

Красноярский государственный университет

Д.А. Цыганок

Геоинформационные системы
Часть I,II
Введение в ГИС
Аппаратное обеспечение ГИС

Красноярск 2004

ВВЕДЕНИЕ	3
ЧАСТЬ I. ВВЕДЕНИЕ В ГИС	3
1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
1.1. Информационная система.....	4
1.2. Геоинформационная система.....	6
1.3. Почему "ГЕО"?	9
1.4. Отношение к пространству.....	9
1.5. Требования к ГИС.....	10
1.6. Строение объекта.....	10
1.7. Размерности	11
1.8. Историческая справка	12
2. Типы данных в ГИС.....	14
2.1. Геометрические данные. Геометрия и топология.....	15
2.2. Вектор и растр.....	16
2.3. Графические данные.....	19
2.4. Векторная графика	20
2.5. Растровая графика	20
2.6. Конвертирование графики.....	20
2.7. Тематические данные	21
2.8. Модели объекта в ГИС	21
2.9. Векторная, растровая и гибридная ГИС	23
3. ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ГИС	24
3.1. Аппаратное обеспечение ГИС.....	24
3.2. Программное обеспечение ГИС.....	24
3.3. Данные ГИС.....	26
3.3.1 Ввод данных	26
3.3.2 Управление	27
3.3.3 Анализ	27
3.3.4 Представление данных	28
4. РОДСТВЕННЫЕ ГИС СИСТЕМЫ	29
4.1. Система картографирования и интерактивная графическая система	29
4.2. Системы Автоматизированного Проектирования (САПР) - САД.....	30
5. КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ПРОБЛЕМНО-ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ ГИС	33
5.1. Земельные информационные системы (ЗИС)	33
5.2. Территориальные информационные системы планирования и развития	35
5.3. Экологические информационные системы и системы поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях	37
5.4. Промышленно-картографическая информационная система.....	38
5.5. Геомаркетинговые системы	39
5.6. Специализированные информационные системы	41
6. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГИС	41
7. ГИС НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫЕ В РОССИИ	43
7.1. Панорама.....	43
7.2. РАСТР.....	43
7.3. Integrapp	44
7.4. WinGis	44
7.5. MapInfo.....	45
7.6. ArcInfo.....	45
7.7. ArcView	46
8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
ЧАСТЬ II. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС.....	51
1. ПРИБОРЫ СБОРА ДАННЫХ НЕПОСРЕДСТВЕННО С МЕСТНОСТИ ИЛИ ЕЕ ФОТОГРАФИЙ	52
1.1. Приборы геодезических измерений.....	52
1.2. Приборы фотограмметрической оценки.....	58
2. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ВВОДА ВЕКТОРНЫХ И РАСТРОВЫХ ДАННЫХ	62
2.1. Дигитайзер.....	62
2.2. Сканер.....	64
3. ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ	69
3.1. Архитектура персональных компьютеров	71

3.2. Процессор.....	72
3.3. Архитектуры IA-32 и IA-64.....	74
3.4. Классификация Флинна.....	78
3.5. Специализированные процессоры.....	78
4. УСТРОЙСТВА ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ.....	79
4.1. Жесткие диски.....	79
4.2. Дискеты.....	81
4.3. Кассеты с магнитными пленками.....	81
4.4. Оптические диски.....	81
4.5. Flash память.....	82
5. МАНИПУЛЯТОРЫ: МЫШЬ И ГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАНШЕТ.....	82
6. СЕТЬ ЭВМ.....	84
6.1. Среда передачи.....	85
6.2. Топология сети.....	85
6.3. Организация доступа к сети Интернет.....	88
7. УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ.....	89
7.1. Терминалы.....	89
7.2. Мониторы на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).....	91
7.2.1 Теневая маска.....	93
7.2.2 Апертурная решетка.....	93
7.2.3 Щелевая маска.....	94
7.3. Жидкокристаллические мониторы.....	94
7.4. Видеоадаптеры.....	96
8. УСТРОЙСТВА ВЫДАЧИ ТВЕРДЫХ КОПИЙ.....	100
8.1. Принтер.....	100
8.2. Графопостроители.....	105
8.2.1 Планшетные плоттеры.....	105
8.3. Плоттеры с перемещающимся носителем.....	106
8.4. Электростатические плоттеры.....	107
9. ВЫВОДЫ.....	108
ЛИТЕРАТУРА.....	109

Введение

Данное учебное пособие содержит краткое изложение первой и второй частей лекций по геоинформационным системам читающихся автором в Красноярском госуниверситете на протяжении ряда лет.

Целью курса является всестороннее изучение геоинформационных систем (ГИС), изучение идеи и опыта комплексного тематического картографирования, на основе системного использования разнохарактерных данных с целью извлечения новых знаний о географических объектах.

Данный курс разбит на четыре части: введение в ГИС, аппаратное обеспечение ГИС, программное обеспечение ГИС и данные в ГИС, каждый семестр содержит две части. В этом учебном пособии содержится первая и вторая части: введение в ГИС и аппаратное обеспечение ГИС.

Часть I. Введение в ГИС

1. Определения

Впервые понятие географическая информационная система появилось еще в 1963 г. Ввел это понятие Р.Ф. Томлинзон (Tomlinson, R. F.) при внедрении электронной пространственной информационной системы в Канаде.

Геоинформационные системы это подкласс информационных систем. Понятие информационные системы в свою очередь базируется на понятии информации и системы. Информация является объектом научной дисциплины – “информатики”, которая появилась из недр другой более общей дисциплины – “кибернетики”.

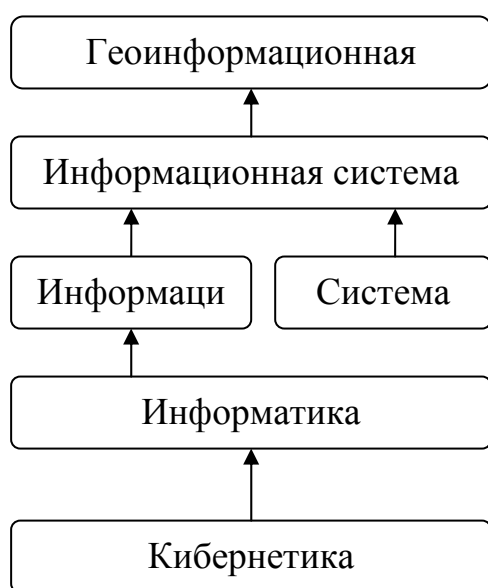


Рисунок 1.1 Понятие геоинформационной системы

1.1. Информационная система.

Определение 1.1. *Кибернетика*- дисциплина, изучающая вопросы управления и связи, которые имеют отношение к животным и машинам. Кибернетика занимается построением таких систем вне зависимости от способа их организации.

Определение 1.2. *Информатика*- дисциплина, изучающая законы и методы накопления, передачи и обработки информации с помощью ЭВМ. Объектом информатики является информация.

Понятие информации происходит от латинского и обозначает включение образование и оформление. В общем, под ним понимают как знание, так и известие, объявление, справка или ознакомление, обучение в переносном смысле. В теории сигнальной техники слово информация содержит всякое знание о фактах событиях и процессах.

Информация тесно связана со знаками, которые выражают ее при помощи языка.

Определение 1.3. *Информация*- совокупность символов, представляющие собой образы, несущие смысловую нагрузку.

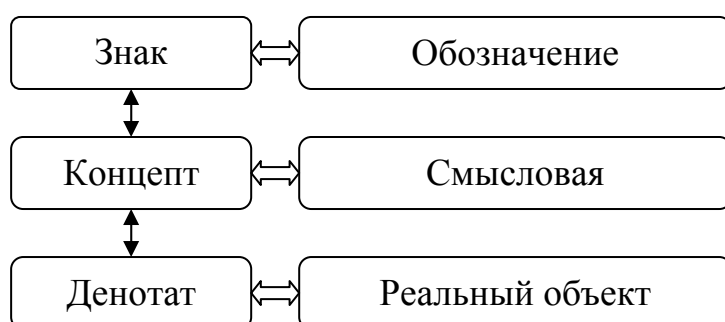


Рисунок 1.2 Понятия теории знаковых систем

Определение 1.4 Свойства знаков и знаковых систем изучает наука – семиотика.

Семиотика выделяет три основных аспекта изучения знака и знаковой системы:

1) синтактика, изучающая внутренние свойства систем знаков безотносительно к интерпретации (правила построения знаков в рамках знаковой системы);

2) семантика, рассматривающая отношение знаков к обозначаемому (концепту) или, что то же, соотношения между знаками и их концептами (смысловыми интерпретациями), независимо от того, кто служит интерпретатором;

3) прагматика, исследующая связь знаков с концептом и денотатом посредством интерпретатора, т. е. проблемы интерпретации знаков теми, кто их использует, их полезности и ценности для интерпретатора (связь с денотатом – связь с реальным миром).

Важной частью информации являются данные.

Определение 1.5 *Данными* - называют качественную и количественную характеристики свойств регулярных и нерегулярных единиц или объектов изучаемой области науки, представленные в форме, пригодной для постоянного хранения, передачи и автоматизированной обработки.

Определение 1.6 *Система* – это группа взаимосвязных элементов и процессов.

Определение 1.7 *Информационная система* – это система, выполняющая процедуры над данными для получения информации, полезной для принятия решений.

Таким образом, система состоит из множества всех данных и команд обработки. Классифицируя компоненты системы по функциональному составу, информационную систему можно разбить на четыре компоненты: получения, управления, анализа и представления. При этом управление включает в себя моделирование, систематизацию (структурирование), хранение данных.

В то же время физически, с точки зрения информатики информационная система, состоит из:

1. Аппаратного обеспечения.
2. Программного обеспечения.
3. Данных.
4. Человека (методов использования системы)

Если рассмотреть первые три физических элемента, то первый и второй из них являются недолговечными, а наибольшее значение приобретает - как самый долговечный - третий элемент (данные).

Ряд исследователей приводят следующие цифры:

1. Аппаратное обеспечение 1-3 года
2. Программное обеспечение 3 - 5 лет
3. Данные 25 - 70 лет

Классическими примерами информационных систем являются:

- информационные системы предприятия (обрабатывается информация о производстве и кадровом составе предприятия с целью инвентаризации и упорядочения документации);
- банковские информационные системы (обрабатывается информация о клиентуре и состоянии счетов, что способствует облегчению обращения денег и ценных бумаг);

- информационные системы в авиации (даты и условия полетов, наличие свободных мест);
- библиотечные информационные системы (состояние библиотечного фонда, выдача книг документируются и контролируются);

1.2. Геоинформационная система.

Определение 1.8 Геоинформационная система - это информационная система, использующая географически координированные данные.

Определение 1.9. Географически координированными данными называются данные, определяющие положение в пространстве.

К ним относятся:

- Географические широта и долгота;
- Прямоугольные координаты X и Y;
- Почтовые адреса, почтовые индексы и иные коды, идентифицирующие предварительно разграниченные участки территории;
- Местоположение, зафиксированное на карте или в пространстве;

	Ввод	Управ - ление	Анали з	Пред- ставле - ние
Аппаратное обеспечение				
Программное обеспечение				
Данные				
Человек				

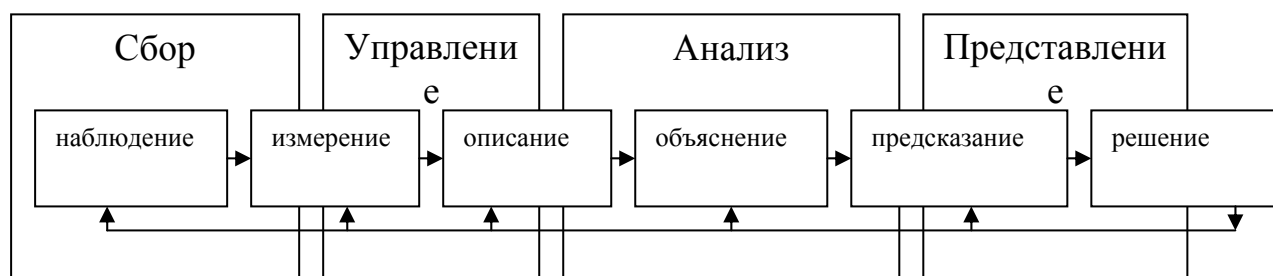


Рисунок 1.3 Физическое и функциональное разбиение ГИС.

Если исходить из функционального (получение, управление, анализ представление) и физического (аппаратное обеспечение, программное обеспечение, данные, способ интерпретации человеком) разбиения геоинформационной системы (см. рис. 1.3), то можно привести следующее определение.

Определение 1.10 *Геоинформационная система* это система электронной обработки информации, включающая в себя аппаратное и программное обеспечение, данные и их использование. С ее помощью возможно получать, редактировать, аккумулировать, реорганизовать, моделировать и анализировать в цифровом и графическом виде данные, имеющие пространственную привязку.

Вообще же ГИС появилась благодаря развитию множества научных дисциплин, среди которых:

- Информатика, Математика, Статистика
- Геодезия, География, Дистанционное зондирование Земли, Картография, Фотограмметрия, Топография
- Теория управления

В понятии ГИС заключена определенная двойственность. В данной работе (см. Определение 1.10.) ГИС рассматривается как комплекс программных и аппаратных средств, организованных с их помощью данных, конкретных процедур и технологий и человеческих интеллектуальных ресурсов, обеспечивающих его функционирование.

Вообще же в литературе понятию ГИС часто соответствует как программная оболочка, которая позволяет организовать базу данных пространственной информации производить над ней различные манипуляции, так и организованные с его помощью данные.

Поэтому можно одновременно встретить как выражения "ГИС ARC/INFO версия 7.1" или "ГИС для персонального компьютера", так и "ГИС по редким видам растений Приморского края" или "Муниципальная ГИС города Таганрога". Глубинной причиной появления такой двойственности в языке является отражение того факта, что ГИС как разновидность программного обеспечения (как и СУБД) является только

инструментальным средством, оболочкой без содержания, неспособной решать никакие практические задачи без наполнения конкретными данными.

Определение 1.11 Программной оболочкой ГИС мы будем называть часть прикладного программного обеспечения, реализующее функции ГИС.

Определение 1.12 Геоинформатика – научная дисциплина, являющаяся разделом информатики, предметом которой является информация, имеющая пространственную привязку.

Определение 1.13 Геоинформационные технологии - совокупность методов и приемов практического использования достижений геоинформатики для манипулирования пространственными данными, их представления и анализа.

Как общая информатика имеет дело с общими свойствами информации и универсальными ее свойствами, а не со специфическими для конкретной предметной области, так и *общая геоинформатика* имеет дело с общими свойствами пространственной информации, независимо от конкретного ее содержания.

Определение 1.14 *Общая геоинформатика* – раздел геоинформатики в котором изучаются общие свойства пространственной информации, независимо от конкретного ее содержания.

И как для общей информатики существуют развивающиеся на ее пересечениях с конкретными предметными областями и научными дисциплинами ее специфические ветви, так и для геоинформатики можно говорить о существовании или возможном появлении таких специфических ветвей - *геологическая геоинформатика, геоинформатика в археологии, геоинформатика на железнодорожном транспорте*. Таким образом, ни в коем случае нельзя трактовать геоинформатику в целом как информатику для геологии или географии или геодезии [Иванников].

Хорошим примером является представление геоинформатики в виде дерева [Иванников] рисунок 1.3.



Рисунок 1.4 Дерево геоинформатики

1.3. Почему "ГЕО"?

Каждый элемент данных, которые обрабатываются в ГИС, обычно соотносится с земной поверхностью, частью земной коры или атмосферы земли.

Часть слова "гео" - греческого происхождения и означает "земля". В одном случае речь может идти обо всем земном шаре, например при разработке определенного проекта относительно определенной области специальных знаний, в другом об определенной части земной поверхности или разрезе.

1.4. Отношение к пространству.

Связующим элементом всех сфер использования ГИС в различных специальных областях является отношение к пространству. Это

отношение проявляется в возможности выполнения пользователем пространственных запросов.

Отношение к пространству состоит в возможности манипуляций двух- и трехмерными координатами, полученными прямым измерением - первичная метрика или на основе некоторой семантической зависимости от других показателей (вторичная метрика).

1.5. Требования к ГИС

Согласно ряду исследователей [Брасселю] к геоинформационным системам предъявляются следующие общие требования:

- способность управлять большим разнородным множеством пространственно организованных точек;
- способность получать информацию из банков данных в отношении существования, положения и свойств широкого спектра пространственно ориентированных объектов;
- способность к взаимодействию между различными видами информации;
- гибкость, то есть способность системы удовлетворять различным запросам разных пользователей.
- способность системы обучаться по пространственно ориентированным данным во время их использования, например, замечать уже собранные или проанализированные данные или вводить заранее определенные правила в новую обстановку.

1.6. Строение объекта

Единицами ГИС, которые могут быть элементарными или сложными и которые могут иметь как количественные (геометрические) так и качественные компоненты, являются пространственно ориентированные объекты.

Определение 1.15 *Объект* - это конкретная физическая, геометрическая или ограниченная понятиями сущность природы, которая обладает индивидуальной идентичностью.

При этом каждый объект представляет собой единицу, которую можно отнести к определенному классу объектов.

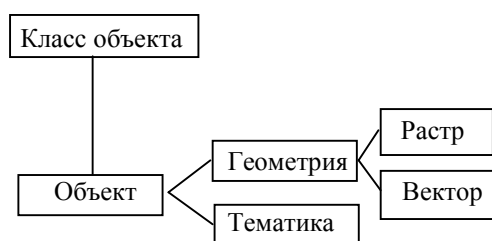


Рисунок 1.5 Упрощенная схема строения объекта ГИС

При этом объект ГИС содержит:

- геометрические данные (векторные и растровые);
- топологические отношения (узлы, края, плоскости);
- тематическое выражение (предметные данные или свойства);
- идентификатор объекта (ключ).

1.7. Размерности

Для трех первых вышеперечисленных характеристик объекта можно говорить о размерности (числе измерений) этой характеристики. Таким образом, мы введем понятие геометрической, топологической и тематической размерности ГИС.

Определение 1.16 ГИС называется геометрически :

- *двумерной* (2Д), когда геометрические данные содержат только две координаты (например, X и Y) и не включают параметра высоты;
- *двухсполовиноймерной* (2.5Д), когда к геометрии положения (двум координатам) в качестве дополнительного признака объектов прибавляется высота Z. Такое представление зависит от плотности расположения геометрических объектов. В местностях с высокой концентрацией ГИС объектов (например, населенных пунктов) оно может быть полностью удовлетворительным, а в малонаселенных районах оно, наоборот, оказывается недостаточным. Этот способ интегрирования высоты называется абсорбцией тематических данных;
- *трехмерной* (3Д), когда координаты X, Y и Z можно получить для любой области с достаточной плотностью. При этом различаются трехмерные линейные модели (проволочные), трехмерные плоскостные модели и трехмерные объемные модели.
- *четырёхмерной* (4Д), когда наряду с координатами X, Y, Z учитывается и обрабатывается параметр времени t. В данном случае, как и в предыдущем используются те же трехмерные модели.

Определение 1.17 Топологические размеры ГИС определяются по числу измерений, встречающихся в ГИС объектов, это могут быть:

- нульмерные элементы (0-d элемент), которые представляют собой точки (узлы);
- одномерные элементы (1-d элемент), представляющие собой линии различной формы (края, дуги). Вместе с 0-d элементами они являются основой построения линейной модели;
- двухмерные элементы (2-d элемент), которые содержат замкнутые линейные многоугольники и тем самым определяют область (плоскость). Эти линейные многоугольники составляют основу плоскостной модели;
- трехмерные элементы (3-d элемент), представляющие простые трехмерные элементы, с помощью которых можно геометрически построить трехмерные объекты

Для тематики также можно выделить число измерений, которое зависит от числа охватываемых тематических областей

Определение 1.18 ГИС называется:

- тематически одномерной, когда имеется только одна тематическая плоскость;
- тематически двумерной, когда рассматриваются две тематические плоскости;
- тематически n-мерной, когда существуют n различных тематических плоскостей.

Так, например, кадастр недвижимости содержит реестр земельных угодий и реестр недвижимости, значит тематически это двумерный кадастр.

Напротив, цифровая модель местности - это чисто геометрическая конструкция и в простейшем случае не содержит в себе никакой тематики - с этой точки зрения мы можем определить ее как тематически нульмерную.

1.8. Историческая справка

Рассмотрим основные этапы развития вычислительной техники, алгоритмов обработки и представления приведшие к появлению ГИС.

