоящее время в глобальной сети Internet. Интернет не является отдельной сетью: на самом деле это объединение многих региональных и локальных сетей. Именно поэтому Интернет часто называют "сетью сетей". В настоящее время к Интернету подключено около 5 млн. компьютеров во всем мире (возможно, их число уже значительно больше, поскольку темпы "роста" сети очень высоки). И если Вы подключены к какой-либо сети, являющейся частью Интернета, то имеете доступ к ресурсам любого из них.

В настоящее время в России имеется широкий доступ в сети FidoNet и Internet, которые позволяют передавать данные не только внутри страны, но и по всему миру.

**Рунет (Runet)** – российская часть Интернета.

## 2 АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ В СЕТИ

Помимо линий связи (кабели, радиосвязь, спутниковая связь) для работы в сети необходимы многие другие аппаратные средства. Приведем определения некоторых терминов, связанных с а п п а р а т н ы м обеспечением.

**Сервер (server)** – компьютер, подключенный к сети, или выполняющаяся на нем программа, предоставляющие клиентам доступ к общим ресурсам и управляющие этими ресурсами. Наиболее важными типами серверов являются:

- серверы WWW, предназначенные для представления взаимосвязанной мультимедийной информации и содержимого баз данных;
- серверы электронной почты;
- серверы FTP, предназначенные для обмена файлами;
- серверы общения в реальном времени (чаты);
- серверы, обеспечивающие работу Интернет-телефонии;
- системы трансляции радио и видео через Интернет.

**Мост (bridge)** – устройство для передачи сообщений из одной сети в другую. Он отслеживает весь трафик локальной сети, но, будучи интеллектуальным устройством, пропускает "наружу" только сообщения, адресованные другой сети.

**Хост (host)** – установленный в узлах сети компьютер (сервер), решающий вопросы коммуникации и доступа к сетевым ресурсам: модемам, факс-модемам, большим компьютерам и др.; главный, ведущий, центральный компьютер.

Сеть нуждается в соответствующем *программном обеспечении*, управляющем потоком данных.

Прежде всего *операционная система* должна поддерживать режимы работы в сети. Наиболее распространенные "сетевые" операционные системы – Microsoft Windows NT, OS/2, Warp Connect, Unix, Linux, Solaris, Novell, NetWare.

Коммуникационные программы поддерживают *сетевые протоколы*, т.е. соглашения о *правилах обмена данными* по сетям.

Приведем определения некоторых терминов, связанных с п р о г р а м м н ы м обеспечением.

**Браузер (Browser)** – программа навигации (ориентирования, перехода по сайтам) и просмотра веб-ресурсов (NetScape Communication, Spy Mosaic, Internet Explorer и др.)

**Страница (page)** или веб-страница – документ, снабженный уникальным адресом, который можно открыть и посмотреть с помощью программы просмотра. Страницы составляют WWW. Как правило, это мультимедийные документы, включающие текст, графику, звук, видео или анимацию, гиперссылки на другие документы.

**Главная страница (home page)** – первая страница веб-сайта, портала, комплекса, которая появляется на терминале после загрузки программы браузером. Как правило, несет основную презентационную и навигационную нагрузку.

**Сайт (site)** – это место в Интернете, которое определяется своим адресом (URL), имеет своего владельца и состоит из веб-страниц, которые воспринимаются как единое целое.

Работа аппаратного и программного обеспечения сети основывается на *сетевых технологиях*. Приведем определения некоторых терминов, связанных с с е т е в ы м и т е х н о л о г и я м и .

**"Всемирная паутина" (Вэб) (*world wide web, WWW or Web*)** – ведущая и наиболее популярная технология организации информации в Интернете, позволяющая получать доступ к огромному массиву информации и найти сведения по заданной тематике независимо от места их расположения. Удобство пользования Вэб обеспечивает гиперсреда, наглядность – интерактивные мультимедийные средства.

**Гиперсреда (*hypermedia*)** – технология представления любых видов информации в виде относительно небольших блоков, ассоциативно связанных друг с другом.

**Гиперссылка (*hyperlink*)** – выделенный объект (текст или изображение) вэб-страницы, устанавливающий связь с другим объектом. Позволяет переходить к другому объекту в среде WWW.