Таблица 1.1 Развитие компьютерной графики, алгоритмов и ГИС

Вре мя	График а	Геометрия	Г И С
1950 – 1960	Вектор и линейная графика	Простые геометр. алгоритмы, сетчатая модель	Пилотное использование картографирования, разработка цифровой модели местности в Массачусетском

			Технологическом Институте
1960 – 1970	Интерактивная компьютерная графика	Методы аппроксимации для кривых и областей разработка геометрических языков программирования	Использование цифровой модели местности, применение цифровой обработки изображения, создание ГИС в Канаде
1970 – 1980	Растровая графика, стандарты, анимация, компьютерные игры	Однозначное изображение пространственных объектов, комплексы геометрических алгоритмов	Развитие крупных геоинформационных проектов, поддерживаемых государством, формирование государственных институтов в области ГИС, развитие компьютерной картографии и численной фотограмметрии
1980 – 1990	Познавательная графика, движение, компьютерное зрение	Банки геометрических данных и методов, стандартизация и пространственные методы	Широкий рынок разнообразных программных средств, развитие настольных ГИС, расширение области их применения за счет интеграции с базами непространственных данных, появление сетевых приложений,
1990 – 2000	Компьютерная графика высокого разрешения,	Продолжение стандартизации, появление БД ориентированные	Гибридные ГИС, ГИС конечного пользователя, широкое использование GPS,

	иконический пользователь ский интерфейс	х на объект	формирования мировой геоинформационной инфраструктуры
--	--	-------------	--

2. Типы данных в ГИС

Анализ истории развития ГИС показывает наличие зависимости между способами представления информации и способами ее обработки.

В ГИС очень часто решаются задачи вида: Исходя из оперативной обстановки и текущего местонахождения патрульных машин принять решение позволяющее скорейшим образом прореагировать (предотвратить, задержать) на развитие криминальной ситуации.

Возможные данные для этой задачи:

1. Геометрические данные о форме домов, кварталов, дорог.
2. Данные о пересечениях (связях) дорог, направлениях движения транспорта и средней скорости движения на каждом из участков
3. Данные о всех жителях, проживающих в домах, номера их телефонов и адреса.
4. Быстроменяющаяся точечная информация о патрульных машинах, мест телефонных звонков, мест правонарушений.

Или другая задача: проанализировать лесной массив, состоящий из различных пород деревьев на зависимость от топографии (от вида местности).

Возможные данные для этой задачи это:

1. Общие данные для каждой породы дерева, порода –выступает как класс объектов.
2. Данные о конкретных экземплярах классов (данные об отдельных деревьях).
3. Данные о пространственных отношениях этих объектов, могут задаваться посредством координации групп однотипных стволов и координат отдельных стволов.
4. Инвентарное описание видов объекта в известном по положению и форме лесном массиве для отдельных деревьев определяет вторичную метрику.
5. Тематическое описание - данные обследования леса, где согласно 1 значит "здоровое", 2 –"повреждено до 20 %", 3 - "повреждено до 50 %", 4 - "повреждено до 80 %" и 5 - "повреждено полностью".
6. Растровые данные о характере освещенности (экспозиции), полученные путем анализа снимков из космоса.

Решение задачи это наложение на тематические данные линий высот, информации об уклонах местности и экспозиции (освещенности).

Налицо колоссальная разнородность обрабатываемых данных. Рассмотрим кратко классы этих данных.

2.1. Геометрические данные. Геометрия и топология.

Определение 2.1 *Геометрия* - раздел математики, в котором изучаются пространственные отношения (взаимное расположение), формы (напр. геометрические тела) и их обобщения.

К геометрическим свойствам относятся: длина, площадь, объем, форма и т.д. (регулярность, ориентировка, наличие центра, уклон и т.п.).

Определение 2.2 *Топология* – раздел математики, изучающий топологические свойства фигур, т.е. свойства, не изменяющиеся при любых взаимно – однозначных и непрерывных отображениях.

К топологическим свойствам фигур относятся: размерность, ориентация, инцидентность, смежность, связность и т.д. Так фигуры: окружность, эллипс, контур квадрата топологически идентичны.

Геометрия пространственных объектов полностью описывается через форму и относительное положение тел. Для этих описаний можно воспользоваться расстояниями и углами, но обычно пользуются координатами (ввел Декарт), тип которых определяет системы отношений и метрик.

Внутри **топологии** важен только факт, что точки и линии находятся в определенных взаимных отношениях, а не геометрическая форма этих отношений. Точка (топологический узел) - это носитель графической информации. Линии и плоскости могут рассматриваться как следствие объединения характерных точек в группы. Форму связующих элементов можно определить через дополнительные предписания, например, дугу через радиус. Носителем топологической информации является граница (край).

Главная разница между геометрией и топологией состоит в инвариантности топологического построения к топологическим трансформациям (например, к трансформациям Хельмера), изменяющим геометрические построения.

Геометрические характеристики – это метрические характеристики, т.е. те которые можно измерить, для чего необходимо выбрать единицу и способ измерения. Выражаются измерения обычно в численных значениях, для них характерны отношения порядка – больше, меньше. Результаты измерения в общем случае зависят от принятой метрики (положение начала координат, выбор единицы измерения). Они могут меняться при любых изменениях формы объекта, изменении положения начала координат.

Топологические свойства не являются метрическими и поэтому не зависят от выбора системы отсчета координат, изменений формы, которые описываются как взаимно – однозначные и непрерывные отображения.

Простейшим примером разницы между геометрией и топологией (в ГИС) может служить план системы транспорта. Изображение линий связи между транспортными узлами на схематическом плане - топологического характера, т.к. речь идет только о наличии соединений. Геометрическое представление транспортной сети - ее наложение на план города.

И геометрия, и топология (см. также А. Франк, 1983) основываются на базовых геометрических элементах, перечисленных выше. Геометрия объекта в ГИС может быть представлена через *точки*, *линии* и *плоскости*. Топологически это будет обозначаться как *0-d элемент*, *1-d эл-т*, *2-d эл-т*, *3-d эл-т*.

2.2. Вектор и растр.

Описание с помощью точек и линий приводит к понятию векторных данных, в то время как регулярное плоскостное описание ведет к растровым данным. Например, поле изображается векторным способом через точки границ, а сбор данных с помощью спутника приводит к растровому способу представления.

В векторном мире топология должна быть представлена эксплицитно (во всех параметрах) в растровом мире она приводится в порядок через строки и столбцы и ее можно представить как структуру дерева. В растровом мире возможны различные метрики. Растровый и векторный мир существуют в пространственных информационных системах рядом друг с другом. В каждом конкретном способе используются преимущества данного мира, например, растровые данные, существенно лучше подходят к описанию плоскостных явлений, в то время как векторный мир - сильнее в линейных построениях.

Определение 2.3 Под *векторными данными* понимают описание пространственных объектов в виде набора координат и их взаимосвязей. Их основными элементами являются точка, линия и область.

Векторные данные могут быть **векторно-топологическими** или **не топологическими векторными** данными.

В дальнейшем мы будем говорить и об отношениях смежности, как, например, начальная и конечная точка, а также граничащие области.

Векторные данные имеют значение на всей масштабной шкале ГИС, но все же они доминируют в области крупных масштабов от 1:100 до 1:10000. Основные области их применения - кадастр недвижимости, учет земельных угодий, документация по линиям электропередач и такое планирование, при котором сбор данных происходит путем геодезической съемки и вычислений, перевода на язык ЭВМ аналоговой графической информации; а также конструирование на графическом рабочем месте.

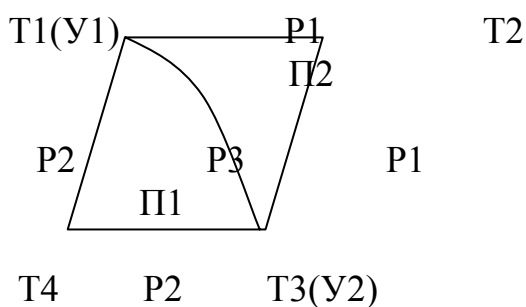


Рисунок 2.1 Векторное представление двух полей.

На рис 2.1 показано представление с помощью векторной графики двух полей П1 и П2 с границами P1, P2 и общей границей P3.

Для реляционного банка данных топологическое представление может быть представлено в виде табулированной структуры узлов (У1, У2) – границ (P1, P2, P3). При этом в данной таблице нет информации о форме границ, таковая может храниться в отдельном отношении.

Таблица 2.1 Векторное представление объекта
Таблица краев (Ребер).

Край (граница)	От	До	Левая плоскость	Правая плоскость
P1	У1	У2	Внешняя плоскость	П2
P2	У2	У1	Внешняя плоскость	П1
P3	У1	У2	П2	П1

Для векторных данных существенны следующие свойства:

- точка, линия основные графические структуры, область – рассматривается как плоскость, ограниченная совокупностью замкнутых линий; объем как пространство, ограниченное областями;
- логическое структурирование данных и отношения к объекту легко осуществимы;

- сбор данных производится по точкам, но время сбора высокое;
- малый массив данных короткое время вычислений.
- векторные данные можно представить как геометрический граф.

Граф однозначно определяется через точки (узлы) и множество линий (дуг), а также через конкретное отображение дуг на узлы. Внешняя геометрия, то есть положение узлов и форма дуг, играет роль только для геометрической версии. Графы в целом определяются независимо от метрики.

Характерным для графа является исключительно его топология, в форме структурных отношений между узлами и дугами.

От каких узлов отходят по меньшей мере три дуги? На эти вопросы можно ответить только тогда, когда полностью поняты топологические отношения.

Далее будет подробно рассказано о дальнейших топологических понятиях, как например, инцидентность и смежность, чтобы выявить топологическую эквивалентность в положении отличающихся друг от друга графов и выявить их особенность (сингулярность).

Применение топологии способствует расширению области применения ГИС.

Определение 2.4 Растровыми данными называется цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности значений, полученных в узлах регулярной сети.

В противоположность векторным данным растровое изображение относится непосредственно к плоскостям, а не к линиям. Это изображение пространственного объекта - самая первая форма геометрического изображения. Основной геометрический элемент - пиксель (от Picture Element - элемент картинки), который располагается в виде квадратных или прямоугольных элементов одной формы в матрице. Эти элементы однородно заполняют область. Растровые данные не различают точку, линию или плоскость, то есть между отдельными элементами картин не существует логических связей. Растровые данные оцениваются исключительно по свойствам пикселя (серый или цветной, высота, эмиссия и т.д.).

Основные способы растровой обработки данных находится в среднем диапазоне масштабов (от 1:10000 до 1:1000000), при этом сбор данных происходит путем сканирования земной поверхности с помощью специальных камер, установленных на спутниках, или с помощью других устройств (изображения с воздуха, ортофотографии, карты). В исключительных случаях растровые данные используются и для крупных масштабов, например при оценке земель и в сельском хозяйстве, чтобы определить качество земель и урожайность.

Растровые данные характеризуются следующими свойствами:

- пиксель - основная графическая структура;
- возможность обзора характеристик всей плоскости;
- порядок определяется позицией пикселя;
- логическое структурирование и отношение к объекту ограничены;
- простота сбора данных, короткое время сбора;
- большие массивы данных отсюда высокая стоимость вычислений;

2.3.Графические данные.

Определение 2.5 *Графические данные* это – это совокупность геометрических и графических атрибутивных (описательных) данных, необходимых для представления определенного геометрического объекта на графическом устройстве вывода (принтер, плоттер, монитор и т.п.).


















Графические данные могут быть представлены в аналоговой форме (карта или подобное карте изображение) и в цифровой форме (компьютерная графика).

Определение 2.6 *Графические атрибутивные данные* (графические атрибуты) это данные о способах представления пространственного объекта определенной тематики на графическом устройстве вывода.

К графическим атрибутам относятся:

- цвет
- форма представления точечных объектов (вид знака, символа)
- вид линий (непрерывная, пунктир и т.п.)
- толщина линии (1 элемент, 2 элемента и т.п.)
- стиль области (стиль границы, стиль заливки и т.п.)
- наличие, стиль и положение текста
- и т.д.

Таблица 2.2 Графическое представление геометрических объектов

Объект	Геометрическое представление (данные)	Графическое представление (примеры)
Точка	Координаты (например x, y, z)	☆ ☆ ☆ ⊙ ○  
Линия	Набор координат	      
Область	Замкнутая линия из набора координат	   
Объем	Пространство, ограниченное набором областей	   

Растр	Матрица значений			
-------	------------------	---	--	---

Комбинация геометрических данных с их графическими атрибутами образует графические данные обработка которых осуществляется средствами векторной и растровой графики.

2.4. Векторная графика

Определение 2.7 Векторная графика - формат графического представления объекта на основе геометрических векторных данных и их графических атрибутов.

Векторная графика легко поддается аффинным преобразованиям, т.е. погрешности преобразований минимальны. Выводится векторная графика обычно на плоттеры и на лазерные принтеры. Массив данных такого фрагмента относительно мал.

2.5. Растровая графика

Определение 2.8 Растровая графика - формат графического представления объекта в виде множества регулярно расположенных точек, с атрибутами цвета.

Манипуляции растровыми данными и создание графического образа ведут к растровой графике. Сюда относятся электронные методы обработки изображения, а также методы визуализации компьютерной графики.

Поскольку на уровне пикселя нельзя построить логических связей между графическими элементами картинки эту форму геометрического изображения представляют как *не интеллектуальная графика*.

2.6. Конвертирование графики

Определение 2.9 Перевод векторной графики в растровую и наоборот называется *конвертированием*. Следовательно, можно говорить о векторно-растровом конвертировании, когда изображение трансформируется из векторного в растровое, и о растрово-векторном конвертировании в обратном случае.

В то время как первое просто алгоритмически и реализовано – современные графические системы обеспечены аппаратным и программным обеспечением для выполнения этой операции – последнее

связано с распознаванием образов, достаточно трудоемко и до конца не реализовано.

Хотя существует множество программ векторизации (например Corel Draw, SysScan, LaserScan, Hell, Intergraph и др.) результаты их работы нуждаются в дальнейшей интерактивной обработке с участием человека.

2.7. Тематические данные

ГИС характеризуется глубокой интеграцией геометрических и тематических данных, позволяющей производить их комплексную обработку и анализ - этим ГИС отличается от других систем обработки информации.

Определение 2.10 Тематические данными называется негеометрические данные (атрибуты) пространственных объектов. Их так же называют описательными данными или негеометрическими атрибутами.

Эта может быть специфическая для объектов текстовая информация, числовая и другая представляющая собой негеометрические характеристики рассматриваемых объектов.

Например, тематическими данными могут быть:

- в информационных системах страны такие величины, как номера домов, участков земли, хозяйств и т.п.;
- в области обеспечения электроэнергией такие данные, как диаметр, материал проводов и т.п.;
- в области охраны окружающей среды это такие величины как количество агрессивного вещества, классы повреждения деревьев и т.д.

Тематические данные могут быть представлены в аналоговой или цифровой форме.

Пример аналоговой формы это картотеки, протоколы, акты и т.п. Цифровая форма это представление информации в банках данных, электронных таблицах, Интернет и т.п.

2.8. Модели объекта в ГИС

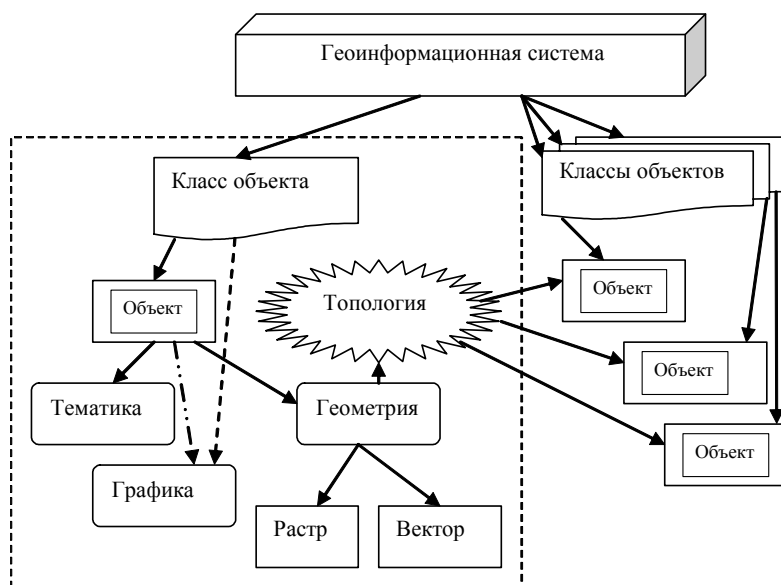


Рисунок 2.2 Структура и взаимодействие объектов в ГИС

Комбинация геометрических данных, графических атрибутов и тематических данных приводит к понятию объектов ГИС (см. рисунок 2.2)

По типу включения графической атрибутивной информации ГИС делятся на ГИС с сильными связями объектов и ГИС со слабыми связями.

Определение 2.11 Модель объекта ГИС называется *моделью с сильными связями* если графические атрибуты входят в атрибуты каждого экземпляра класса и *моделью со слабыми связями* если графические атрибуты являются атрибутами класса и идентичны для всех его представителей.

Обе модели объекта имеют свои преимущества и недостатки.

Модель со слабыми связями

Геометрические данные	Графические данные	Тематические данные
Точка (узел)	Изображение точки	Признаки точки (атрибуты)
Линия (дуга)	Изображение линии	Признаки линии (атрибуты)
Область (плоскость)	Изображение области	Признаки области (атрибуты)
Метка	Изображение текста	

Модель с сильными связями

Графические данные (геометрические + графические данные)	Тематические данные
--	---------------------

Точка с изображением точки	Признаки точки
Линия с изображением линии	Признаки линии
Область с изображением области	Признаки области
Текст с изображением текста	

Рисунок 2.3. Две модели объекта в ГИС

Вторая модель индивидуально определяет каждый объект, то есть геометрия и его изображение связаны, и их отношение к тематическим данным дается через идентификатор. Отсюда первая модель нуждается в меньшем объеме памяти: целые классы объектов изображаются одинаково.

Конечно, отображать отдельные объекты одного класса по-разному более затратно, но этот способ моделирования объективен, он позволяет гибко визуализировать, индивидуальные объекты.

2.9. Векторная, растровая и гибридная ГИС

Определение 2.12 ГИС называется *вектор-ориентированной (векторной)*, если ее объекты состоят из комбинации векторных, графических и соответствующих тематических данных.

Определение 2.13 ГИС называется *растр - ориентированная (растровой)*, если ее объекты состоят исключительно из растровых, графических и соответствующих тематических данных.

Определение 2.14 *Гибридная ГИС* - это система сочетающая в себе свойства вектор и растр ориентированных ГИС, объекты которой могут содержать как векторные так и растровые данные. На рис. 2.4 представлены масштабные шкалы для соответствующих геометрий.

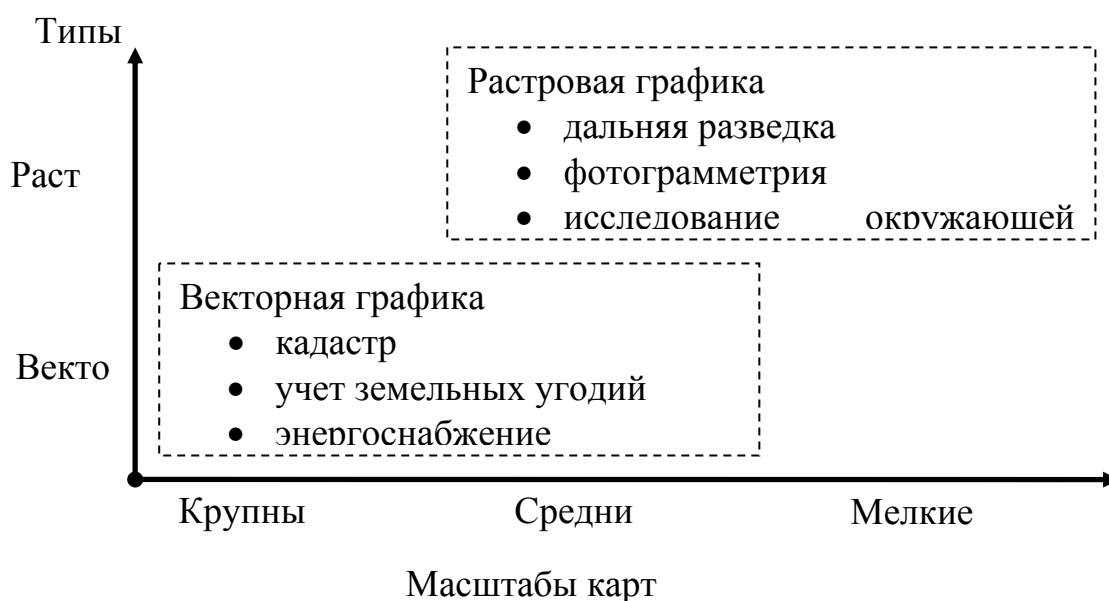


Рисунок 2.4 Использование графики в ГИС

3. Четырехкомпонентная модель ГИС

Мы еще раз кратко охарактеризуем четыре физических компонента ГИС согласно определению 1.10

- Аппаратное обеспечение
- Программное обеспечение
- Данные
- Пользователь

3.1. Аппаратное обеспечение ГИС

Определение 3.1 Под *аппаратным обеспечением ГИС* мы будем понимать все материальные компоненты ГИС такие как компьютеры разных типов, разнообразные периферийные устройства ввода вывода, устройства хранения данных на внешних, возможно, съемных, носителях, а также оборудование компьютерных сетей и средств коммуникации.

Мы в дальнейшем подробно рассмотрим аппаратное обеспечение ГИС для:

1. ввода информации (сканеры, электронные тахеометры, GPS приемники, стереокомпараторы (аналитические плоттеры) и т.п.)
2. хранения информации (дискеты, CD, DVD, flash и пр.)
3. анализа и обработки (от ПК до суперЭВМ, подробно ПК)
4. вывода информации (терминалы, принтеры, плоттеры и т.п.)
5. сетевого взаимодействия (среды передачи, топологии сети, оборудование физического сетевого уровня).

В качестве периферии для **ввода** данных служат фотограмметрические аналитические приборы (аналитические плоттеры), пульта преобразования непрерывных величин в цифровые (Дигитайзеры), сканеры, а также алфавитно-цифровые и графические дисплеи. Эти приборы могут частично использоваться и для вывода данных - мы обозначим это словом "представление". Сюда также надо отнести перьевые и растровые плоттеры.

Поскольку, благодаря скачку в развитии аппаратного обеспечения внедрение ГИС практически ни чем не ограничено, основное внимание сейчас уделяется организации и манипуляции данными, т.е. программному обеспечению (ПО).

3.2. Программное обеспечение ГИС

Определение 3.2 Под *программным обеспечением ГИС* мы будем понимать не только прикладное программное обеспечение, реализующее функции ГИС, но и все основное программное обеспечение необходимое для функционирования прикладного.

В основном программном обеспечении мы рассмотрим системное программное обеспечение (операционные системы, языки программирования математические пакеты и т.п.) и стандартизованное программное обеспечение (СУБД, графические стандарты, сетевые стандарты (ISO/OSI, стек TCP/IP) и т.п.)

В качестве программного компонента конкретной работающей ГИС в первую очередь надо рассмотреть, конечно, программное обеспечение, специально предназначенное для работы с пространственной информацией, то есть сами геоинформационные системы разных классов, уровней и типов.

Реальная действующая ГИС всегда использует и другое программное обеспечение, как минимум, операционную систему компьютера. Нередко используется и дополнительное программное обеспечение для организации компьютерной сети, доступа в глобальную сеть Интернет, организации дополнительной защиты информации от несанкционированного доступа.

В отдельных случаях вместе с ГИС, во взаимодействии с ней, используется и дополнительное программное обеспечение для решения специальных задач, как, например, пакеты САПР или углубленного статистического анализа данных. Если ГИС находится в процессе развития и совершенствования выполняемых ею функций, вместе с ней могут использоваться те или иные инструментальные средства программирования, такие как компиляторы и отладчики.

ГИС может тесно взаимодействовать с общеофисным программным обеспечением, таким как текстовые редакторы, электронные таблицы, системы поддержки документооборота.

Наконец, особо важную роль из других типов программных пакетов могут играть системы обработки данных дистанционного зондирования и СУБД. Относительно обоих этих типов ПО сегодня часто бывает трудно определить, являются ли они внешними по отношению к ГИС, или являются ее частью, настолько высока в отдельных случаях степень их интеграции с ГИС.

В основном, *программное обеспечение* (ПО) распадается на четыре модуля: ввод, управление, анализ и представление, так что эта модель соответствует задачам ГИС (см. табл. 1.4).

Таблица 1.4. Функциональное разбиение ПО ГИС

В	Ввод	Input	I
У	Управление	Management	М
А	Анализ	Analysis	А

П	Представление	Presentation	Р
---	---------------	--------------	---

3.3. Данные ГИС.

3.3.1 Ввод данных

Определение 3.3 Под *вводом данных в ГИС* мы будем понимать не только процесс непосредственного ввода данных, но и процесс сбора данных, включающий в себя различные методы и технологические решения. К известным в измерительной технике методам сбора геометрических данных относят:

- аэрофотосъемку,
- фотограмметрию,
- тахеометрию,
- дальняя разведка,
- перевод имеющихся аналоговых карт в цифровую форму (дигитализация) и их сканирование.
- другие источники

К другим источникам данных относят данные, которые собираются государственными статистическими службами, измерительными службами, другими службами, а также службами в промышленности.

Векторные данные	Тематические данные	Растровые данные
Геодезическая съемка местности	Алфавитно-цифровой ввод	Спутники
Аэрофотосъемка	Имеющиеся тематические данные	Камеры
Перевод данных в цифровую форму	Другие способы	Сбор сканированием
Другие способы		Другие

Рис 1.19 Источники информации для ГИС

Далее мы подробно поговорим о сборе данных. Определяющими признаками ввода в ГИС являются методы сбора данных, и связанная с ними стоимость. Основные моменты исследования концентрируются на:

- стандартизации обмена данными;
- автоматизации сбора данных;
- интеграции научных методов повышающих автоматизацию сбора данных.

3.3.2 Управление

Определение 3.4 Под управлением данными мы будем понимать выбор типов данных и подходящих структур их организации.

Основу программного обеспечения в управлении пространственными данными составляет банк данных (БД) с соответствующей системой управления базой данных (СУБД), чья модель может быть *иерархической, сетевой, реляционной, объектно-реляционной* или *объектно-ориентированной*.

Определение 3.5 База данных - совокупность связанных данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ. База данных является информационной моделью предметной области. Обращение к базам данных осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД)

Определение 3.6 Система управления базами данных (СУБД) - комплекс программных и лингвистических средств общего или специального назначения, реализующий поддержку создания баз данных, централизованного управления и организации доступа к ним различных пользователей в условиях принятой технологии обработки данных.

Если тематической информацией можно эффективно управлять в любой, в том числе наиболее распространенной – реляционной модели СУБД, то для геометрической (и как ее часть топологической) информации реляционная модель не эффективна. Для управления такой информацией гораздо эффективней сетевые модели данных. В настоящее время проводятся исследования по сочетанию этих преимуществ в базах данных основанных на объектной идеологии – в объектно-ориентированных БД. В связи с ростом объемов сбора и интеграции растровых данных в ГИС возникает задача общего управления такими данными. Эту проблему мы обсудим далее.

Итак, современные направления в исследовании управления и обработки данных такие:

- определение оптимальных структур данных при гибридном управлении данными;
- объектно-ориентированные подходы к хранению информации, и к приемам работы с пространственными данными;
- языки описания и считывания пространственных данных.

3.3.3 Анализ

Определение 3.7 Под анализом данных в ГИС мы будем понимать комплексный анализ данных ГИС (геометрических, топологических тематических) с целью получения результата полезного для принятия решений.

Методы анализа данных в ГИС содержат геометрические, логические операции, операции реляционной алгебры, статистические операций. При этом существенное значение приобретает производительность этих методов, а также способ представления результатов пользователю.

Основа блока анализа - **банк методов**, где алгоритмы упорядочены по геометрии и тематике. В дальнейшем мы рассмотрим некоторые задачи анализа данных, которые возникают при общей обработке векторных и растровых данных.

К таковым относятся:

- отсечение по областям,
- проекции карт,
- генерализация и конвертация (вектор - вектор, вектор - растр, растр - растр, растр - тематические данные, тематические данные - тематические данные),
- вычислительное моделирование,
- синтез и анимация (отслеживание перспективы, определение видимости).

Это краткое перечисление демонстрирует широкий спектр аналитических функций ГИС.

Важными направлениями в области анализа данных ГИС являются:

- разработка новых методов и алгоритмов обработки пространственных данных (математическое описание).
- разработка программного обеспечения, реализующего основные методы комплексной обработки данных ГИС (геометрических, топологических и тематических данных).

3.3.4 Представление данных

Определение 3.8 Под представлением данных ГИС мы будем понимать методы, модели и способы визуализации пространственной информации. Компонента представления ГИС - самый важный аспект системы после анализа, поскольку визуализация результатов различными методами (картографии, рендеринга трехмерных сцен и т.п.) имеет большие преимущества перед воспроизведенными таблиц цифр, что значительно повышает эффективность ГИС, восприятие информации пользователем.

Современные аспекты исследований заключаются в следующем:

- стандартизация обмена данными;
- генерализация относительно различных ступеней агрегации;
- методы представления и визуализации.

4.Родственные ГИС системы

Существует достаточно близкие по функциям системы подобные ГИС это: автоматизированные картографические системы (АКС), интерактивные графические системы (ИКС) и системы автоматизированного проектирования (САПР).

Те серьезные требования, которые предъявляются к ГИС, не могут быть выполнены такими системами как автоматизированные картографические системы (АКС) и интерактивные графические системы (ИКС). Однако эти системы могут использоваться как подсистемы ГИС.

4.1.Система картографирования и интерактивная графическая система

В этом семействе систем на первое место, в качестве информационного продукта, выходит карта, таким образом, сбор данных является первичным, важнейшим для представления с помощью карт и родственных картам способов изображения. При этом вводятся примитивные механизмы хранения информации, иногда только для того, чтобы управлять устройством выдачи данных (плоттером) в автономном режиме. Карту можно рассматривать как особую ограниченную ГИС, которая не позволяет анализировать данные, или проводит анализ очень ограниченно.

Определение 4.1 Автоматизированные системы картографирования (АСК) поддерживают односторонне направленное протекание процесса от сбора данных до их представления, исключительно в аспекте изготовления карт. Поэтому эти системы можно рассматривать как пассивные системы обработки данных.

Определение 4.2 Интерактивные графические системы (ИГС) это АСК которые предполагают активную обработку данных, то есть действия и реакцию на них в форме диалога между человеком и машиной, с целью манипуляции данными и их отображения, относительно желаемого результата, но и эти системы в отличии от ГИС не содержат богатых средств моделирования, анализа и представления.

Вот некоторые основные черты СК и их отличие от ГИС:

- сбор данных, управление и представление как компоненты процесса (нет анализа);
- ограниченность хранения постоянных данных;
- лимитированная интерактивность;

- мало описывающих данных;
- основная цель систем - графическое изображение

4.2. Системы Автоматизированного Проектирования (САПР) - CAD

Один из подходов к построению ГИС это использование САПР систем. Это системы с мощнейшими средствами моделирования 2-д и 3-д объектов. Имеют внутренний язык (autolisp), графический редактор, графическую БД чертежа, универсальные средства обмена информацией (DXF) и т.д.

Английский эквивалент САПР - CAD - сокращение английского выражения "Computer Aided Design" и переводится как "дизайн с помощью компьютера".

В настоящее время под САПР понимают понятие объединяющее различные виды деятельности в машино- и станкостроении, в электронике и электротехнике, в планировании и строительстве, а также не в последнюю очередь в обработке пространственных данных.

Определение 4.3 Система автоматизированного проектирования (САПР) – система:

- - предназначенная для выполнения проектных работ с применением компьютерной техники;
- - позволяющая создавать конструкторскую и технологическую документацию на отдельные изделия, здания и сооружения.

В качестве входной информации САПР использует технические знания специалистов, которые вводят проектные требования, уточняют результаты, проверяют полученную конструкцию, изменяют ее и т.д.

Известны такие системы САПР как, ConCAD в STI, Medusa и CADDS/4X в Prime, CADAM в Dornier, CADPAD в IBM, HP-Design в Hewlett Packard и AutoCAD в AutoDesk. Последняя устанавливается как на персональных компьютерах, так и на графических рабочих станциях. Из области САПР вышли такие продукты, которые специально нацелены на пространственное применение, как например, WOCAD, CADdy, C-plan и др.

Проектирование по схеме: AutoCAD-CIMATRON-AutoCAD

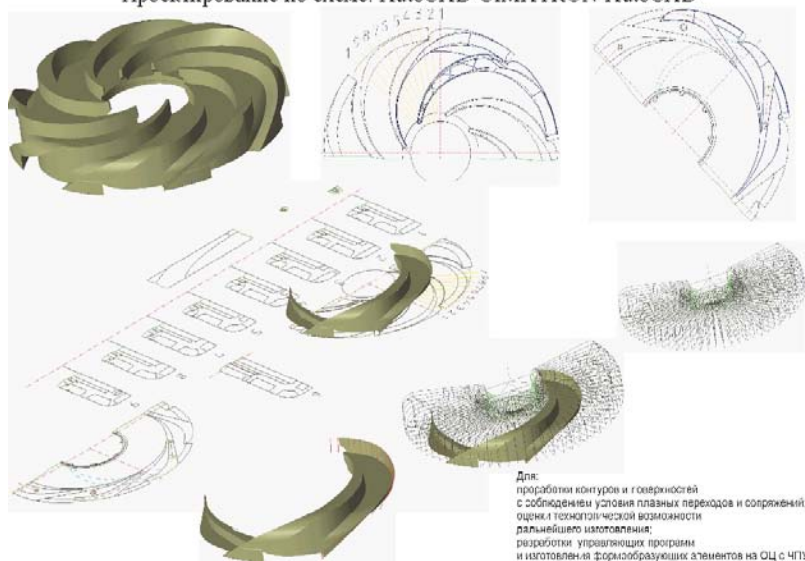


Рисунок 4.1 Пример проектирования в системе AutoCAD

Система автоматизированного проектирования реализуется в виде комплекса прикладных программ, обеспечивающих проектирование, черчение, трехмерное моделирование конструкций, плоских либо объемных деталей.

Существуют некоторые недостатки подхода с использованием САПР как среды создания ГИС:

1. САПР включают многие элементы излишние для ГИС примитивы размеров на чертежах, поддержки специальных стандартов в построении чертежей.
2. Медленная работа системы с большим количеством элементов, характерном для ГИС.
3. Не достаточно средств обработки тематической информации.

Приведем некоторые основные черты характерные для САПР систем:

- сбор, управление, анализ и представление информации - как компоненты системы;
- расширенное моделирование данных;
- дву- или трехмерная модель;
- чистая ориентация на вектор;
- постоянное хранение данных;
- высокая интерактивность;
- мощная система визуализации;
- протекание процесса от цифровой модели (конструкция остается на заднем плане) к реальному миру (производству), в то время как в

ГИС все наоборот, то есть от реального мира к его цифровому отображению.

Последнее свойство САПР систем является основным отличием этих систем от ГИС.

5.Классификация по проблемно-тематической ориентации ГИС

5.1.Земельные информационные системы (ЗИС)

Земельные информационные системы (ЗИС, Land Information System - LIS) были вызваны к жизни развитием аграрных наук и необходимостью ведения кадастра. Основное назначение таких систем сбор точных геометрических данных, сбор данных о состоянии почвы, и связанных с ними тематических данных.

Низшая геодезия (топография) и ведение кадастра – основные приложения подобных систем.

Определение 5.1 Геодезия (греч.) - наука, исследующая размеры, форму и рельеф земной поверхности и способы изображения ее на картах и планах. Разделяется на:

1) высшую геодезию, имеющую предметом изучение общей фигуры земли независимо от разнообразия рельефа

2) низшую геодезию, или топографию, изучающую неровности рельефа отдельных частей суши и способы их измерения.

Определение 5.2 Кадастр – это реестр, содержащий перечень об объектах налогообложения. Понятие кадастра включает систему метрических и юридических данных. Эти данные необходимы для налогообложения земельных участков, собственности, а также регистрации юридических прав.

Появление термина кадастр относят ко времени правления Римского правителя Августа(27 год до н.э. – 14 год н.э.). Он ввел единицу учета сбора дани на землю *capitigum* и ввел перепись населения *capitum registrum*, эти слова слились в одно - *capitastrum* и затем *catastrum*.

Вообще существует несколько типов кадастра: земельный, городской, водный и др. Земельный кадастр имеет следующие основные функции:

- обеспечение рационального использования земельных ресурсов страны;
- улучшение сельскохозяйственного производства;
- охрана земель от эрозии, заболачивания, засоления и других вредных процессов, снижающих плодородие почв;
- решение задач об изъятии земель для не сельскохозяйственных нужд.

Определение 5.3 Государственный земельный кадастр - единая, государственная система признания и удостоверения государством факта возникновения, существования или прекращения существования объектов кадастрового учета. Внесенные в учетные формы сведения об объекте

кадастрового учета являются единственным доказательством существования учтенного объекта в границах, признанных при его учете.

Действующее законодательство определяет, что земельный кадастр ведется Государственным земельным комитетом и его территориальными органами. В соответствии с этим кадастр имеет иерархическую структуру:

- федеральный государственный земельный кадастр,
- государственные земельные кадастры субъектов Российской Федерации,
- государственные земельные кадастры муниципальных образований.

В процессе государственного кадастрового учета объекту присваивается кадастровый номер. Государственный кадастровый учет осуществляется по месту нахождения объекта кадастрового учета в соответствующем земельном органе. Учетными единицами в государственном земельном кадастре являются земельные участки и территориальные зоны.

Кадастровые номера служат основой государственного кадастра. Административно-территориальное деление Российской Федерации производится на 89 Субъектов Федерации (21 республика, 6 краёв и 49 областей, 2 города - Москва и Санкт-Петербург, 10 автономных округов и 1 автономная область). Номер (код) Субъекта Федерации (№№ 1-89) составляет первую позицию Кадастрового Номера (КН) любого земельного участка или иного объекта недвижимости на территории России [Иванников].

Кроме ведения кадастра ЗИС используют для повышения эффективности исследования и использования природных ресурсов. Земельную информационную систему можно рассматривать как подсистему системы для принятия решений в отношении землепользования и землевладения в стране. Одновременно она является подсистемой социально-экономической системы.

Определение 5.4 Информационная система земельных угодий - это инструмент для принятия решений в области права, управления и хозяйствования. Она состоит с одной стороны из сбора данных относительно почв и земель данного региона, а с другой стороны из практики и методов систематического сбора этих данных, их актуализации, обработки и преобразования.

Таким образом, ЗИС – это ГИС достроенная системой правовой поддержки принятия решений.

Основу ЗИС составляет единая обширная система хранения данных, которая также облегчает соединение хранящихся в системе данные с другими данными о земле.

Основные черты ЗИС:

- сбор, управление, анализ и представление данных - компоненты системы;
- статичная, не изменяющаяся, ограниченная определенной целью модель данных;
- высоконадежное управление редко меняющимися данными высокой степени защиты,
- система вектор - ориентирована;
- размерность геометрических данных 2Д (кадастр недвижимости до 2.5Д);
- статичность в типах запросов.

Земельные информационные системы в основном работают в области крупных масштабов. Но в последнее время обозначилась тенденция использования этих систем как подсистем пространственных информационных систем в области средних и мелких масштабов в связи с рассмотрением и проектированием этих систем для разных уровней управления.

5.2. Территориальные информационные системы планирования и развития

Территориальные информационные системы (ТИС или в английском Space Information System – SIS, Region Information System - RIS) являются развитием ЗИС и выходом их на уровень тактического и стратегического планирования. Некоторые авторы [Иванников] относят этот класс систем также к ЗИС, но с дополнением их функциями поддержки новых уровней взаимодействия.

Исходно ЗИС работает на *операционном* уровне-уровне, обеспечивающем способность выделять различные характеристики земли: типы почв, растительный покров, близость к чему либо и т.д., а также способность увязывать эти характеристики между собой и с правовыми нормами.

Кроме операционного уровня в иерархических системах управления рассматривают еще два уровня: *тактический* и *стратегический*.

На тактическом уровне осуществляется анализ и разрабатываются новые регламентные методы работы, которые затем утверждаются на высшем уровне. На этом уровне осуществляется подготовка предложений по изменению тактики работы. Т.е. основная задача тактического уровня – подготовка принятия решения.

Стратегический уровень – это высший уровень управления. На этом уровне принимаются глобальные решения управления. Информация для этого уровня должна поступать в очень сжатой обобщенно-аналитической форме.

Поэтому системы обеспечивающие поддержку этого уровня должны иметь мощные встроенные средства статистической обработки или оперативно-аналитические средства, построенные на основе OLAP (OnLine Analytical Processing) [Иванников 123].

К данным системам относятся информационные системы государственной статистики, решающие широкий спектр задач, возникающих при переписи населения, сборе экономических данных и данных о населенных пунктах. Эти системы используются для разработки программ развития городов, регионов и в целом страны. Данные системы строятся на основе ЗИС, дополняясь средствами статистического анализа и прогнозирования.

Определение 5.5 *Территориальная информационная система (ТИС)* - это инструмент принятия решений на различных уровнях управления, планирования и развития стран, регионов, областей на основе комплексного анализа и мониторинга географически распределенных параметров.

Мониторинг параметров включают в себя: сбор данных по развитию населения, экономики населенных пунктов и инфраструктур, использование площадей и природных ресурсов. Также важной составной частью данных информационных систем являются описание практики и методов сбора, актуализации и преобразования данных. Основу системы составляет единое отношение к пространству, которое соединяет данные разных типов в единое целое.

Некоторые основные черты ТИС:

- сбор данных, управление, анализ и представление данных - компоненты системы;
- возможность построения произвольных моделей объектов;
- наличие высокопроизводительных, надежных баз данных;
- высокая интерактивность;
- наличие мощных средств статистического и пространственного анализа;
- вектороориентированность с тенденциями к гибридным ГИС;
- размерность геометрических данных от 2Д до 2.5Д;
- мощная подсистема визуализации.

Территориальные информационные системы работают в области средних (от 1 : 10 000 до 1 : 100 000) и мелких масштабов (от 1 : 100 000 до 1 : 1 000 000). Основные области их применения находятся в региональном планировании, официальной статистики, в планировании строительства, землеустройстве и т.п.