**Гипертекст (*hypertext*)** – система документов, содержащих ссылки на блоки текста внутри одного документа или на другие документы.

**Протокол передачи гипертекстовой информации (*hyper text transfer protocol, http*)** – транспортный протокол, обеспечивающий доступ к документам на вэб-узлах. В этом качестве он фактически выполняет все запросы к вэб-узлам.

**Протокол управления передачей/межсетевой протокол (*transmission control protocol / Internet protocol, TCP/IP*)** – набор протоколов, разработанный для Интернета и ставший его основой. TCP гарантирует, что каждый посланный байт дойдет до получателя без потерь. IP присваивает локальные IP-адреса физическим сетевым адресам, обеспечивая тем самым адресное пространство, с которым работают маршрутизаторы. В семейство TCP/IP входят и протокол Telnet, который позволяет удаленным терминалам подключаться к удаленным узлам (компьютерам), система доменной адресации DNS, дающая возможность пользователям адресоваться к узлам сети по символьному доменному имени вместо цифрового IP-адреса, протокол передачи файлов FTP, который определяет механизм хранения и передачи файлов, а также протокол передачи гипертекста HTTP.

**Универсальный локатор ресурсов (*uniform resource locator, URL*)** – стандартный способ представления местонахождения определенного ресурса в Интернете. В него входит, кроме названия файла и каталога, сетевой адрес машины и метод доступа к файлу. По сути является протоколом работы с программами-серверами, функционирующими на удаленных компьютерах.

**Онлайновые технологии (*on line*)** – средства коммуникации сообщений в сетевом информационном пространстве, обеспечивающие синхронный обмен информацией в реальном времени: "разговорные каналы" (чаты), аудио- и видеоконференции и др.

**Оффлайновые технологии (*off line*)** – средства коммуникации сообщений в сетевом информационном пространстве, допускающие существенную асинхронность в обмене данными и сообщениями: списки рассылки, группы новостей, вэб-форумы и т. д.

**Маршрутизация (*routing*)** – процесс определения в коммуникационной сети пути, по которому вызов, либо блок данных может достигнуть адресата.

**Трафик (*traffic*)** – совокупный объем передаваемой информации за единицу времени, выраженный в единицах измерения компьютерной памяти (бит/с).

Чтобы быть доступными пользователям, ресурсы в сети должны иметь адреса.

Системы адресов в сетях FidoNet и Internet различаются.

**Структура адресов электронной почты в Internet:**

идентификатор\_абонента@домен

Идентификатор\_абонента обозначает зарегистрированное имя пользователя.

**Домен (*domain*)** – организационная единица в Интернете, служащая для идентификации узла или группы родственных узлов. Крупные домены могут подразделяться на поддомены, отражающие различные области интересов или ответственности. Домен определяет сетевой компьютер, к которому подключен данный абонент. Домен может включать в себя несколько уровней, разделенных точками. Первый уровень, как правило, – обозначение страны, второй – обозначение организации и т.д.

Пример. Составные части адреса `ivanov@admin.tstu.ru` означают:

`ivanov` – имя абонента;

`admin.tstu` – адрес сервера почты абонента (*host-name*), где

`admin` – имя компьютера на почтовом узле, где абонент `ivanov` владеет почтовым ящиком;

`tstu` – организация, к которой прикреплен пользователь `ivanov` (в нашем случае это сокращение от Tambov State Technical University);

`ru` – название страны (Russia).

## Структура адресов электронной почты в FidoNet:

Z:RRNN/SS[.PP]

или

зона:регион\_сеть/узел[.поинт]

Весь мир поделен на шесть зон: 1 – Северная Америка, 2 – Европа, в том числе Россия, 3 – Австралия и Новая Зеландия, 4 – Центральная и Южная Америка, 5 – Африка, 6 – Азия.

Регион – это страна или группа стран, обозначается одной или двумя цифрами. России присвоен номер региона 50, Украине, Белорусии, Молдавии – 46 и т.д.

Номер сети в регионе также обозначается двумя цифрами. Для Москвы это 20, для Санкт-Петербурга – 30, для Воронежа – 25, для Новосибирска – 00 и т.д.

Узел и поинт – это непосредственно пользователи сети. Причем "полноценным" пользователем в сети FidoNet является узел, а поинты подключены к узлам.

Пример адреса в сети FidoNet: 2:5025/99.7

## 3 ОСНОВНЫЕ СЕТЕВЫЕ УСЛУГИ

К основным сетевым услугам относятся:

- электронные доски объявлений (BBS);
- электронная почта (e-mail);
- телеконференции;
- параллельные беседы в Интернете (Chat);
- поисковые системы "всемирной паутины".

**Интернет-провайдер** (*Internet service provider, ISP*) – компания, предоставляющая пользователям доступ к Интернет, позволяющий пользоваться услугами Internet.

**Электронная почта** (*electronic mail, e-mail*) – средство передачи сообщений или документов между пользователями без применения бумажного носителя.

Электронная почта является исторически первой информационной услугой компьютерных сетей и не требует обязательного наличия высокоскоростных и качественных линий связи.

Принципы ее функционирования аналогичны работе обычной почты. Однако электронная почта имеет несколько преимуществ:

- скорость пересылки сообщений (письмо обычной почтой доставляется адресату за несколько дней или недель, а по электронной почте за несколько секунд или часов);
- пересылка не только текстовых сообщений, но и вложенных файлов, содержащих графику, звук и т.д. (однако некоторые серверы вводят ограничения на размер пересылаемого сообщения);
- одновременная рассылка писем нескольким абонентам,
- возможность автоматического подтверждения получения сообщения и др.

Любой пользователь Интернет может получить свой почтовый ящик на одном из почтовых серверов Интернет, в котором будут накапливаться передаваемые и получаемые электронные письма. Для отправки электронного письма отправитель должен подключиться к сети и передать на свой почтовый сервер сообщение. Почтовый сервер сразу отправляет письмо через систему свободных в данное время почтовых серверов сети на почтовый сервер получателя, с которого письмо попадет в его почтовый ящик. Адресат получит письмо лишь после того, как соединится с сервером и "заберет" почту из своего почтового ящика.

**Электронная доска объявлений** (*Bulletin Board Systems – BBS*) – частный случай телеконференции, специальная база данных, на которой "вывешиваются" различные объявления и сообщения с целью их обмена.

Иногда BBS называют сам компьютер, на котором установлена указанная программа. Пользователи подключаются к этой машине и регистрируются в ней. Каждый пользователь сети имеет уникальное имя-адрес. На диске BBS-ЭВМ выделена область, доступная всем пользователям, – каждый может обратиться к этой области и записать туда свою информацию либо скопировать информацию оттуда на свой ПК.

Кроме того, дисковое пространство машины BBS разбито на отдельные зоны, называемые почтовыми ящиками. Каждый почтовый ящик закреплен за отдельным пользователем – другие пользователи

доступа к нему не имеют. Тем самым реализуется и такая услуга, как электронная почта. Пользователь, обратившись в любой момент времени к общей части дисковой памяти, либо к своему почтовому ящику, может ознакомиться с объявлениями – доступной всем информацией, либо с адресованной ему корреспонденцией.

Большинство станций BBS объединены в сеть FidoNet – международную некоммерческую сеть пользователей компьютеров многих стран.

**Телеконференция** (*teleconferencing*) или **группы новостей** (*Newsgroups*) – метод проведения дискуссий между удаленными группами пользователей. Она осуществляется в режиме реального времени или просмотра документов.

В Internet существует много различных конференций, каждая из которых посвящена обсуждению какой-либо проблемы. Каждой конференции выделяется свой почтовый ящик на серверах Internet, поддерживающих работу телеконференций. Участники конференции могут посылать свои сообщения на любой из этих серверов, а так как они периодически обмениваются содержимым почтовых ящиков, материалы конференций в полном объеме доступны на любом таком сервере.

Принцип работы в телеконференциях похож на принцип работы с электронными досками объявлений. Абонент сети может "подписаться" на интересующие его группы новостей. После этого он получает возможность отправлять свои сообщения по тематике данной телеконференции и автоматически получать все новые сообщения по этой теме, отправленные другими пользователями сети. Чтобы стать участником конференции, необходимо зарегистрироваться. При регистрации каждый участник конференции получает уникальное имя (NIC) и пароль для "входа" на конференцию. Название телеконференции состоит из нескольких слов, разделенных точками, каждое из которых сужает тему.