К данному классу систем относятся следующие системы:

- Управление земельными ресурсами, земельные кадастры регионального уровня.
- Проектирование, инженерные изыскания и планирование в градостроительстве, архитектуре, промышленном и транспортном строительстве.
- Управление природными ресурсами (водными, лесными и т.д.).
- Геология, минерально-сырьевые ресурсы и горнодобывающая промышленность.
- Планирование развития транспортных и телекоммуникационных сетей.
- Комплексное управление и планирование развития территории, города.
- Безопасность, военное дело и разведка.

5.3. Экологические информационные система и системы поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях

Наряду с территориальными информационными системами информационные системы защиты окружающей среды (Экологические Информационные системы – ЭИС, Ecological Information System - EIS) и геоинформационные системы гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (ГИС ГО и ЧС) также представляют собой большую группу ГИС.

Определение 5.6 Экологическая информационная система (EIS, EIS) - это расширенная ГИС, которая служит сбору, хранению, обработке и представлению пространственных, временных и тематических данных в целях описания состояния окружающей среды в условиях ее загрязнения и образует основу для принятия мер.

Применение ИСЗОО простирается от сбора проб радиоактивности до картографирования биотопов и сохранения разнообразных видов. В основном эти системы применяют в области средних и мелких масштабов, но есть и задачи, решаемые в более крупных масштабах, например, в лесном хозяйстве, в утилизации отходов или охране водного хозяйства.

Определение 5.7 ГИС ГО И ЧС – это геоинформационная система предназначенная для поддержки принятия решений в области гражданской обороны в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций.

Два этих типа систем похожи по назначению, отличает их только мера оперативности. Второй класс должен обладать значительно более быстрым временем реакции на запросы пользователей. И ЭИС и ГИС ГО и ЧС должны содержать богатые аналитические методы, опережающиеся на математические модели, средства пространственного моделирования

природных и техногенных процессов, богатые возможности по визуализации.

Приведем основные признаки таких систем:

- сбор данных, управление, анализ и представление данных - компоненты процесса;
- гибридоориентированность, то есть в системе одновременно хранятся данные векторного и растрового типов;
- наличие алгоритмов для моделирования природных и техногенных процессов;
- наличие эвристических, стохастических методов моделирования и встроенных экспертных систем (ЭС)
- большое количество атрибутивных данных;
- быстро изменяющиеся во времени данные;
- размерность геометрических данных от 2.5Д до 3Д, размерность самой ГИС до 4Д.
- мощная система визуализации

Имитационное компьютерное моделирование, проводимое с помощью данных систем, называется проверкой стойкости окружающей среды.

При этом проверяется такое воздействие на окружающую среду как запланированные мероприятия, например, строительство дорог или заводов или возможное воздействие в результате чрезвычайной ситуации.

Области применения этих систем следующие:

- сбор сведений и поддержания качества воздуха, земли и воды;
- определение степени вреда растений и риска для здоровья;
- проверка воздействия радиоактивности, химических веществ и отходов на окружающую среду;
- сохранение разнообразия видов через создание биотопов и заповедников.

Новое научное направление - *экологическая информатика* - признанная специалистами область знаний, помогающая решить вопросы экологии, экосистем, исследования экосистем, кругооборота веществ и энергии преимущественно базируется на использовании и методах построения ЭИС.

5.4.Промышленно-картографическая информационная система

Промышленно-картографические информационные системы представляют собой самую большую группу пользователей ГИС. Они оказали значительное влияние на развитие векторориентированных ГИС.

Их задачей является документирование и обработка данных о средствах производства, то есть от заказов на продукцию через производство до отходов производства. Для этого было создано выражение "Facility Managment" (FM), управление средствами производства, которое в комбинации с системой картографирования (Automated Mapping) привело к созданию систем AM/FM.

Определение 5.8 *Промышленно-картографическая информационная система (AM/FM System)* - это инструмент сбора, управления, анализа и выдачи данных о средствах производства. Эти данные опираются на топологию, которая должна находиться в единых рамках.

Приведем наиболее существенные характеристики ПКИС:

- сбор данных, управление, анализ и представление данных в качестве компонентов;
- региональный диапазон действий;
- доминируют векторные данные;
- размерность геометрических данных - 2.5Д;
- функциональность анализа относительно сетевых данных (анализ графов, анализ сетей, оптимальные маршруты) ;
- много описывающих данных (средств производства);

Графическая выдача ПКИС в основном происходит в области крупных масштабов (1:100 - 1:10000). Однако, имеются и случаи применения в средних масштабах.

Наряду с замкнутыми системами типа GRANIS многие производители предлагают так называемые дополнительные пакеты программ (например Network Analyst для ArcView), которые удовлетворяют вышеназванным характеристикам.

5.5. Геомаркетинговые системы

Достраивание ГИС маркетинговыми информационными системами приводит к понятию геомаркетинговых систем.

Определение 5.9 *Маркетинг* - в широком смысле - философия управления, согласно которой разрешение проблем потребителей путем эффективного удовлетворения их запросов, ведет к успеху организации и приносит пользу обществу.

Определение 5.10 *Геомаркетинг* - синтез геоинформационных технологий, технологий поддержки принятия решений, технологий визуальной обработки информации, маркетинговых технологий, интеграции различных данных и их комплексной обработки.

Геомаркетинг включает те же концепции, что и обычный маркетинг. Его возникновение стало возможным благодаря появлению новых информационных технологий и информационного маркетинга. Методология геомаркетинга основана на методологии информационного маркетинга.

Круг задач, решаемых геомаркетингом на уровне технологий гораздо шире того круга задач, которые решаются методами обычного маркетинга. Можно утверждать, что геомаркетинг решает практически все задачи, решаемые методами обычного маркетинга [Иванников].

Определение 5.11 *Геомаркетинговые информационные системы* возникли на основе интеграции геоинформационных систем и маркетинговых информационных систем.

Применение геомаркетинговых систем и технологий целесообразно там, где возникает потребность работы с пространственно-локализованными данными или необходимо применять для поддержки принятия решений тематические карты с деловой графикой. Пространственная локализация может быть грубой или точной.

Точная пространственная локализация данных должна осуществляться при работе с картографической информацией или на участках, где необходим учет кривизны земной поверхности (20 x 20 км).

Геомаркетинговые информационные системы работают с пространственно-локализованными данными, включающими классификацию и позиционирование.

В настоящее время сложились целые направления и их производные, связанные с использованием технологий геомаркетинга [Иванников]:

- Геомаркетинг мест: геомаркетинг жилья, геомаркетинг зон хозяйственной застройки, геомаркетинг инвестиций в земельную собственность, геомаркетинг мест отдыха, природоресурсный геомаркетинг
- специальный геомаркетинг: геомаркетинг лиц, геомаркетинг организаций, общественный геомаркетинг, политический геомаркетинг.

Приведем определения наиболее интересных ответвлений геомаркетинга:

Определение 5.12 *Геомаркетинг мест* - группа геомаркетинговых технологий, предпринимаемая с целью создания, поддержания или изменения отношений и/или поведения, касающихся конкретных мест.

Определение 5.13 *Природоресурсный геомаркетинг* включает в себя хозяйственное освоение, продажу, привлечение инвестиций в природоресурсные региональные образования.

Определение 5.14 *Геомаркетинг лиц* - деятельность, предпринимаемая для создания, поддержания или изменения позиций и/или поведения по отношению к конкретным лицам, проводимая в рамках определенных территориальных образований. Две наиболее

распространенные формы этой деятельности - маркетинг знаменитостей и маркетинг политических кандидатов.

Определение 5.15 *Политический геомаркетинг* - это деятельность, предпринимаемая для создания, поддержания или изменения позиций и/или поведения по отношению к политическим деятелям, партиям или организациям лицам. Данный вид геомаркетинга проводится в рамках определенных территориальных образований.

Как правило, объектами политического маркетинга являются не только отдельные лица или партии, но и политические идеи.

Политическим геомаркетингом занимаются специальные организации. Особенностью политического геомаркетинга является то, что в отличие от других видов маркетинга направленных на удовлетворение спроса в реальной продукции или услугах, политический геомаркетинг направлен на удовлетворение желаний, которые в дальнейшем в большинстве случаев не реализуются.

Анализ политической ситуации, как правило, осуществляют по территориальным образованиям: выборным округам, районам, субъектам федерации, экономическим регионам. Эта геомаркетинговая задача решается корректно только с применением геоинформационных технологий. Она не может быть решена с использованием технологий обычного маркетинга [Иванников 28, 44, 48, 86, 106].

5.6. Специализированные информационные системы

Специализированные информационные системы представляют собой особый класс ГИС.

Под этот класс попадают те специальные случаи применения, которые не были затронуты предыдущими системами. Примерами могут служить: навигационные карты воздушных полетов, навигационные системы наземного и водного транспорта и т.д.

Итак, мы можем выделить шесть больших групп, входящих в ГИС:

1. Земельные
2. Территориальные
3. Экологические и ГОиЧС
4. Промышленно – картографические
5. Геомаркетинговые
6. Специальные

6. Функциональная классификация ГИС

Техническое развитие геоинформационных систем (ГИС) позволяет выделить среди них несколько *функционально различных* классов:

- Инструментальные ГИС
- ГИС- просмотрщики
- Справочные картографические системы
- Специализированные средства пространственного моделирования.

Определение 6.1 *Инструментальные ГИС* - их назначение, от организации ввода информации (картографической и атрибутивной), хранения (в том числе и распределенного), обработки с помощью сложных информационных запросов и решения пространственных аналитических задач, до построения произвольных карт и схем и вывода на твердый носитель оригинальных макетов.

Типичными представителями этих систем являются : PC Arc/Info, PC ArcCAD, MapInfo , Geograph for Windows.

Определение 6.2 *ГИС – вьюверы* – ГИС системы лишенные возможности редактирования топологических покрытий, используются для просмотра созданных инструментальными системами топологических покрытий и для создания и редактирования не топологических векторных данных. Представители: PC ArcView, GisView Geodraw и т.д.

Определение 6.3 *Справочные картографические системы* – системы не поддерживающие изменение как графической информации, так и структуры тематической информации.

Представители: BY-Sell, ИНТЭК-2, WireMap.

Определение 6.4 *Векторизаторы* растрового изображения – программные системы предназначенные для конвертирования растровых данных в векторные.

Этот класс очень полезен как инструментарий по подготовке графических данных (MapEdit, TRACK, AUDRE, CorelDraw и т.д.).

Определение 6.5 *Специализированные средства пространственного моделирования* – класс систем в задачи которого входит моделирование пространственного распределения различных параметров (рельефа, зон экологического загрязнения , участков затопления и т.д.). Системы базируются на математике работы с матричными данными и снабжаются развитыми средствами визуализации. Типичным для них является наличие инструментария, производящего различные операции с пространственными данными.

Пример: Geostatistical Software Tool V 3.03, MAG Software и т.п.

7.ГИС наиболее популярные в России

Наибольшей популярностью в России пользуются следующие ГИС: ПАНОРАМА, разработанная в 29 НИИ Минобороны, система РАСТР, система Intergraph, ArcInfo, ArcView, WinGis, MapInfo.

7.1.Панорама

Панорама решает следующие задачи :

1. Создание, отображение и редактирование ЭК по исходным картографическим материалам;
2. Сшивка номенклатурных листов, содержащих до 255 слоев, до 65535 объектов и до 65535 видов характеристик объектов;
3. Представление картографической информации при помощи библиотеки условных картографических знаков;
4. Нанесение оперативной обстановки пользователем на карту и ее сохранение, отображение и редактирование;
5. Выполнение расчетных операций.



Рисунок 7.1 ГИС - ПАНОРАМА

7.2.РАСТР

Для решения задачи анализа видеоданных авторами этой системы предложен комбинаторно-геометрический подход. При этом весь сложный комплекс задач рассматривается с единой точки зрения построения иерархии взаимосвязанных математических моделей, описания, представления, и принятия решений, нижний уровень которой обрабатывает информацию со сканирующего устройства ввода, а верхний соответствует описанию в терминах пользователя.

Задача анализа на основе выбранных представлений могут быть сформулированы как вычислительные задачи на контурах, линиях и точках.

7.3. Integrgraph

Обычно этого вида системы работают под UNIX на RISC процессорах, но есть версии и для PC.

Использует для обмена формат SIF (Standart Interchange Format). Этот формат поддерживает как двухмерное так и трехмерное представление картографической информации.

1. Системы, разработанные этой фирмой позволяют создавать рабочие места для всего спектра картографических задач;
2. Каждая из систем делится на подсистемы(отдельные программы), выполняющие в рамках общей среды свою конкретную задачу.

Основная среда MGE (Модульная среда для ГИС)

3. MGE реализована на рабочих станциях перенесена на PC под MS-DOS.

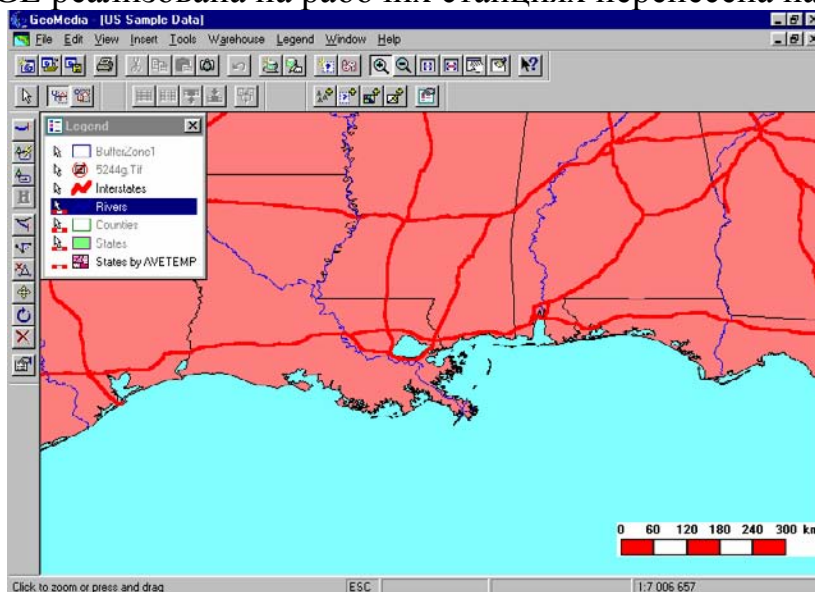


Рисунок 7.2 ГИС - MGE

7.4. WinGis

В ней реализована идея многооконной обработки векторных, растровых, табличных данных(SQL).

В ней реализованы специальные функции над объектами: поиск в окрестностях полигонов и внутри заданного радиуса, автоматическое создание параллельных полилиний, объединение векторных полигонов, автоматическое создание сеток, автоматическая математическая привязка после оцифровки.

Эта система является оптимальной при создании небольших настольных ГИС. Наличие функций работы с растровым изображением

позволяют использовать ее для обработки аэрофотоснимков и больших растровых изображений

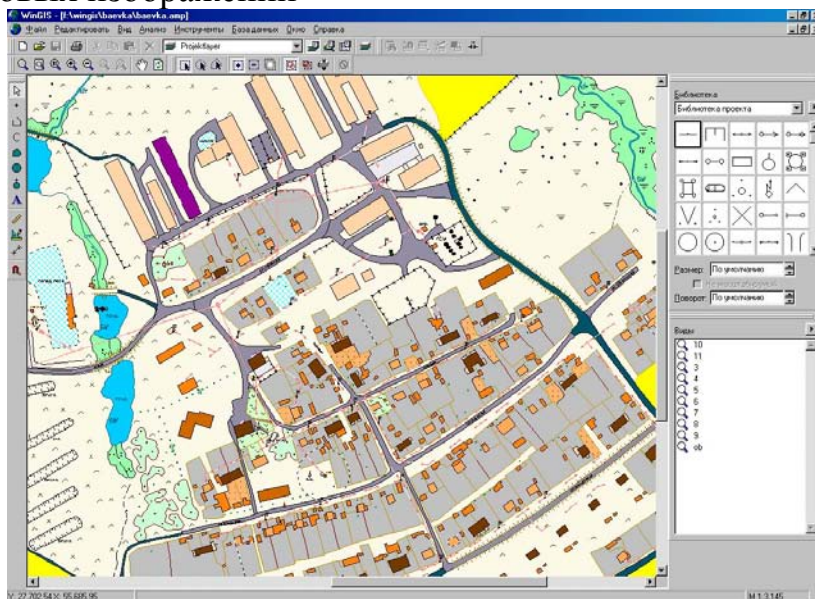


Рисунок 7.3 ГИС - WinGis

7.5. Mapinfo

Система поддерживает концепцию слоев. С каждым слоем в системе связана табличка в реляционной базе данных. Система имеет механизм перевода данных в различные системы координат, позволяет вычислять расстояния, площади, строить графики, гистограммы, производить выборку данных по комплексному запросу.

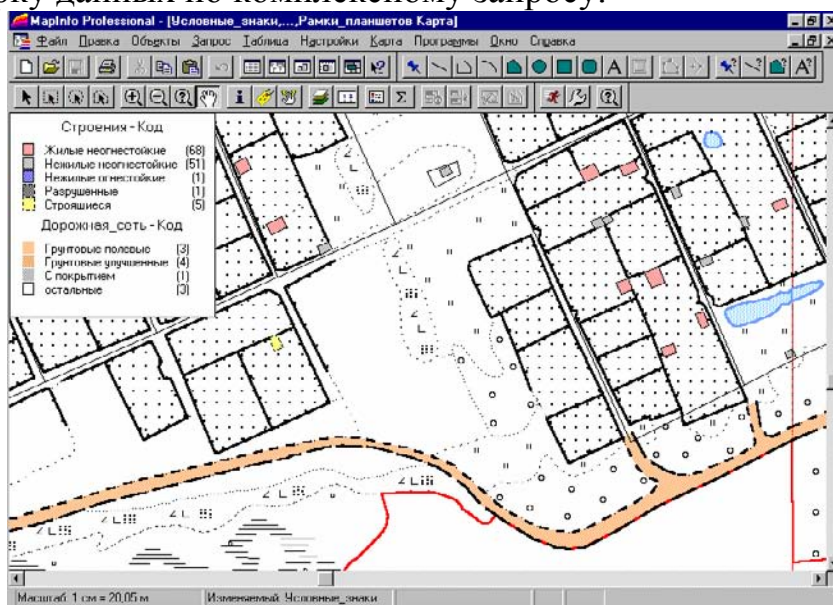


Рисунок 7.4 ГИС - MapInfo

7.6. ArcInfo

Используется во многих областях геоинформатики, в том числе: управление землями и строительство, районирование, планирование водных бассейнов и водоснабжение, топография, изучение почвенных

карт, управление налогообложением территорий, лесное хозяйство, анализ преступности, демографический анализ территории.

Система позволяет работать с любыми видами информации имеющей пространственную привязку. Позволяет работать с серией карт, производить их сопряженный анализ, создавать твердые копии.

Включает средства манипулирования с покрытиями, проведения операций с ними. Реализована на многих платформах.

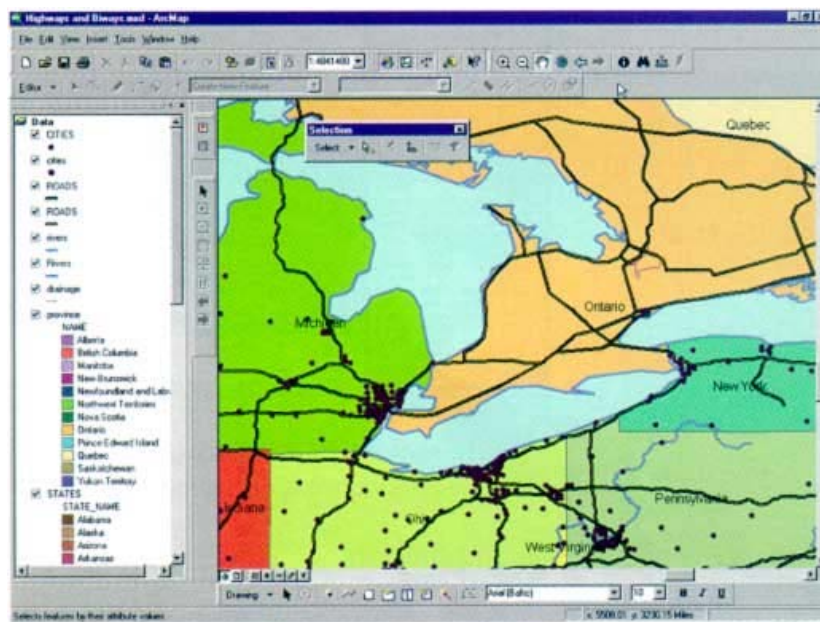


Рисунок 7.5 ГИС ArcInfo

7.7. ArcView

ArcView создана как дополнение к системе ArcInfo для уровня массового пользователя. ArcView удобна для создания, анализа и вывода картографических данных. ArcView – простое и эффективное средство для визуализации и анализа любых данных об объектах и явлениях, произвольным образом распределенных по территории (геоданных). Сферы применения ArcView разнообразны: бизнес и наука, образование и управление, социологические, демографические и политические исследования, землепользование и кадастры и др.