Большинство конференций регулируется специальной редакционной коллегией, которая называется *модератором*. В обязанности модератора входит просмотр посланий и вынесение решения – публиковать данные послания (рассылать их участникам группы) или нет.

Некоторые стандартные обозначения телеконференций:

*comp* – конференция, где обсуждается все, что связано с компьютерами и программированием;

*sci* – все, что касается науки;

*rec* – отдых, хобби, увлечения;

*talk* – эта группа предназначена для любителей поспорить.

**Видеоконференция** – *video conferencing* – методология проведения совещаний и дискуссий между группами удаленных пользователей с исполнением трансляции изображения в среде Интернет.

**Протокол обмена файлами** (*file transfer protocol* – FTP).

С помощью FTP-технологий осуществляется обмен файлами между компьютерами. На множестве FTP-серверов можно найти полезные утилиты, демонстрационные версии программ, мультимедийные ролики, картинки и т.п. Доступ к большинству FTP-серверов свободный, в качестве входного пароля пользователю достаточно набрать адрес своей электронной почты.

**Параллельные беседы в "интернете"** (*Internet Relay Chat*), или просто **Chat** – канал обмена текстовыми сообщениями в режиме реального времени, среда виртуального общения.

Технически организованы как система связанных между собой IRC-серверов, разбросанных по всему миру. В сети Internet, по оценкам специалистов, одновременно ведут беседы несколько тысяч человек, присоединившиеся к нескольким сотням "разговорных каналов".

IRC можно представить себе как огромное здание со множеством комнат (они называются каналами), в каждой из которых собираются люди и ведут беседы. Пользователь запускает у себя программу IRC-client, подключается к одному из серверов и может общаться с другими людьми, также подключившимися к этому каналу. Он получает на экран своего компьютера тексты реплик от всех участников "кибербеседы" и может тут же вводить свой текст, который занимает свое место в последовательности реплик данной беседы. Кроме текстов таким же образом в "разговор" могут встраиваться картинки, аудио- и видео-клипы и т.п. Каналы, как и комнаты, могут быть открыты для всех желающих, но бывают и закрытые каналы, на которые можно попасть, имея ключ или по специальному приглашению.

Каждый общающийся в Chat имеет псевдоним, по которому к нему могут обратиться или ответить на его вопрос. Chat предоставляет возможность параллельного общения сразу на нескольких каналах.

**Всемирная паутина (World Wide Web – WWW)** – гипертекстовая система навигации в Интернете.

**Система навигации** – это совокупность программ, позволяющих пользователю ориентироваться во всем многообразии информации, размещенной в сети, и находить необходимые ему фактические данные, исторические сведения, полезные программы.

Чаще всего система навигации организуется через систему вложенных меню. Вам не нужно запоминать адрес или название ресурса и последовательность команд, необходимую для доступа к нему: двигаясь по меню программы, вы на самом деле перемещаетесь по различным компьютерам, подключенным к сети.

**Гипертекст** – система взаимосвязанных текстов.

Иными словами, гипертекст – это текст со вставленными в него словами (командами) разметки, ссылающимися на другие места этого текста, другие документы, картинки и т.д. Во время чтения такого текста (в соответствующей программе, его обрабатывающей и выполняющей соответствующие ссылки или действия) вы видите выделенные в тексте слова. Если выделить их курсором и нажать клавишу мыши, то будет выполнено некое действие, связанное с данным выделенным словом, например, на экране появится текст, на который ссылалось это слово, возможно, это другой участок текста этого же документа, а возможно совсем другой документ.

От обычного гипертекста WWW отличается главным образом тем, что позволяет устанавливать ссылки не только на соседний файл, но и на файл, находящийся на компьютере в другом полушарии Земли. От Вас при этом не требуется никаких усилий – по Вашему запросу связь будет установлена автоматически. В WWW по ссылкам гипертекста можно не только попасть в совершенно другой текстовый документ, но и войти в какую-нибудь программу, вообще произвести какое-либо действие. В WWW можно ссылаться на данные, расположенные на других компьютерах в любом месте Сети, так же легко, как на любые данные Вашего компьютера. Если нажать на *anchor*-область – именно так называются выделенные участки, являющиеся "пусковыми кнопками" ссылок – ссылающуюся на данные где-то в Сетевых дебрях, то эти данные автоматически передадутся на Ваш компьютер и Вы увидите их на экране.

В WWW к информационным ресурсам можно обращаться не только по гиперссылкам, но и непосредственно по адресу. Система адресации носит название URL (Uniform Resource Locator). Структура адреса следующая:

тип\_связи://имя\_требуемого\_сервера

Типы связи соответствуют стандартным услугам Интернет. Вот некоторые из них:

**http** – HyperText Transfer Protocol, основа WWW, – тип связи, необходимый при обращении к любому WWW-серверу.

**ftp** – используется при обращении к ftp-серверам;

**news** – открывает доступ к телеконференциям.

Имя требуемого сервера может включать в себя несколько уровней, разделенных точками. Первый уровень, как правило, – обозначение страны (располагается последним в имени), второй – обозначение организации, третий – отдела организации и т.д. Кроме того, можно сразу указать и требуемые имена каталогов, файлов.

**Примеры:**

<http://www.glassnet.ru>

Glassnet – некоммерческая сеть передачи данных.

<http://www.Exponenta.ru/Statistica/>

образовательный математический сайт, каталог, посвященный пакету статистических программ

<http://www.computerra.ru/site/voting/>

компьютерный журнал, каталог, в котором проводятся опросы мнения читателей.

Текст WWW может включать в себя рисунки, мультимедийные ролики, таблицы и многое другое. На сайтах можно найти научные статьи и тексты художественных книг, фотогалереи и целые виртуальные музеи, новости общественно-политической жизни и курсы акций на биржах.

Благодаря своим широким возможностям, красоте и простоте использования программ, обеспечивающих навигацию в сети и работу с информационными ресурсами, "всемирная паутина" завоевала огромную популярность во всем мире.

Для поиска информации в сети разработаны самые разнообразные **поисковые системы**: AU, AltaVista, Rambler, Yahoo!, Aport и многие другие.

**Электронная коммерция** (*electronic commerce*) – специальным образом построенная модель реального бизнеса, в основе которого лежит использование информационных технологий.

И еще два определения.

**Внешние угрозы Интернет** – угрозы, имеющие неблагоприятные последствия для пользователей. Различают внешние технологические и социальные угрозы. Технологические: медленные каналы; нерациональные методы подключения к сети; привнесенные вирусы; информационный "потоп" и т.д. Социальные: воздействие на физическое и психическое здоровье пользователей; воздействие на индивидуальное сознание человека; информационный террор и криминал; тенденция к представлению материалов на английском языке и др.