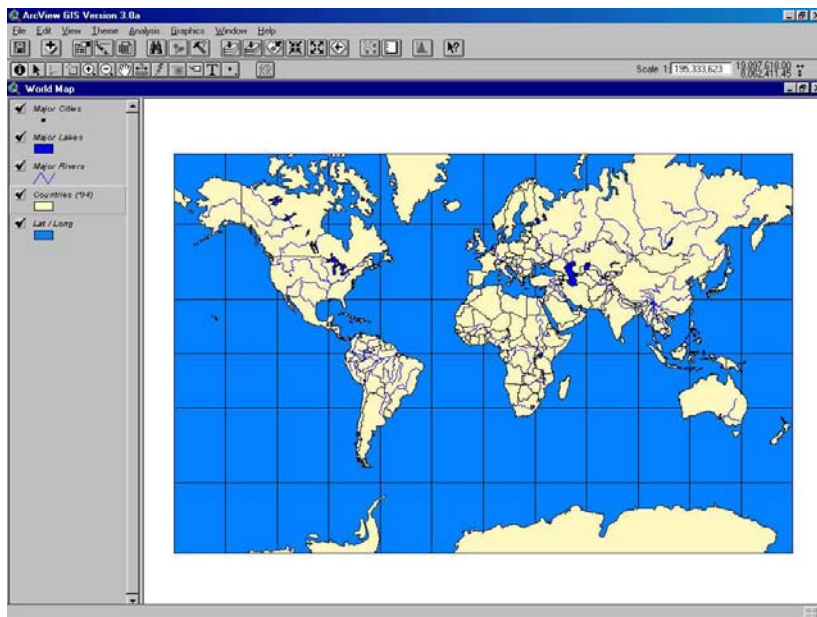


Рисунок 7.6 ГИС ArcView

8. Заключение

В данной книге мы кратко рассмотрели основные понятия связанные с геоинформатикой и геоинформационными системами, базовые принципы построения этих систем, провели простую классификацию существующих систем. Весь этот материал необходим для понимания того, что же такое ГИС и где они применяются.

Описание проведенных классификаций позволяет построить общую схему типов ГИС в зависимости от выбранной классификации.

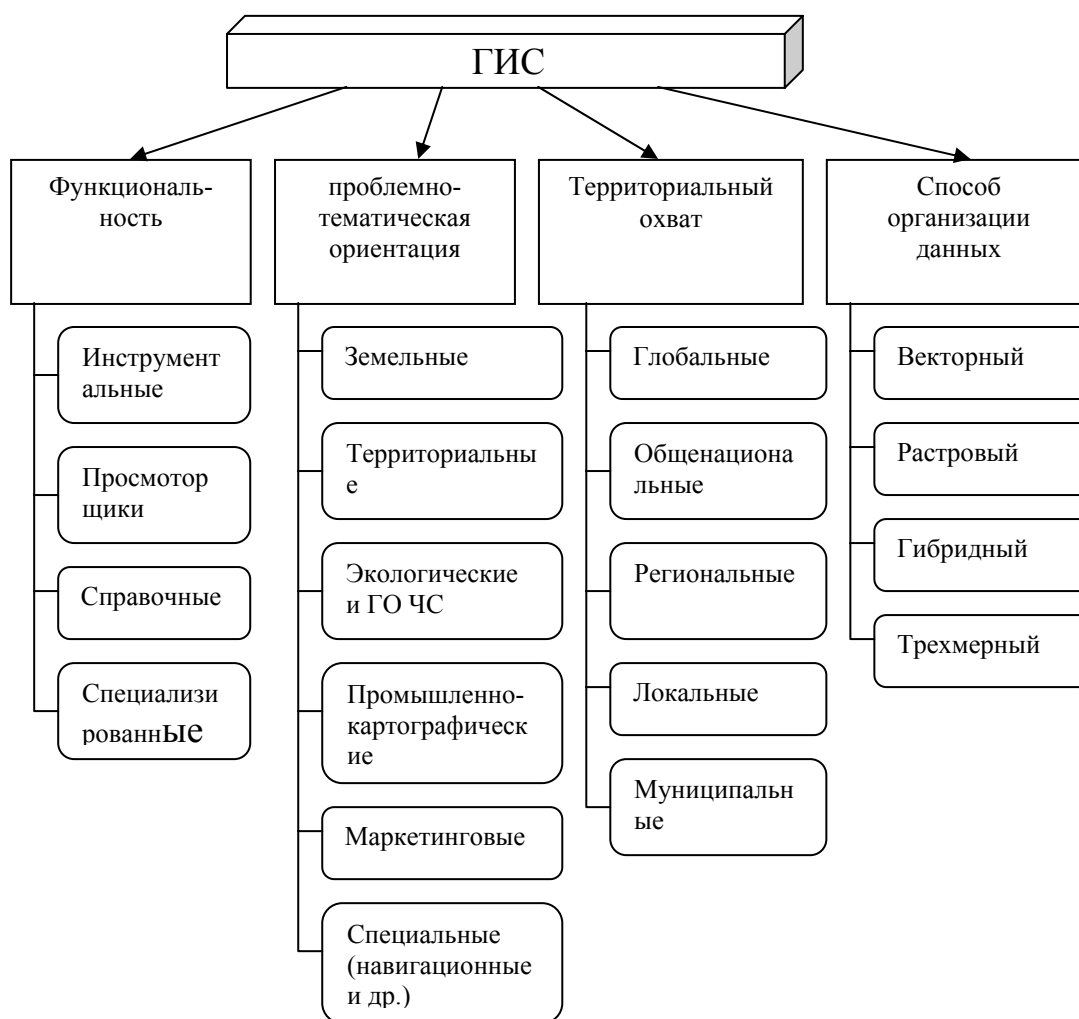


Рисунок 8.1 Различные классификации ГИС

Кроме указанных способов классификации, ГИС можно классифицировать по:

- типам используемого аппаратного обеспечения (системы РС, графические рабочие станции, основные ЭВМ);
- типам программного обеспечения (языки программирования, графические стандарты, пользовательские интерфейсы и т.д.);

- типам источников данных (типы измерений, фотограмметрические и статические данные, виды карт, виды тематических данных);
- способам структурирования данных (геометрические и тематические модели, виды структур векторных, тематических и растровых данных);
- методам организации данных в пространственно ориентированных базах данных (логическая модель баз данных, физический уровень);
- типам функций анализа и представления данных.

Описание этих областей это дальнейшая область исследования геоинформационных систем, выходящая за рамки курса введения в ГИС.

Часть II. Аппаратное обеспечение ГИС

Любая компьютерная система состоит из аппаратного и программного обеспечения. Это же относится и к ГИС.

Определение 81 *Понятие "аппаратное (машинное) обеспечение" объединяет все физические составные части устройства обработки данных.*

В области ГИС "аппаратное обеспечение" рассматривается шире (см. рис. 1), благодаря интеграции сбора и обработки данных. Для ГИС кроме собственно вычислительных устройств аппаратное обеспечение содержит многочисленные периферийные устройства. При этом определенные функции системы частично реализуются либо в машинном, либо в программном обеспечении.

Пример продукта, полученного в результате тесной интеграции сбора информации с аппаратным обеспечением - аналитический плоттер (стереокомпаратор). Ранее сбор данных происходил отдельно от систем их обработки, аналитический плоттер, интегрированный в ГИС позволяет собирать данные и сразу их использовать.

Для ГИС кроме собственно вычислительных устройств аппаратное обеспечение содержит многочисленные периферийные устройства. При этом определенные функции системы частично реализуются либо в машинном, либо в программном обеспечении.

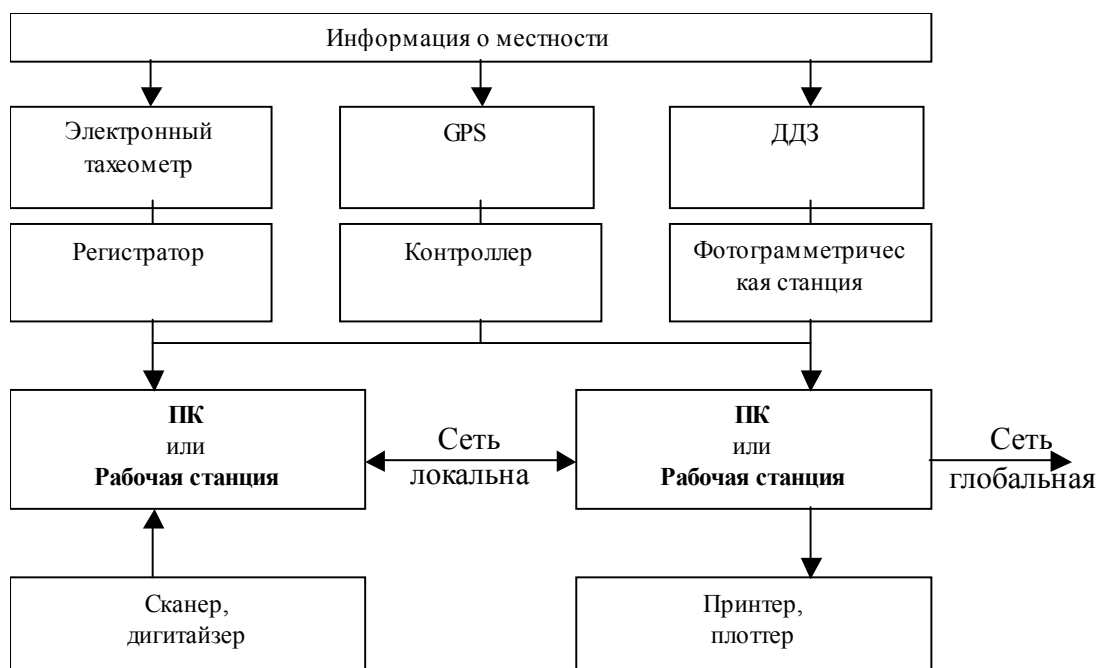


Рисунок 1. Взаимодействие аппаратных компонентов ГИС

Далее опишем наиболее существенные компоненты устройств, входящих в ГИС, и назовем их характеристики и область применения.

Учитывая рассмотренное ранее функциональное разбиение, аппаратное обеспечение будет рассматриваться по блокам: ввода, управления, анализа, представления.

1. Приборы сбора данных непосредственно с местности или ее фотографий.

1.1. Приборы геодезических измерений.

Измерение объектов на местности представляют собой важный метод сбора данных на малых пространствах. Также в большой степени на классические геодезические измерения опираются кадастровые измерения, топографическая съемка.

Определение 1.1 *Геодезические инструменты* - механические, оптико-механические, электрооптические и радиоэлектронные инструменты, применяемые для измерений на местности, составления планов и крупномасштабных карт. Различают геодезические инструменты:

- для измерения расстояний: мерная лента, дальномеры;
- для определения относительных высот: нивелиры;
- для измерения углов: теодолиты;
- для комплексной съемки местности: тахеометры, GPS-приемники.



Определение 1.2 *Дальномер* – прибор для измерения расстояния

Определение 1.3. *Альтиметр* прибор для измерения высоты полета. Принцип действия основан на разности давлений у земли и в измеряемой точке. Применяют в малой авиации на простых спортивных самолетах, в устройствах автооткрытия парашютов и т.п.

Рисунок 1.1.

Определение 1.4 Свето- и радиодальномеры – устройства, используемые для высокоточных измерений расстояний (см. рисунок 1.1.). В большинстве современной геодезической технике являются встроенными, и обеспечивают точность, необходимую для выполнения прикладных задач (в зависимости от области использования базового устройства).

Геодезическую съемку производят на приборах измерения положения и высоты. Известные приборы измерения высоты – **нивелир** (точность в миллиметровом диапазоне) и **барометр** или **альтиметр** (высотомер) (точности в диапазоне нескольких метров)



Рисунок 1.2. Оптический нивелир

Нивелиры бывают:

- оптические,
- лазерные,
- электронные.

Оптические нивелиры представляют собой огромный класс приборов, предназначенных для выполнения высокоточных прецизионных работ по созданию опорных геодезических сетей, для наблюдений за осадками сооружений, а также для сравнительно простых работ, не требующих высокой точности: в строительстве, межевании и ландшафтном планировании.

Лазерные нивелиры бывают *статичными* и *ротационными*.

Основное отличие большинства *лазерных нивелиров* от оптических заключается в возможности **УВИДЕТЬ** построенную рабочую горизонтальную, вертикальную или наклонную плоскость, а также определить рабочий горизонт сразу во многих точках строительной площадки или рабочего участка (ротационные нивелиры).



Рисунок 1.3. Статичный, ротационный нивелиры и пример лазерной разметки



Определение 1.6. *Цифровые нивелиры* – самые продвинутые устройства нивелирования. В этих приборах использованы уникальные электронные считывающие устройства, которые по специальным штрих-кодовым рейкам позволяют определять превышения с точностью высокоточных оптических нивелиров при этом исключая ошибки наблюдателя и определяя расстояние до рейки.

Рисунок 1.4
Электронный Нивелир

Наличие электронной памяти в цифровых нивелирах позволяет запоминать отметки огромного числа измеренных точек, а удобная клавиатура и жидко кристаллический дисплей делают работу с этими приборами быстрой и удобной. Точность электронных нивелиров 0,2-2мм в зависимости от модели нивелира.

Для измерения положения (2D) и для комбинированного измерения положения и высоты (3D) в настоящее время используют **теодолиты** (измерения горизонтальных и вертикальных углов) и **электронные дальномеры** для измерения расстояний.

Определение 1.7 *Теодолит* - геодезический инструмент для определения направлений и измерения горизонтальных и вертикальных углов при геодезических работах, топографических и маркшейдерских съёмках, в строительстве и т. п.

Теодолиты также бывают *оптическими* и *электронными*.



Рисунок 1.5 Оптический и электронный теодолиты

Определение 1.8. Электронные теодолиты. - Первые геодезические приборы, которые позволяли снимать отсчет автоматически с использованием специального отчетного устройства (на основе муарового эффекта). В настоящее время используются мало уступив более универсальным приборам - тахеометрам. Обеспечивают высокую точность измерений $\approx 0,6''$ (триангуляция, определение деформаций сооружений, а также контроль за их состоянием).

Часто под электронным тахеометром и теодолитом понимают один и тот же полнофункциональный прибор.

Электронный тахеометр объединяет эти два прибора в одну единицу. Обычно данные переносятся непосредственно на местности на устройство хранения информации, приспособленное к полевым условиям.



Рисунок 1.6
Электронный тахеометр

Определение 1.9. Электронные тахеометры - Основные геодезические приборы нашедшие наиболее широкое применение в большинстве видов геодезических работ. Обладают широким набором встроенных функций, которые обеспечивают автоматизацию измерений (как горизонтальных, вертикальных углов так и расстояний). Помимо измерений, электронные тахеометры позволяют обрабатывать полученную информацию, а также хранить ее до момента камеральной обработки.

Перечислим основные функции электронных тахеометров:

- автоматическое взятие отсчета (точность угловых измерений $\approx 1,5''-3''$);
- измерение расстояний встроенным светодальномером;
- регистрация (хранение) информации об измерениях;
- вычисление координат измеряемой точки (X, Y, H(Z));
- компенсация наклонов прибора в момент измерений;
- контроль за установкой прибора (допустимые отклонения установочных уровней);
- вычисление элементов разбивки;
- поддержка системы полевого кодирования объектов местности при съемке;
- обработка измерений (прикладное программное обеспечение):
 - определение ортогональных отстояний точки от принятой системы осей координат;
 - определение пролета;
 - определение высот объектов и т.д.
- вынос точек по координатам и т.п.;
- удобное управление (дисплей и клавиатура).

Пример: Электронный тахеометр TCR407 Точность измерения высоты $\pm(2\text{мм}+2\text{ppm})$ до 2500м, углов $\sim 7''$. Стоимость тахеометра около 9 000 \$.

Глобальная система определения положения (GPS - Global Positioning System (USA), Глонасс (Глобальная навигационная спутниковая система, Россия) как самый современный метод измерений основывается на использовании информации с искусственных спутников Земли и может рассматриваться как поставщик координат.

Определение 1.10. GPS (Система глобального позиционирования, США), Глонасс (Глобальная навигационная спутниковая система, Россия) – система определения местоположения, основанная на использовании сети состоящей из космических спутников и наземных станций.

Орбиты спутников и их количество подобраны таким образом, чтобы обеспечить видимость хотя бы четырех спутников в любой точке Земли в любое время. Благодаря этому, координаты точки

определяются решением пространственной задачи (рис.1.7), в которой расстояния определяются между приемником (сенсором) наземной станции и спутниками, входящими в созвездие.

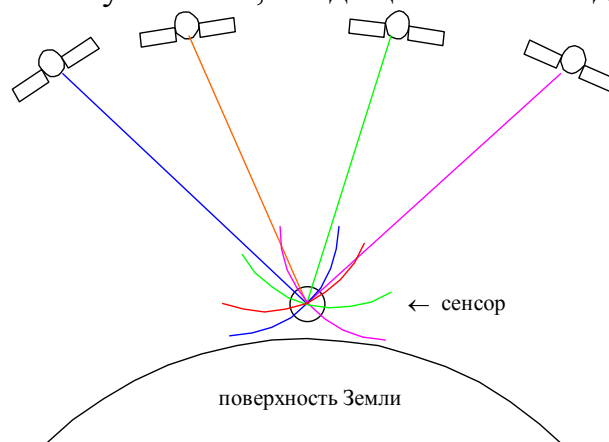


Рисунок 1.7 Пространственная засечка при спутниковых измерениях

Координаты точки с использованием спутниковой аппаратуры могут быть получены двумя способами:

1. Абсолютное определение координат. Определение выполняется одним приемником. Достаточно невысокая точность координат $\approx 1-3$ м. Кроме того, точность существенно снижается из-за зашумления несущих частот (используются для определения расстояний) США, при этом точность определения координат ≈ 100 м. Выгодно использовать для целей навигации, когда подобная точность достаточно удовлетворительна.
2. Относительное определение координат. Определение выполняется несколькими приемниками (мин. двумя). В результате получается геодезическая сеть на местности, в которой расстояния между пунктами определены с помощью спутниковой аппаратуры. Точность определения плановых координат составляет ≈ 2 см, а высоты ≈ 8 см. В этом случае зашумление не влияет на точность определения координат, так как измерения выполняются одновременно двумя приемниками и шумы действуют на них одинаково. Поэтому расстояние между двумя определяемыми точками вычисляется безошибочно (при условии хорошего созвездия). Однако при относительном определении необходимы точки с известными координатами для привязки, получаемой геодезической сети.



Рисунок 1.8 GPS приемник

1.2. Приборы фотограмметрической оценки.

Определение 1.11. Фотограмметрия это способ геодезических измерений, при котором измерение производится при помощи фотографий измеряемого объекта.



Рисунок 1.9. Аэрофотосъемка

Часто применение фотографий, прежде всего аэрофотоснимков - служит интерпретации содержания изображения, а не измерениям. С аэрофотоснимков можно получить описывающие данные (например, использование земли).

Такие дисциплины как география, геология, лесное дело, историография, экология использует данный инструментарий для интерпретации черно-белых, цветных снимков и снимков с фальшивым цветом (в одном спектре).

Фотограмметрические приборы, предназначенные для измерения, служат для реконструкции геометрических и аналитических отношений между объектом съемки и фотограммой, которая исходит из математической модели центральной перспективы. Эта реконструкция может быть:

- аналоговой (пучки лучей при съемке могут быть восстановлены оптико-механическим способом);
- аналитической (то есть замеренные координаты изображения переводятся путем вычислений в координаты модели).

Следовательно, можно говорить об аналоговых и аналитических приборах измерения. Если вместо аналоговых аэрофотоснимков используются сразу цифровые данные (снятые с датчиков спутников) тогда говорят о полностью цифровой обработке

Определение 1.12. Аналитические приборы, которые называют **аналитическими плоттерами (АП)** – используют для оцифровывания (дигитализации) фотограмм, аэрофотоснимков, изображений близких фотограмметрическим (фасады, архитектурные сооружения), а также космических снимков.

Определение 1.13. *Аналитический стереоплоттер* - это трехмерная станция дигитализирования, производящая создание трехмерной цифровой модели на основе стереооценки.

Определение 1.14. Стереооценка - метод позволяющий восстановить трехмерное изображение по паре двухмерных изображений того же объекта, снятых с различных пространственных позиций.

Для метрической оценки снимка необходимо произвести **дифференциальную Коррекцию**.

Определение 1.15. Под **дифференциальной Коррекцией** понимают преобразование оригинального изображения в строго ортогональную проекцию, посредством снятия эффекта перспективы и эффекта различия масштабов для различных высот. Прибор, выполняющий такое преобразование называют ортопроектором (фототрансформатором).



Рисунок 1.10 Ортопроектор

1.16.Ортопроекторы (фототрансформаторы) производят фотографии, называемые **ортофотографиями**. В ортофотографиях информационное содержание изображения сохраняется, при значительном улучшении геометрической точности. Ортофотографию можно в геометрическом смысле сравнить с картой и она пользуется с все возрастающей популярностью.



Рисунок 1.11 Аналитический стереоплоттер SD3000.