**Внутренние угрозы Интернет** – угрозы, имеющие неблагоприятные последствия для состояния и развития самого сетевого информационного пространства. К ним относятся: информационный коллапс из-за перегруженности системы; атаки хакеров с целью уничтожения или искажения информации, блокирования узлов и "обходных маршрутов" трафика; случайные или преднамеренные аварии коммуникационных каналов; несовершенство информационно-поисковых систем; "моральное" старение протоколов и др.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник / М.И. Семенов, И.Т. Трубилин, В.И. Лойко, Т.П. Барановская; Под общ. ред. И.Т. Трубилина. М.: Финансы и статистика, 2001. 416 с.
- 2 Березин С. Internet у вас дома / С. Березин, С. Раков. СПб.: Питер, 1999. 736 с.
- 3 Бешенков С.А. Информация и информационные процессы: Учебное пособие / С.А. Бешенков, В.Ю. Лыскова, Е.А. Ракитина. Омск: Изд-во ОмГПУ, 1999. 85 с.
- 4 Бешенков С.А. Моделирование и формализация / С.А. Бешенков, Е.А. Ракитина. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 304 с.
- 5 Богатов Д.Ф., Богатов Ф.Г., Минаев В.А. Информатика и математика для юристов: Учебное пособие / Под ред. В.А. Минаева. М.: Издательство ПРИОР, МЮИ МВД России, 1998. 224 с.
- 6 Борланд Р. Эффективная работа с Word 2000 / Р. Борланд. СПб.: Питер, 2000. 960 с.
- 7 В.Ф. Основы информатики / Ляхович В.Ф. Ростов н/Д.: Изд-во Феникс, 1996. 640 с.
- 8 Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. М.: Советское радио, 1968. 325 с.
- 9 Винтер П. Microsoft Access 97 / П. Винтер. СПб.: Питер, 1998. 416 с.
- 10 Габбасов Ю. Internet 2000. / Ю. Габбасов. СПб.: ВHV-Санкт-Петербург, 1999. 440 с.
- 11 Гук М. Аппаратные средства РС: Энциклопедия / М. Гук. СПб.: Питер, 1999. 816 с.
- 12 Додж М. Эффективная работа с Excel 2000 / М. Додж, К. Кината, К. Стинсон. СПб.: Питер, 2000. 1072 с.
- 13 Евсеев Г.А.. Windows98: полный справочник в вопросах и ответах / Г.А. Евсеев. М: АСТ-ПРЕСС, 1999. 448 с.
- 14 Информатика в понятиях и терминах / Г.А. Бордовский, В.А. Ивозчиков, Ю.В. Исаев, В.В. Морозов. М.: Просвещение, 1991. 194 с.
- 15 Информатика: Базовый курс: Учебник для вузов / Под ред. С.В. Симонович. СПб.: Питер, 1999. 640 с.
- 16 Информатика: Учебное пособие и сборник задач с решениями / Под общ. ред. В.А. Каймина, Л.А. Муравья. М.: Бридж, 1994. 208 с.
- 17 Информатика: Учебник для студентов, преподавателей вузов по дисциплине "Информатика" / Под ред. Н.В. Макаровой. М.: Финансы и статистика, 1998. 768 с.
- 18 Информатика: Энциклопедический словарь для начинающих / Сост. Д.А. Поспелов. М.: Педагогика-Пресс, 1994. 352 с.
- 19 Козлов В.А. Открытые информационные системы / В.А. Козлов. М.: Финансы и статистика, 1999. 224 с.
- 20 Колин К.К. Фундаментальные основы информатики: социальная информатика: Учебное пособие для вузов / К.К. Колин. М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2000. 350 с.

- 21 Лаптев В.В. Методическая система фундаментальной подготовки в области информатики: теория и практика многоуровневого педагогического университетского образования / В.В. Лаптев, М.В. Швецкий. СПб.: Изд-во СПбУ, 2000. 508 с.
- 22 Лыскова В.Ю. Логика в информатике: Методическое пособие / В.Ю. Лыскова, Е.А. Ракитина. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. 160 с.
- 23 Могилев А.В. Информатика: Учебное пособие / А.В. Могилев, Н.И. Пак, Е.К. Хеннер. М.: "Академия", 2000. 816 с.
- 24 Нильсен Дж. Microsoft Excel 97: Справочник / Дж. Нильсен. СПб.: Питер, 1998. 320 с.
- 25 Острейковский В.А. Информатика: Учебник для вузов / В.А. Острейковский. М.: Высш. шк., 1999. 511 с.
- 26 Петров В.Н. Информационные системы / В.Н. Петров. СПб.: Питер, 2002. 688 с.
- 27 Рудометов Е. Аппаратные средства и мультимедиа: Справочник / Е. Рудометов. СПб.: Питер, 1999. 416 с.
- 28 Толковый словарь по вычислительной технике. Пер. с англ. / Под ред. В.Иллингута. М.: Издательский отдел "Русская редакция" ТОО "Channel Trading Ltd.". 1995. 496 с.
- 29 Урсул А.Д. Информация. Методологические аспекты / А.Д. Урсул. М.: Наука, 1971. 314 с.
- 30 Урсул А.Д. Проблема информации в современной науке / А.Д. Урсул. М.: Наука, 1975. 386 с.
- 31 Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. Краткий курс / В.Э. Фигурнов. М.: ИНФРА-М. 1999. 284 с.
- 32 Фридланд А.Я. Информатика и компьютерные технологии: Основные термины: Толковый словарь: Более 1000 базовых понятий и терминов. / А.Я. Фридланд, Л.С. Ханамирова, И.А. Фридланд. М.: ООО "Издательство Астрель": ООО "Издательство АСТ", 2003. 272 с.
- 33 Фридланд А.Я. Информатика: процессы, системы, ресурсы / А.Я. Фридланд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 232 с.
- 34 Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. М.: Иностранная литература, 1963. 272 с.
- 35 Microsoft Word 2000: Справочник / Под ред. Ю. Колесникова. СПб.: Питер, 1999. 352 с.