Приведем технические данные аналитической фотограмметрической станции SD 3000:

Таблица 1-1 Характеристики SD3000

тип изображения	пленка, стекло, диапозитив или негатив	
коррекция фокуса	0.8 –1.6 мм	
увеличение оптики	3-х – 18-ти кратное	
поле зрения	60 мм при 3-х кратном увеличении, 10 мм при 18-ти кратном увеличении	
измерительная марка	освещаемая марка, настраиваемая по интенсивности и размеру (20 –140 мкм);	
разрешение	> 160 лин/мм при 18-ти кратном увеличении	
Разрешение привода	системы	1 мкм
точность привода	системы	2 мкм
скорость привода	системы	60 мм/с
размеры	854x1057x735 мм	
масса	198 кг	

Это устройство в форме пульта, состоящее из оптики, электромеханики и вычислительного устройства и снабженное установкой ручной работы позволяет проводить всеохватывающий и квалифицированный трехмерный сбор данных.

Снятие координат, производится с точностью несколько микрометров, и в зависимости от масштаба изображение из аэрофотоснимков можно получить погрешности, которые абсолютно равноценны погрешностям, полученным на геодезических приборах.



Рисунок 1.12 Автоматизированный стереофотограмметрический комплекс

Важнейший компонент современных аналитических приборов в области ГИС - зеркальное отображение или суперинпозиция векторных данных. Оптически, оператор видит исходное аналоговое изображение (с фотографии или пары фотографии в стереооценке) и накладываемое аналоговое с уже дигитализованными данными, представленными на одном, или при стереоскопическом зеркальном отображении, двух небольших растровых дисплеях высокого разрешения. Это помогает проводить визуальный контроль на полноту и качество оцифровки.

Стоимость аналитических приборов довольно высока, она составляет около сотни тысяч долларов. Как альтернативу можно рассматривать стандартные компьютеры и специальное программное обеспечение.

2. Универсальные приборы ввода векторных и растровых данных.

К универсальным приборам получения данных относят:

- Дигитайзер, как прибор для получения векторных данных
- Сканер, как прибор для получения растровых данных

2.1. Дигитайзер

Определение 2.1. Под *дигитализацией* понимают преобразование любых аналоговых величин из различных источников (например, точек, линий и плоскостей на картах, чисел

в картотеках) в цифровое значение (например: координаты или элементы изображения (пикселы), алфавитно-цифровые данные).

Определение 2.2. Прибором, который обеспечивает преобразование аналоговых данных в цифровые, является *дигитайзер*.

Под дигитайзером в области ГИС понимают устройство получения векторных графических данных на основе исходного аналогового образца.

Дигитайзер это стандартный прибор сбора данных итеративной графики, на котором имеющиеся карты и планы преобразуются из аналоговой в цифровую форму - в векторные данные. Сейчас в большинстве случаев включен в рабочее место ГИС.

Имеются дигитайзеры формата от А4 до А0, при этом в ГИС преимущественно используются большой формат.

Стандартное разрешение дигитайзера ~1000 dpi (= 0.0254мм) характерно для приблизительно 70 %.

Определение 2.3. Под разрешением прибора понимают создаваемое или регистрируемое прибором количество регулярных неделимых элементов, содержащихся в выбранной единице измерения.

Обычно выражается в dpi в (dots per inch - точек на дюйм) или lpi (line per inch - линий на дюйм);

Так:

100dpi = 3.9	точек в миллиметре
300dpi= 11.8	-//-
600dpi=23.6	-//-
1200dpi=47.2	-//-
2400dpi=94.4	-//-

Понятие разрешение мы будем использовать в дальнейшем при рассмотрении мониторов, сканеров, принтеров, плоттеров.

Точность процесса дигитализации оценивается обычно ~ 0.25 мм. и включает в себя больше, чем только физическое разрешение прибора, она включает в себя ряд погрешностей:

- разрешение прибора с вышеназванными 0.0254;
- личная погрешность наводки с приблизительно 0.05 мм с хорошо настроенными точками;
- точность подгонки образца и его качество от 0.1 до 0.15 мм



Рисунок 2.1 Эскиз дигитайзера A0, и его устройство ввода

При сборе данных различают два метода съемки:

- съемка отдельных точек. Этот метод используется для регистрации отдельных точек и регулярно расположенных объектов, (например домов);
- инструментальная или динамическая съемка, при которой дигитализирование происходит по критериям пути или времени. Этот метод сбора информации применяется для нерегулярных линейных объектов (например, линий высот). Скорость съемки в динамическом режиме находится в диапазоне от 100 до 200 координатных пар в секунду.

К дигитайзеру могут прилагаться увеличительное стекло и мышь (до 16 функциональных клавиш). Большинство дигитайзеров подключаются к компьютеру через USB или COM порты. Цена дигитайзера колеблется в зависимости от формата и других критериев от 20\$(маленькие планшеты) до 3 000\$ (A0) и выше;

Фирмы - изготовители включают в себя Calcomp, Wacom Technology , MUTOH-XLC и т.п.

2.2.Сканер

Определение 2.4. Сканер - устройство для ввода в компьютер графических изображений. Сканер создает оцифрованное изображение документа и помещает его в память компьютера.

Определение 2.5. Сканирование - аналого-цифровое преобразование изображения в цифровую, обычно растровую, форму с помощью сканера.

Исходный материал для сканеров всегда аналоговый.

Для сканера характерны следующие области применения:

- оцифровка растровых изображений, например в целях издания или переиздания книг;

- ввод и распознавание текста как в целях издания книг, так и для документирования и составления архива, а также для ввода тематических данных ГИС;
- оцифровка с дальнейшей векторизацией. Сбор и первичная обработка чертежей для перевода в чертежи системы САПР, ввода векторных графических рисунков или карт в ГИС.

Определение 2.6. По типу сканеры делятся на: *Барабанные, планшетные, ручные, рулонные, проекционные, 3d-сканеры.*

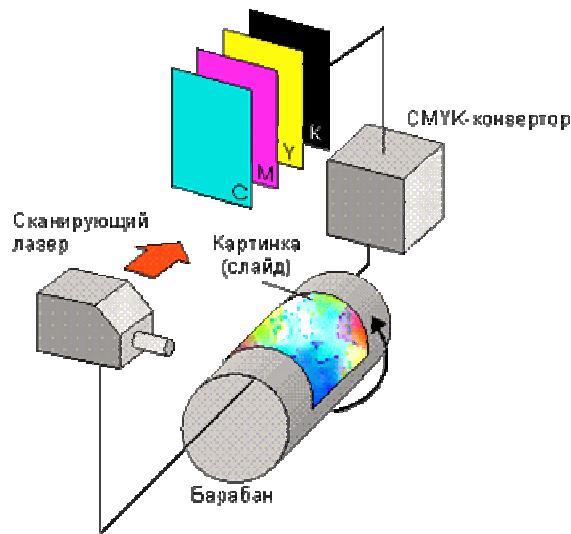


Рисунок 2.2. Барабанный сканер, принцип действия

Определение 2.7. *Барабанными сканерами* называют сканеры в которых образец находится на цилиндрическом барабане. Барабан вращаясь, перемещает образец в одном направлении, а устройство считывания, вместе с лазером и детектором вращается на валике в перпендикулярном вращению барабана направлению.

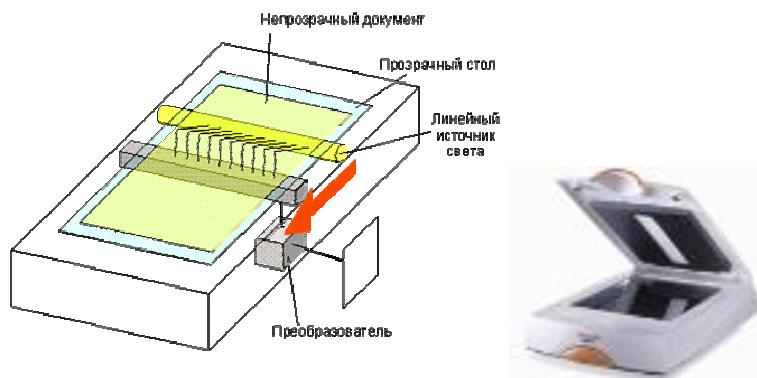


Рисунок 2.3. Планшетный сканер, принцип действия и внешний вид.

Определение 2.8. Планшетными сканерами (рис. 2.3) называют сканеры в которых, сканируемый образец статичен, а единица считывания со сканирующей головкой движутся вдоль образца.



Рисунок 2.4. Ручной сканер, внешний вид.

Определение 2.9. Ручными сканерами называют сканеры, в которых одно из направлений передвижения по материалу осуществляется с помощью руки оператора.

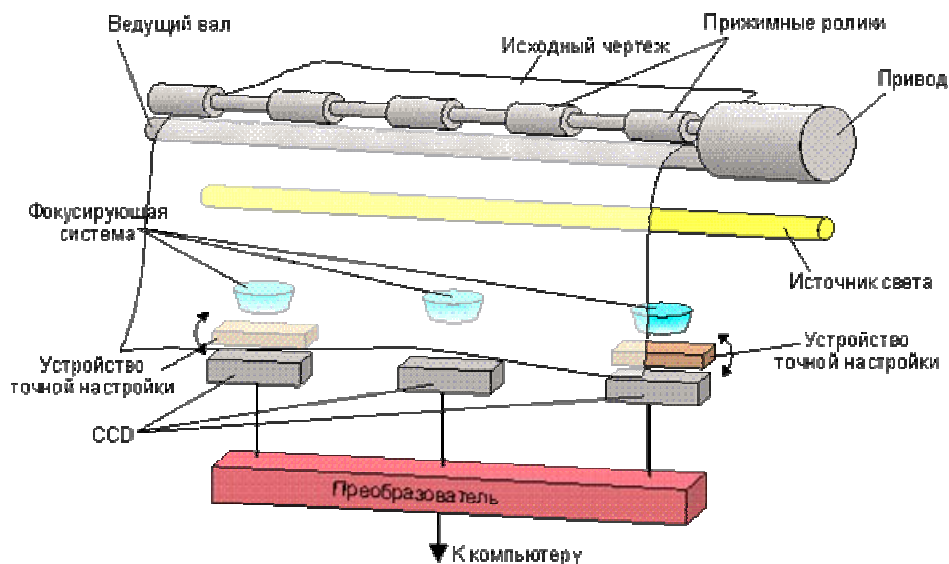


Рисунок 2.5. Рулонный (протяжный) сканер, принцип действия и внешний вид.

Определение 2.10 Рулонным сканером называют сканер, в котором одно направление движения материала реализуется специальным механизмом подачи (рулонно-протяжным), а другое за счет специальной построчной единицы считывания.

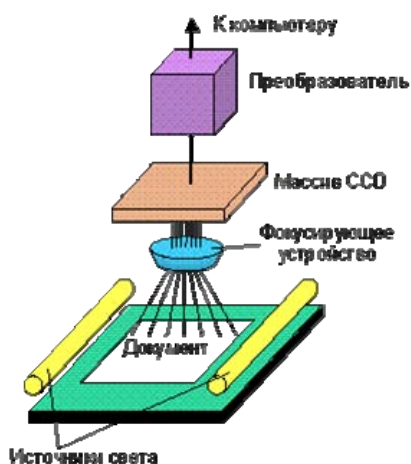


Рисунок 2.6. Проекционный сканер, принцип действия и внешний вид.

Определение 2.11 *Проекционными сканерами* называют сканеры, работающие по принципу цифрового фотоаппарата и позволяющие получить изображение без взаимного перемещения носителя и сканирующего элемента. Разрешение таких сканеров ограничено, но зато они могут сканировать носители произвольной толщины и неплоские предметы.

В сканере отраженный или проходящий через объект свет преобразуется в электрический сигнал по схеме аналого-цифрового преобразования регистрируется как цифровая информация. Физическое разрешения сканеров в настоящее время до 4800 dpi.

Таблица 2-1 Примеры разрешения и объемов информации.

Dpi	точек	на мм ²	на см ²	на дм ²	на м ² , Гб
	на мм	RGB, Байт	Кбайт	Мбайт	
400	16.7	833.3	81.4	7.95	0.776
1200	50	7500	732.4	71.5	6.985

Эти большие объемы информации требуют использования методов сжатия для экономии памяти. Существуют два типа сжатия: сжатие с потерями и сжатие без потерь.

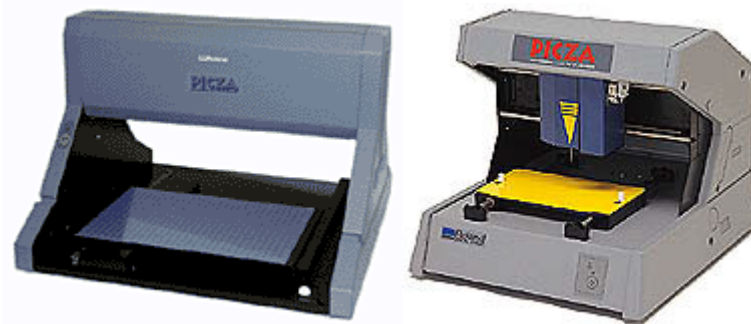


Рисунок 2.7 3D сканеры, внешний вид.

Определение 2.12 *3D -сканером* называется сканеры для получения цифрового трехмерного изображения сканируемого объекта.

3D сканеры стали неотъемлемым компонентом студий специальных эффектов в Голливуде и в мастерских компьютерной графики. Теперь появились версии и для ПК (~3000\$). На таких сканерах можно отсканировать любой объект для создания цифрового 3D изображения, которое может редактироваться и обрабатываться на ПК, эффективно расширяя потенциал для 3D дизайна. С помощью подобных устройств можно создавать компьютерную графику и анимацию профессионального качества простым сканированием вылепленных из пластилина фигур или моделей, 3D страниц в Интернет и другого 3D дизайна. Многие сканеры выдают результат в DXF формате.

3. Приборы управления, обработки и анализа данных

Дигитайзер	Аналитический плоттер	Сканер	Измерительные приборы
Магистраль компьютера , порты ввода вывода			
	Вычислительное устройство Дисплей Клавиатура Мышь		
Магистраль компьютера , порты ввода вывода			
Жесткий диск	Сетевой адаптер	Принтер	Плоттер

Рисунок 3.1 Компоненты аппаратного обеспечения ГИС.

Управление, обработка и анализ пространственной информации в ГИС производится с помощью компьютера. Компьютер для ГИС состоит из:

- системного блока;
- терминала (клавиатуры и дисплея, иногда двух дисплеев);
- мыши и (или) графического планшета.

ГИС работает с различными категориями компьютеров (рис. 3.2, 3.3). Начиная от персонального компьютера (PC), графической рабочей станции и миникомпьютера. Заканчивая при больших объемах данных спецпроцессором банка данных – крупной вычислительной единицей (Mainframe). В редких случаях пространственного моделирования может использоваться и суперкомпьютер.



Рисунок 3.2 Рабочая станция hp i2000, Миникомпьютер Altix 3000 от SGI, MainFrame NEC SX-6

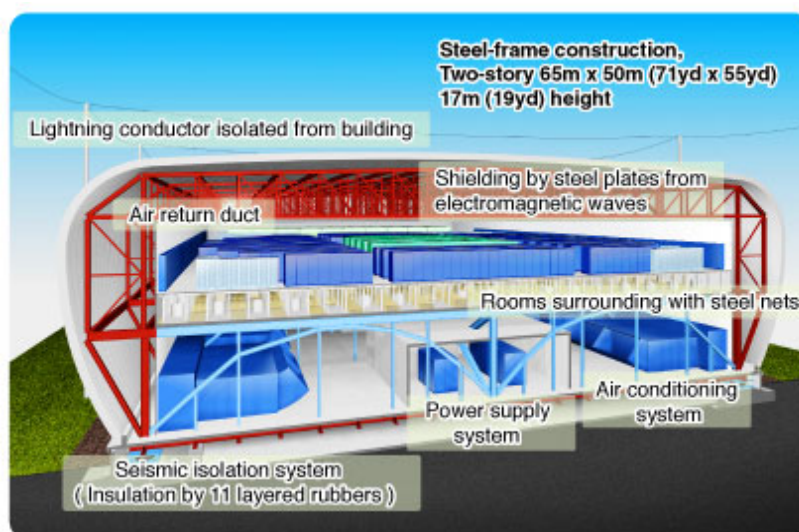


Рисунок 3.3 Суперкомпьютер. Ncs Earth Simulator Center производительность 40 TFlops.

Таблица 3-1 Категории компьютеров (условные)

Тип компьютера	Цена т.\$	Gflops	Число CPU
Суперкомпьютер	>1000	>100g (~40 000)	>1024с
Большой компьютер (MainFrame)	100-1000	10g-100g (50)	4с-256с
Миникомпьютер	20-100	3g -10g (10)	с-16с
Рабочая станция	2-20	g-4g (6)	с-4с
Персональный компьютер	<2	<g (3)	<=с (1)

В 2004 году $g=3$ $с=1$.

В настоящее время практически любой компьютер является частью вычислительного комплекса и входит в локальную (LAN) и глобальные сети (Internet). Благодаря сети информационные потоки могут разделяться и обрабатываться на специализированных программно-аппаратных комплексах – серверах.

Как вычислительное устройство чаще всего выступает персональный компьютер или рабочая станция.

Определение 3.1. *Персональным компьютером* называется компьютер, рассчитанный на работу с одним пользователем.

Определение 3.2. *Рабочая станция* – это компьютер, рассчитанный на многозадачный многопользовательский режим работы, функционирует обычно под системами типа UNIX или NT

семейства и, как правило, базируется на самых мощных процессорах для ПК или на 64-разрядных процессорах RISC – семейства.

Графическая рабочая станция имеет 64-битовое CPU и 64, 128, 256 битовую шину данных, графический дисплей высокого разрешения (1600*1400) с 2 млн. пикселей и диагональю экрана 21 дюйм, а также запоминающее устройство объемом, по крайней мере, 1024 МБайта.

Определение 3.3. *Суперкомпьютер* - мощный компьютер с близкой к предельно-возможной на текущем технологическом уровне производительностью. Суперкомпьютер представляет собой многопроцессорный и/или многомашинный комплекс, работающий на общую память и общее поле внешних устройств.

3.1. Архитектура персональных компьютеров

Персональные компьютеры кроме процессора содержат еще материнскую плату, устройство хранения информации, устройства ввода и отображения информации, устройства создания твердых копий и устройства сетевого взаимодействия.

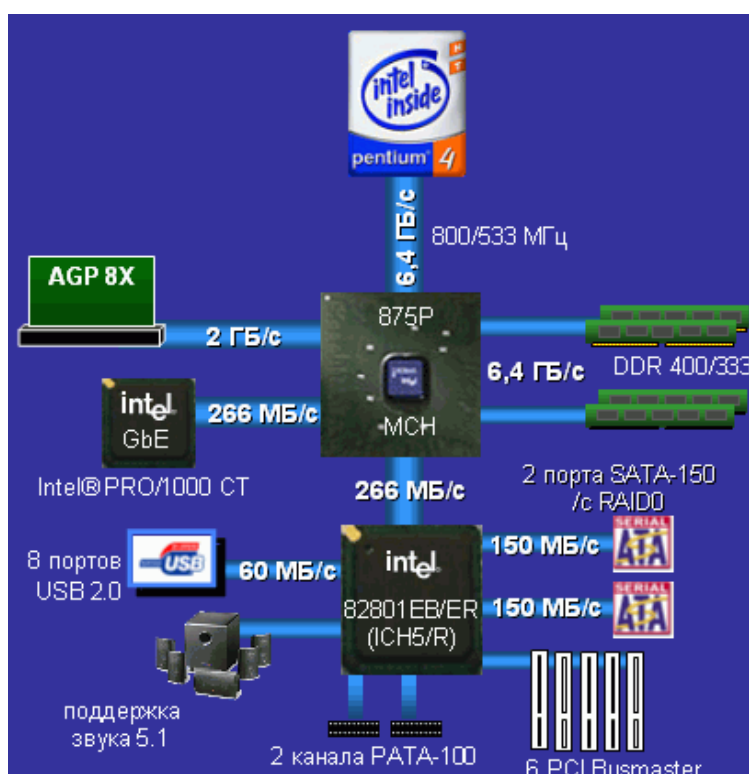


Рисунок 3.4 Архитектура материнской платы на микросхемах intel 875

Особенности архитектуры материнской платы для IA-32 это использование 2 микросхем (северный и южный мост). Северный связывает процессор, память с поддержкой нескольких каналов (для i875), видеокарту, сетевую карту.

Южный связывает контролеры жестких дисков (с параллельным и последовательным интерфейсом) контролеры портов USB, контролер поддержки PCI и звуковой контроллер (интегрированный или внешний).

В персональном компьютере в настоящее время используют следующие внутренние и внешние компьютерные шины:

1. PCI- (Peripheral Component Interconnect - соединение внешних компонент)
2. PCI-X новый стандарт PCI (4,3 ГБ/с)
3. AGP- (Advanced Graphics Port) 2 ГБ/с (с новыми микросхемами не выпускают – 2004 г.)
4. IEEE1394 (Fire Ware) – поток до 400 Мбит/с
5. USB – Universal Serial Bus до 127 устройств 12 мегабит/секунду общий поток и 480 Мбит/с (60МБ/с) для версии 2.0.
6. SATA – Serial ATA (Serialized Advanced Technology Attachment) (150МБ/с) последовательный интерфейс доступа к внешним накопительным устройствам. Является заменой более раннего Parallel ATA (PATA) интерфейса.

3.2.Процессор

Определение 3.4. *Процессор*, центральное устройство ЭВМ, выполняющее заданные программой преобразования информации и осуществляющее управление всем вычислительным процессом и взаимодействием устройств вычислительной машины.

Процессор характеризуется следующими основными характеристиками:

1. Производительностью (MIPS), GFLOPS, специальные тесты SPEC CPU2000 (SPECint2000, SPECfp2000)
2. Разрядностью (количеством бит отводимых на каждый операционный регистр) (8, 16, 32, 64, 128 и т.п. бит)
3. Тактовой частотой (1-999МГц, 1-10 ГГц и т.п.)
4. Типом набора инструкций (RISC, CISC, MISC)

Определение 3.5. *RISC архитектура* это Reduced Instruction Set Computer - компьютер с сокращенным набором инструкций, *CISC архитектура* это Complex Instruction Set Computer - компьютер с полным набором инструкций.

Известным процессором семейства RISC является, например процессор SPARC (Scalable Processor ARChitecture – масштабируемая процессорная архитектура) фирмы Sun,.

Определение 3.6. *MIPS* расшифровывается как Millions of Instrucions per Second (миллионов команд в секунду) и характеризует производительность целочисленного блока вычислительного устройства. *GFLOPS* - Giga FLoating Operation Per Second (миллиардов операций с плавающей точкой в секунду) – характеризует производительность блока вещественных чисел процессора.

CPU	System	SPECint2000		SPECfp2000	
		Base	Peak	Base	Peak
1.35 GHz SPARC64 V	PRIMEPOWER900	747	847	935	1205
2.0 GHz Opteron	Dual Channel PC2700		1202		1170
1.05 GHz UltraSPARC III	Sun Blade Model 2050	537	610	701	827
1.25 GHz Alpha 21264C	hp AlphaServer ES45 68/1250	845	928	1016	1364
1.3 GHz Power4	IBM eServer pSeries 690 Turbo	804	839	1202	1266
1 GHz Itanium 2	hp workstation zx6000	-	-	1356	1356
750 MHz PA-8700	hp workstation j6700	569	603	581	526
2.8 GHz Pentium 4	Dell Precision WorkStation 340	970	1010	938	947
2.25 GHz Athlon XP 2800+	ASUS A7N8X (REV 1.02) Motherboard	898	933	782	843

Рисунок 3.5 Рейтинги производительности некоторых процессоров (2003 г.)

Кроме перечисленных выше характеристик: производительности, частоты, разрядности, набора инструкций процессоры также характеризуются:

- числом и объемами кэш памяти (до трех уровней кэш Level 1 – L1, Level 2 – L2 и т.п.)
- пропускной способностью шины (Гб/С)
- числом процессоров на кристалле (1, 2, 4 и т.п.)
- типом разъема (Socket 754, Socket 940, Socket 478, Socket 604, Socket 603 и т.п.)
- аппаратной поддержкой некоторых технологий(SMP, Hyper-Threading и т.п.)

Таблица 2.2 Характеристики процессоров применяемых в персональных компьютерах и рабочих станциях фирм AMD, Intel (2003 г.):

	Athlon 64	Athlon 64 FX	Opteron 100 series	Opteron 200 series	Pentium 4	Pentium 4 EE	Xeon DP	Xeon MP
сокет	Socket 754	Socket 940	Socket 940	Socket 940	Socket 478	Socket 478	Socket 604	Socket 603
Частота ядра, ГГц*	2,0	2,2	2,0	2,0	3,2	3,2	3,2	2,8
пропускная способность шины, ГБ/с	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	4,2	3,2
объем кэша L1	128 КБ	128 КБ	128 КБ	128 КБ	8 КБ + 12К mOPs	8 КБ + 12К mOPs	8 КБ + 12К mOPs	8 КБ + 12К mOPs
объем кэша L2	1 МБ	1 МБ	1 МБ	1 МБ	512 КБ	512 КБ	512 КБ	512 КБ
объем кэша L3	-	-	-	-	-	2 МБ	0-1 МБ	1-2 МБ
поддержка SMP	-	-	-	+ (2)	-	-	+ (2)	+ (4)
каналов контроллера DDR**	1	2	2	2	2	2	2	4
память**	DDR400	DDR400	DDR333	DDR333	DDR400	DDR400	DDR266	DDR200

3.3. Архитектуры IA-32 и IA-64

Особенностью реализации современных CISC архитектур, таких как IA-32 (Intel Architecture 32 bit), позволившим им вырваться вперед и даже обогнать RISC архитектуры является аппаратная трансляция внутри процессора исходных комплексных инструкций в микрокоманды – RICS подобные инструкции. После трансляции все микрокоманды попадают в кэш микрокоманд, где далее анализируются на предмет независимости и возможности одновременного выполнения. Если есть независимые инструкции, то они выполняются одновременно. Такое распараллеливание позволяет в среднем поднять производительность в два раза и сократить простои процессора (см. рисунок 3.6.).

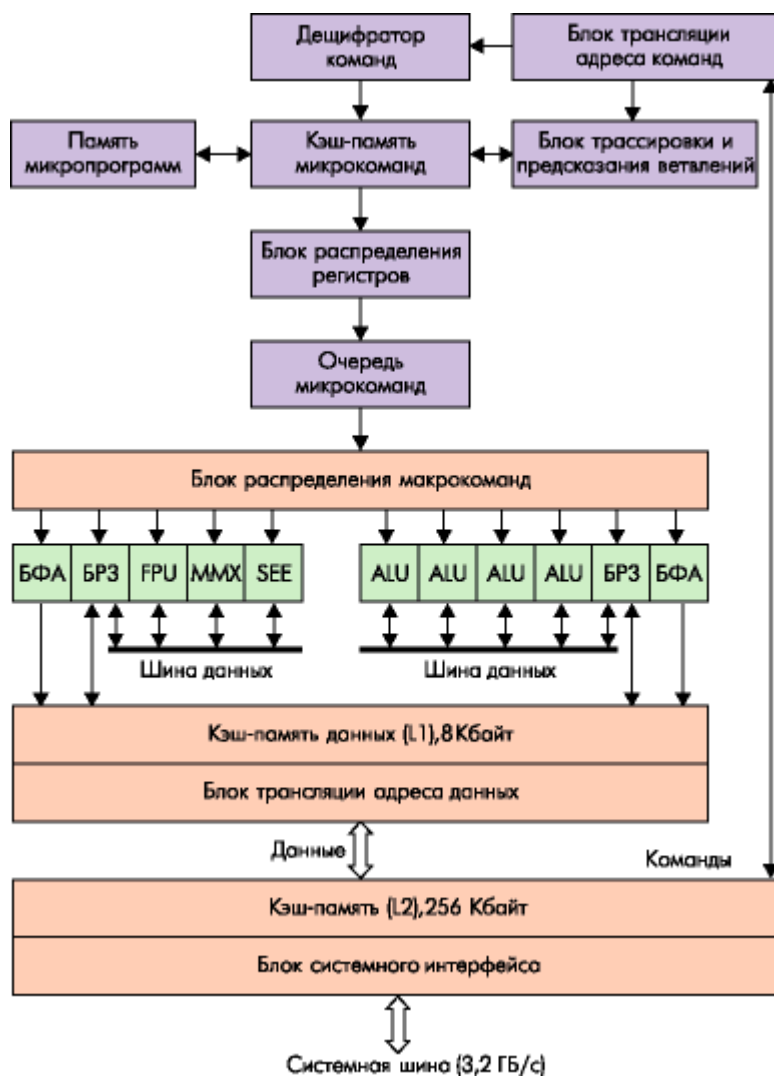


Рисунок 3.6 Внутренне устройство процессора архитектуры IA-32

Основным препятствием на пути распараллеливания и одновременного выполнения нескольких инструкций являются условные переходы. Если есть условный переход, то до вычисления условия мы не можем сказать по какому направлению будет двигаться выполнение программы, т.е. какие инструкции можно одновременно выполнять, а следовательно не можем их предварительно загрузить в кэш команд. Нам нужно будет подождать вычисления условия при этом блоки процессора, которые могли бы выполнять параллельно другие команды, будут простаивать.

Решением, реализованным в процессорах архитектур CISC, стал алгоритм *предсказания переходов*. Код предварительно анализируется и по некоторым характеристикам предполагается наиболее вероятное его продолжение. И это продолжение загружается в кэш и выполняется еще до вычисления условия перехода. После вычисления условия в случае правильного

предсказания результаты работы выполненного после условия кода принимаются и выполнение продолжается. В случае не правильного предсказания перехода все выполненные результаты отбрасываются, конвейер команд очищается и загружается новым кодом. Это приводит к большим задержкам, но в среднем все равно процесс ускоряется, так как вероятность правильного предсказания переходов в процессорах достигает 90% .

Еще одним ограничением для одновременного выполнения нескольких команд является не связанное использование одних и тех же регистров. Для решения этой проблемы используют алгоритм *переименования регистров*, т.е. одному и тому же логическому регистру ставят в соответствие несколько физических, каждому независимому участку кода выделяют свой физический регистр.

Желание загрузить простаивающие блоки процессора привело к появлению технологии аппаратной поддержки параллельных процессов - *Hyper-Threading*. В рамках этой технологии на одном и том же процессоре выполняются одновременно два процесса, по мере возможности используя не занятые блоки. Это конечно не так эффективно как использование двух параллельных процессоров (что очень дорого). Но на разнородных одновременно выполняющихся задачах удается достичь выигрыша 20-30%.

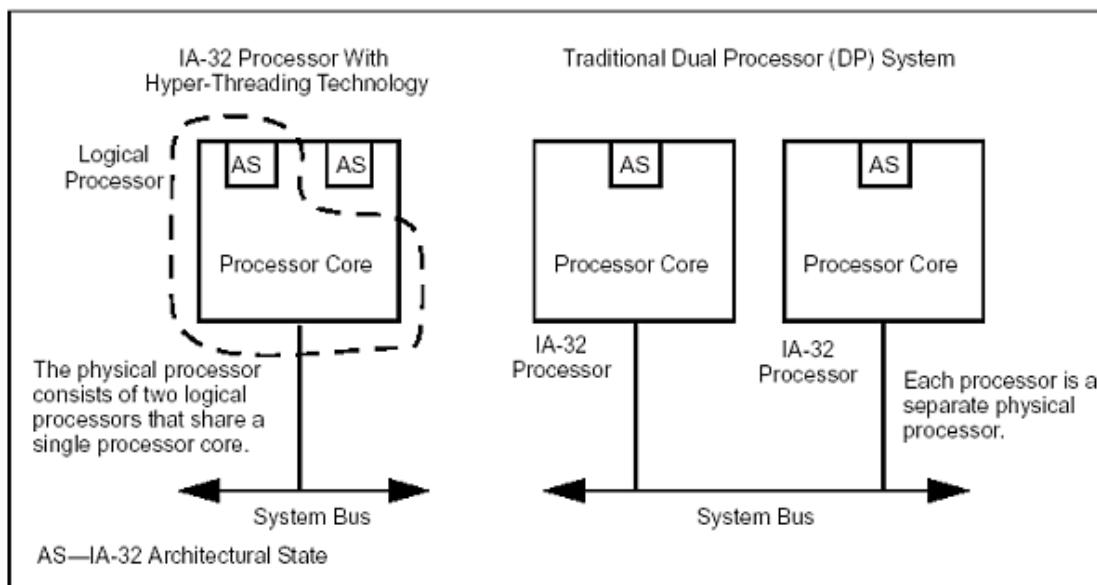


Рисунок 3.7 Технология Hyper-Treading

Дальнейшее развитие CISC архитектуры привело к архитектуре IA-64.

Итак, основные особенности современных процессоров CISC архитектуры IA-32 это

1. Использование сложных инструкций переменной длины
2. Преобразование инструкций в микрооперации.
3. Переупорядочивание и оптимизация микроопераций во время выполнения
4. Переименование регистров.
5. Попытки предсказания переходов
6. Загрузка данных из памяти по мере необходимости, в первую очередь проверяя кэш
7. Использование простаивающих блоков процессора для выполнения параллельных потоков (псевдомультипроцессорность Hyper-Threading для P4).

Архитектура IA-64, ключевые моменты:

1. Использование простых инструкций, сгруппированных по три, одинаковой длины
2. Переупорядочивание и оптимизация во время компиляции
3. Использование нескольких последовательностей команд одновременно без предсказания переходов
4. Загрузка данных до того как они потребуются, кэш проверяется вначале.



Рисунок 3.8 Отличия архитектур IA-32 от IA-64

3.4. Классификация Флинна

Эта классификация вычислительных архитектур базируется на понятии *потока*, под которым понимается последовательность элементов, команд или данных, обрабатываемая процессором.

На основе числа потоков команд и потоков данных Флинн выделяет четыре класса архитектур: SISD, MISD, SIMD, MIMD.

SISD (single instruction stream / single data stream) - одиночный поток команд и одиночный поток данных. К этому классу относятся, прежде всего, классические последовательные машины.

SIMD (single instruction stream / multiple data stream) - одиночный поток команд и множественный поток данных. В архитектурах подобного рода сохраняется один поток команд, включающий, в отличие от предыдущего класса, векторные команды. Это позволяет выполнять одну арифметическую операцию сразу над многими данными - элементами вектора.

MISD (multiple instruction stream / single data stream) - множественный поток команд и одиночный поток данных. Определение подразумевает наличие в архитектуре многих процессоров, обрабатывающих один и тот же поток данных.

MIMD (multiple instruction stream / multiple data stream) - множественный поток команд и множественный поток данных. Этот класс предполагает, что в вычислительной системе есть несколько устройств обработки команд, объединенных в единый комплекс и работающих каждое со своим потоком команд и данных.

3.5. Специализированные процессоры

Чтобы эффективно обработать появляющиеся при работе с цифровыми изображениями большие объемы информации, иногда возникает необходимость в дополнении вычислительной системы специализированными модулями обработки, содержащими собственные процессоры, они классифицируются следующим образом:

- Фиксированные, "зашитые" компьютеры (Fixed Wired Hardware), с арифметическими операциями сложения, вычитания, умножения, деления и логическими операциями типа AND, OR, XOR. Содержатся во многих устройствах.
- Сигнальные процессоры (Signal Processor) предназначены для обработки сигналов и работают в 5 - 10 раз быстрее, чем обычные процессоры. Пример звуковые процессоры в звуковых платах.

- Процессоры потока данных (Data Flow Processors) комбинируют различные процессоры, чтобы решить жестко поставленную задачу. Они программируются на специальном функциональном языке, а затем трансформируются в граф потока данных.
- Новым направлением является использование сетей микрокомпьютеров, которые находятся в одном устройстве. Такой микрокомпьютер на одном кристалле называют – транспьютер (Transputer). Сети транспьютеров строятся не на классической архитектуре Фон Неймана, а на архитектурах нейронных сетей, с существенно большей производительностью, в которой могут параллельно работать тысячи вычислительных устройств.
- VLSI (Very Large Scale Integration - интеграция очень большого масштаба) - очень производительные, но дорогие интегрированные процессоры. Они применяются для построения вычислительных комплексов с большим количеством процессоров вплоть до суперЭВМ.

4. Устройства хранения информации

Обычно третичные устройства записи подключаются к компьютеру по интерфейсу SATA(150Мб/с) и PATA(11/33/66/100/133 Мб/с). Иногда для связи с внешними накопителями применяют IEEE1394 FireWare (400/800 Мб/с)

4.1. Жесткие диски.

Для защиты от сбоев в современных серверных системах для хранения используют дисковые носители, организованные в группы. Эти группы называют RAID (redundant array of independent disks) массивами.

Избыточный массив независимых дисков позволяет организовывать хранение данных в различных моделях. Обычно используют RAID уровней 0, 1, 3, 5

Таблица 4-1 Уровни RAID

Уровень RAID	Надежность	Объем	Производительность	Стоимость
0	нет	100 %	Высокая	Средняя
1	зеркальные копии	50 %	средняя/высокая	высокая

2/3	контроль четности	80 %	средняя	Средняя
4/5/6/7	контроль четности	80 %	средняя	Средняя
10	зеркальные копии	50 %	Высокая	высокая

Рассмотрим наиболее применяемые схемы.

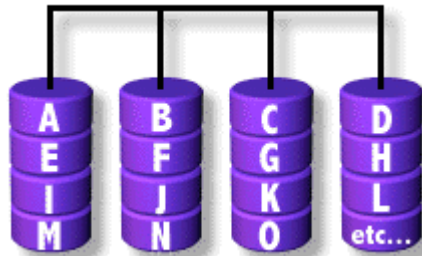


Рисунок 4.1. RAID 0 (Striping) ненадежный быстрый вариант, последовательная запись.

Определение 4.1. RAID 0 – организация дисков для последовательной “поцилиндровой” записи (цилиндр одного, затем другого и т.д.). Увеличивает производительность за счет возможности одновременной записи и чтения со всех дисков в количество раз равное количеству дисков, но в это же количество снижает надежность системы.

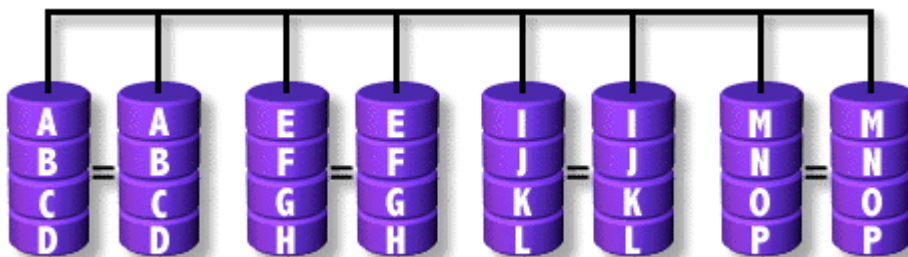


Рисунок 4.2. RAID 1 - зеркалирование информации, дорогой вариант

Все надежные RAID системы основаны на хранении избыточной информации позволяющей восстановить данные, при выходе из строя любого диска, и на том факте, что вероятность выхода из строя одновременно более одного диска ничтожно мала. Вышедший из строя диск можно быстро заменить.

Определение 4.2. RAID 1 – зеркалирование, основано на дублировании информации на двух дисках, таким образом в два раза сокращается объем системы, но надежность возрастает. Производительность пары дисков как у одного обычного диска.

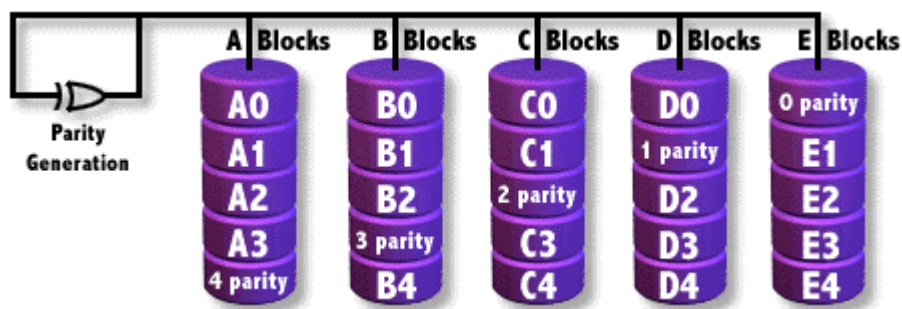


Рисунок 4.3. RAID 5 -блочная запись с генерацией блока четности

Определение 4.3. RAID 5 – запись информации с дополнительной информацией четности, позволяющей восстановить информацию при выходе из строя любого одного из дисков.

4.2. Дискеты



Определение 4.4. Дискеты - так называемые "флоппи-диски" - это средство обмена информацией на РС. Дискеты имеются в формате 3.5 и 5.25 дюйма. Типичная емкость дискеты составляет 1.44 МБайта, что сейчас очень мало.

4.3. Кассеты с магнитными пленками



Определение 4.5. Стример (Streamer) –это устройство записи цифровой информации на магнитную ленту.

Емкость этих кассет до ~200Гбайт на ленту.

4.4. Оптические диски.

Среди оптических дисков для РС различают:

1. Обычные CD изготавливаются на фабриках. 800Мб
2. WORM CD-R, диски одноразовой записи. 800Мб
3. WORM CD-RW, диски многократной записи. До 800Мб
4. WORM DVD(-R,+R), диски одноразовой записи 4.7Гб
5. WORM DVD(-RW,+RW, -RAM) диски многократной записи. 4.7Гб

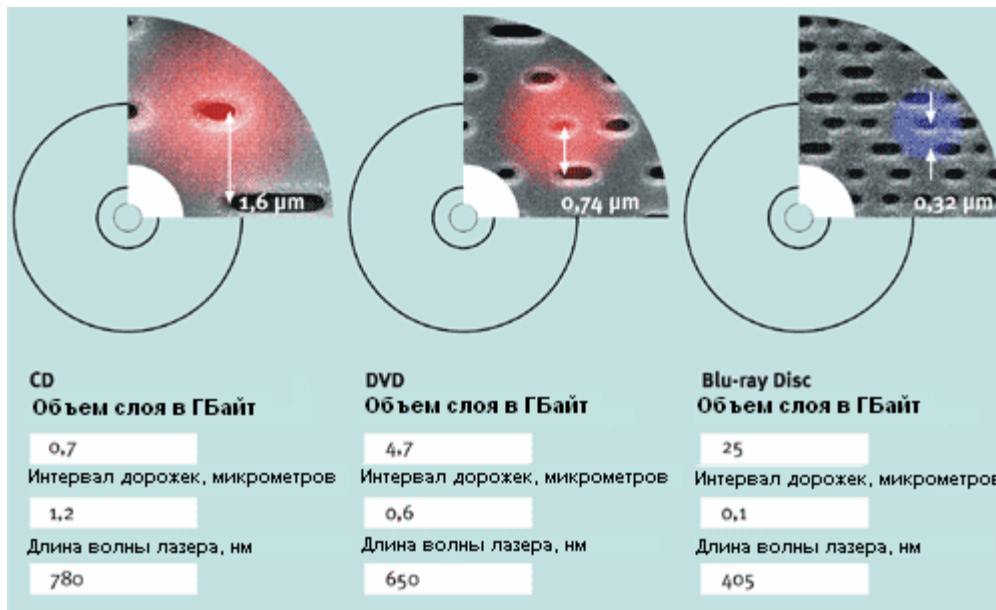


Рисунок 4.4. Характеристики оптических дисков

4.5. Flash память.



Определение 4.6. Flash память – энергонезависимый тип памяти, используется для переноса информации.

Приходит на смену дискетам, очень удобна, так как имеет маленькие размеры, но в настоящее время достаточно дорога (в сравнении с CD).

5. Манипуляторы: мышь и графический планшет

Определение 5.1. Мышь это устройство, с помощью которого пользователь общается с системой на интерактивно-графическом рабочем месте. По принципу действия различают:

- опτικο-механическую мышь;
- оптическую мышь.

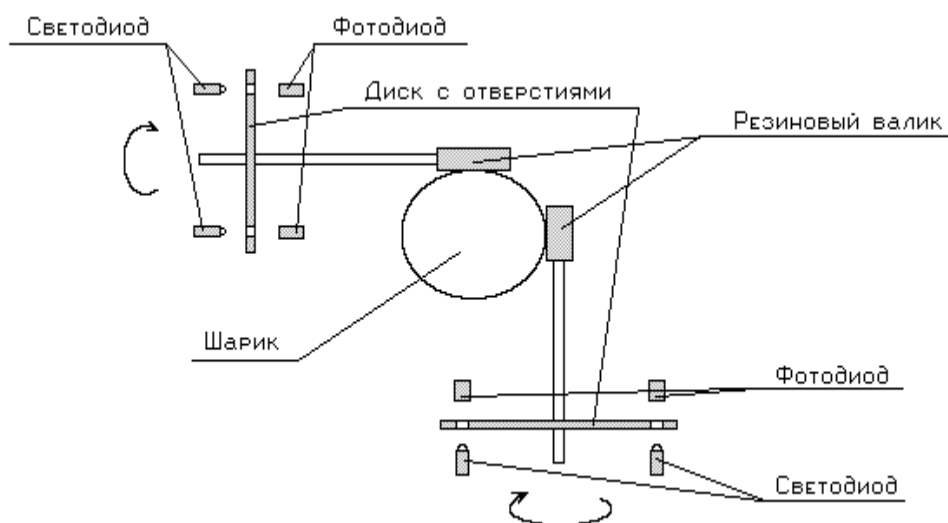


Рисунок 5.1. Устройство опико-механической мыши

У опико-механической мыши встроенный в корпус шарик движется по столу вместе с мышью. Вращательное движение путем трения передается на два потенциометра X, Y. В случае с опической мышью, у которой нет шарика, она движется по мелкоастровому планшету, который считывается через фотоэлементы. Чувствительность мыши измеряется в cpi (counts per inch - отсетов на дюйм) и обычно составляет от 100 до 200 cpi. Бывают мыши с 1, 2, 3 и до 16 клавишами.

Опические мыши отличаются высокой надежностью, так как практически не имеют механической начинки и трущихся частей (к механике можно отнести лишь кнопки и колесо прокрутки). В настоящее время используются мыши второго поколения.

В нижней части такой мыши установлен специальный светодиод, который подсвечивает поверхность, по которой перемещается мышь. Миниатюрная камера "фотографирует" поверхность более тысячи раз в секунду, передавая эти данные процессору мыши, который и делает выводы об изменении координат мыши.

Опические мыши второго поколения имеют огромное преимущество перед первым - они не требуют специального коврика и работают практически на любых поверхностях, кроме зеркальных, они также не нуждаются в чистке.

Цена одной мыши колеблется от 7\$ до 40\$. Альтернативой мыши- является трэкболл(шар). (мышь наоборот, в которой движут шарик) или специальный джойстик на аналитическом плоттере.



Определение 5.2. Планшет это прямоугольная плата, в которой находятся провода или датчики в виде решетки, которые регистрируют координаты прикосновения к поверхности. Такие планшеты заменяют мышь в портативных компьютерах, но могут использоваться и как маленькие дигитайзеры.

Также принцип улавливания координат прикосновения используют в устройствах с сенсорным экраном. К примеру такими экранами обладают карманные компьютеры(PALM и т.п.)



6. Сеть ЭВМ.

Определение 6.1. *Под сетью ЭВМ* понимается - со стороны аппаратного обеспечения - соединение нескольких ЭВМ в единый блок, в котором они поддерживают друг друга в определенных функциях (программном обеспечении), дополняют или защищают друг друга.

Определение 6.2. *Вычислительная сеть* - вычислительный комплекс, включающий территориально распределенную систему компьютеров и их терминалов, объединенных в единую систему.

Вычислительная сеть состоит из трех компонент:

- сети передачи данных, включающей в себя каналы передачи данных и средства коммутации;
- компьютеров, связанных сетью передачи данных;
- сетевого программного обеспечения.

Пользователи компьютерной сети получают возможность совместно использовать ее программные, технические, информационные и организационные ресурсы.

В компьютерной сети выделяют совокупность узлов и соединяющих их ветвей.

По степени *географического распространения* вычислительные сети подразделяются на:

- локальные,
- городские,
- корпоративные,
- глобальные и др.

По *масштабу* производственного *подразделения* различают:

- сети отделов;
- сети кампусов;
- корпоративные сети

По *способу управления* различают:

• **сети «Клиент - сервер»:**

- Клиент - объект (компьютер или программа), запрашивающий некоторые услуги.
- Сервер - объект (компьютер или программа), предоставляющий некоторые услуги.

• **одноранговые сети.**

Основные понятия для сетей: *среда передачи, топология сети, сетевая технология, протокол, пакетный способ передачи.*

6.1.Среда передачи.

Определение 6.3. Информационная сеть состоит из множества устройств для генерирования, обработки и получения информации, **называемых станциями данных или узлами сети**, и физической среды, служащей для передачи информации между узлами, называемой **средой передачи данных**.

Определение 6.4. **Линия передачи данных** - часть среды передачи данных, используемая для распространения сигналов в нужном направлении.

Линии передачи данных могут быть:

- проводными: коаксиальный кабель, витая пара проводов, волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС)
- беспроводными: радиорелейная линия, спутниковый канал, канал воздушной лазерной связи.

6.2.Топология сети

Определение 6.5. **Топология сети** описывает схему физического соединения компьютеров.

Существуют три типа сетевой топологии: Топология шины, топология звезды, топология кольца.



Рисунок 6.1. Топология шины

Топология шины характеризуется самым простым методом разделения среды передачи данных. В рамках этой технологии каждое сетевое устройство, подключенное к общей шине, прослушивает сигналы этой шины. Если необходимо передать информацию, то устройство прослушивает шину на предмет не занятости в данный момент, и если шина свободна, передает свой блок информации (его называют кадр или frame).

Каждое устройство в этой сети имеет свой уникальный физический адрес (MAC – адрес). Каждый передаваемый кадр снабжается MAC адресом получателя.

Устройство, передающее кадр, передает его на шину. Все другие участники сети слушают шину, и если передаваемая информация (кадр) содержит их адрес, то принимают этот кадр, иначе игнорируют.

Такая схема не защищена от простого перехвата всей передаваемой информации злоумышленником. Просто он может принимать не только предназначенные его устройству кадры, но все кадры, проходящие по шине. Это может привести к перехвату паролей и другой ценной информации (если данные дополнительно не шифруются).

Может случиться так, что два сетевых устройства одновременно начнут передачу своих кадров, в этом случае возникает ошибка или сетевая **коллизия**.

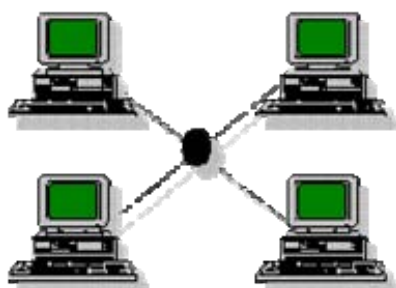


Рисунок 6.2. Топология звезды

Топология звезды аналогична топологии шины в простейшем случае. Все участники сети подключаются к специальному устройству – концентратору (hub). Концентратор это простой

усилитель, который передаваемую ему информацию рассылает всем участникам сети, и сами устройства решают нужна она им или нет. Такая схема не защищена от прослушивания сети, как и предыдущая.

Но топология звезды может включать более интеллектуальные устройства - коммутаторы (switches)

Коммутаторы в отличие от концентраторов пересылают кадры только на тот порт на который нужно, а не рассылают всем.

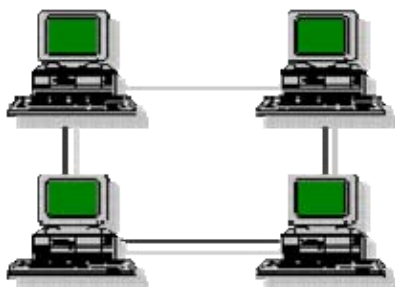


Рисунок 6.3. Топология кольца

Топология кольца в настоящее время мало используется, основной принцип этой топологии – передача кадров по кругу. Один компьютер передает блок информации (кадр) другому компьютеру, если это его информация он принимает ее, иначе отправляет дальше. Этот процесс повторяется пока кадр не достигнет адресата, либо не вернется отправителю (адресат не найден).

Элементами сети могут являться:

- Компьютеры: ПК; ноутбуки; мэйнфреймы.
- Коммуникационное оборудование: коммутаторы; маршрутизаторы;
- Сетевые приложения: сетевой принтер; сетевой стример; другие сетевые устройства

Внутри сети могут иметься следующие устройства:

- Усилители сигнала (Repeater), имеют два сетевых порта, между которыми далее копируется каждый бит. Они позволяют увеличить расстояние между соединяемыми ЭВМ.
- Концентратор (Hub) – многопортовый повторитель, копирует сигнал пришедший на любой из портов на все другие порты. Определяет наличие соединений на каждом из портов.
- Коммутатор (Switch) – “Умный” концентратор (smart Hub), хранит информацию о MAC адресах устройств, подключенных к каждому из портов. Пришедший сигнал

направляет только на нужный порт, а не рассылает его всем как Hub. Если получателя еще нет во внутренней базе данных, то работает как Hub, рассылая информацию всем.

- Мост (Bridge) - это пара устройств, соединенных по принципу точка-точка, по собственному протоколу. Используются для экранирования местных сетей друг от друга, соединения подсетей и т.п. Внешние мосты - это специализированные ЭВМ с двумя сетевыми интерфейсами.
- Маршрутизаторы (Router) представляют собой соединения сетей с помощью того же протокола. Это обычные ЭВМ со специфическим заданием целевой передачи информации.
- Конвертер протоколов - шлюзы (Gateways) объединяют сети различных протокольных семейств, таких как TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), DECNet и т.д. Это специализированные ЭВМ.

6.3. Организация доступа к сети Интернет

В настоящее время вся передовая часть общества имеет доступ в Интернет. Для получения такого доступа требуется организовать последнюю милю:

Типы доступа к провайдеру:

1. Беспроводной
 - Спутниковый симметричный
 - Спутниковый асимметричный
 - Радиорелейный
2. Наземный постоянный
 - Оптоволоконный
 - По выделенной телефонной линии
3. Наземный коммутируемый
 - По коммутируемой телефонной линии

Наземный постоянный доступ (2003 г.):

1. Оптоволоконный
 - Затраты
 - a. Прокладка оптоволокна 1800\$/км
 - b. Два конвертора $2 \cdot 450\$ = 900\$$
 - Скорость >100МБ, плата за трафик (50\$/ГБ)

2. Выделенная телефонная линия
 - Затраты
 - a. Получение линии 500\$
 - b. Два модема $2 \cdot 350 = 700\$$
 - Скорость $\sim 2\text{МБ}$, плата за трафик

Наземный коммутируемый доступ (2003 г.):

1. Необходим модем
2. Скорость максимум:
 - 33600 Бит/с (~ 3.3 Кбайт/с) симметричный режим
 - 56КБит (~ 5.6 Кбайт/с) ассиметричный
3. Плата за время работы: $\sim 0.6\$$ (20р)/ч

Типы модемов.

Модемы бывают:

1. Внешние
 - Аппаратные (Обычно COM) $> 50\$$
 - Программные (обычно USB) $\sim 30-40\$$
2. Внутренние:
 - Аппаратные $\sim 40\$$
 - Программные $> 15\$$

7. Устройства отображения Информации

7.1. Терминалы

Определение 7.1. Терминал (Консоль) - это интерфейсное устройство ввода/вывода, обеспечивающее взаимодействие между пользователем и вычислительным устройством. Он состоит из клавиатуры и экрана. Клавиатуры содержат различные шрифты.

Определение 7.2. Алфавитно-цифровые терминалы (консоли)- это простейшие устройства ввода и вывода алфавитно-цифровой информации.



Рисунок 7.1 АЦ терминал фирмы IBM

В ГИС они применяются для ввода команд и тематических данных.

Стандартными считаются терминалы: **VT52**, **VT100**, **VT220**, **VT320**. Обычно они используются для отображения текстовой информации в 24 (25) строк с 80 или 132 знаками. Они обеспечивают 5 видов изображения текста: (нормальное, выделенное жирно, подчеркнутое, мерцающие, перевернутое). Частота обновления изображений находится в районе 60-100 Герц. В настоящее время в аппаратном исполнении практически не используются, их моделируют программно.

Определение 7.3. Графические терминалы - это приборы с собственным интеллектom, способные аппаратно поддерживать взаимодействие с вычислительной системой на основе протокола графического ввода вывода. В качестве стандартного графического протокола ввода – вывода обычно используют протокол X11. И графические терминалы в этом случае аппаратно реализуют X-Server.



Рисунок 7.2 Графический терминал Sun Ray

Есть также множество программного обеспечения для реализации функций графических терминалов на персональных компьютерах.

Современный графический терминал, может отображать графику используя 16 млн. цветов и иметь размер экрана 21' и выше.

7.2. Мониторы на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ)

Определение 7.4. *Электронно - лучевая трубка (ЭЛТ)* - обобщённое название ряда электроннолучевых приборов, предназначенных для различного рода преобразований электрических или световых сигналов.



Рисунок 7.3 ЭЛТ - монитор

На основе электронно-лучевых трубок построен целый класс устройств отображения информации – ЭЛТ (или на английском Cathode Ray Tube - CRT) - мониторы.

Для создания изображения в ЭЛТ - мониторе используется электронная пушка, откуда под действием сильного электростатического поля исходит поток электронов. Сквозь металлическую маску или решетку они попадают на внутреннюю поверхность стеклянного экрана монитора, которая покрыта разноцветными люминофорными точками.

Поток электронов (луч) может отклоняться в вертикальной и горизонтальной плоскости, что обеспечивает последовательное попадание его на все поле экрана. Отклонение луча происходит посредством отклоняющей системы.

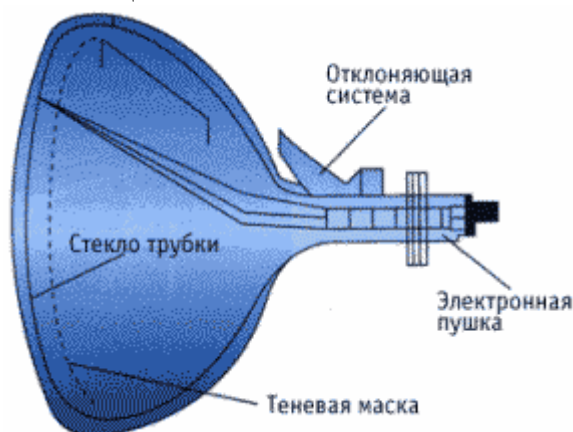


Рисунок 7.4 Устройство ЭЛТ

Для формирования изображения на экране, электронный луч сканирует по экрану слева направо и сверху вниз, создавая "растр". Элементы текста или графики создаются своеобразным включением либо выключением точек растра

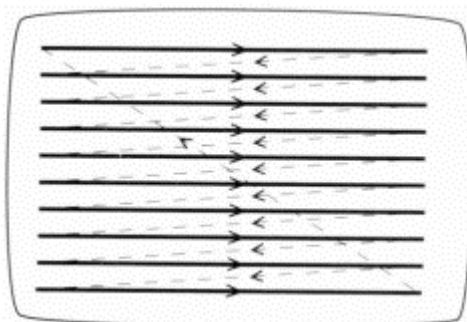


Рисунок 7.5 Прохождение луча для создания растра

Сплошные линии- это прямой ход луча, используемый для формирования изображения, пунктирные линии – обратный ход луча, в этом состоянии интенсивность его излучения минимальна (по сути он выключен), поэтому его не видно.

Для создания цветного изображения используют три пушки для реализации свечения красного, зеленого и синего люминофоров. Каждая пушка излучает электронный луч, который должен влиять на люминофорные элементы своего цвета.

Электронный луч, предназначенный для красных люминофорных элементов, не должен влиять на люминофор зеленого или синего цвета, чтобы добиться такого действия используется специальная маска, чья структура зависит от типа кинескопов от разных производителей, обеспечивающая дискретность (растрность) изображения.

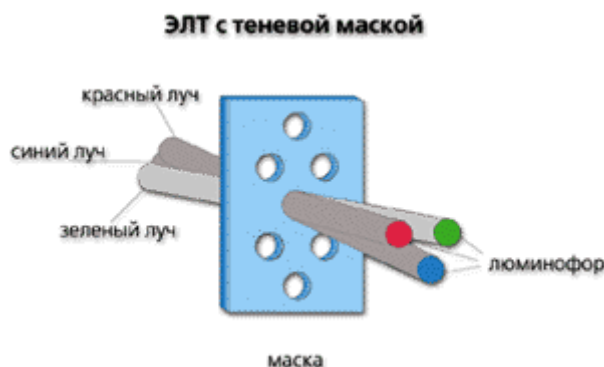


Рисунок 7.6 Использование маски

Т.е, для того чтобы изображение было не размытым и луч точно попадал на нужные элементы люминофора (светящегося слоя) применяют несколько разных технологий, основные из них:

- Теневая маска
- Апертурная решетка
- Щелевая маска

7.2.1 Теневая маска

Теневая маска (shadow mask) - это самый распространенный (и исходный) тип масок для CRT-мониторов. Теневая маска состоит из металлической сетки перед частью стеклянной трубки с люминофорным слоем. Как правило, большинство современных теневых масок изготавливают из инвара (invar, сплав железа и никеля).

Минимальное расстояние между люминофорными элементами одинакового цвета называется dot pitch (или шаг точки) и является индексом качества изображения. Шаг точки обычно измеряется в миллиметрах (мм). Чем меньше значение шага точки, тем выше качество воспроизводимого на мониторе изображения.

Теневая маска применяется в большинстве современных мониторов - Hitachi, Panasonic, Samsung, Daewoo, LG, Nokia, Viewsonic.

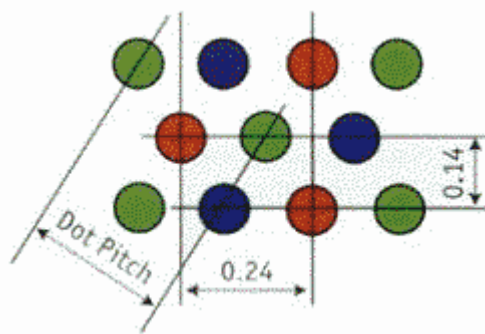


Рисунок 7.7 Люминофор для теневой маски

7.2.2 Апертурная решетка

Апертурная решетка (aperture grill) - это тип маски, используемый разными производителями в своих технологиях для производства кинескопов, носящих разные названия, но имеющих одинаковую суть, например, технология Trinitron от Sony или Diamondtron от Mitsubishi. Это решение не включает в себя металлическую решетку с отверстиями, как в случае с теневой

маской, а имеет решетку из вертикальных линий. Вместо точек с люминофорными элементами трех основных цветов апертурная решетка содержит серию нитей, состоящих из люминофорных элементов, выстроенных в виде вертикальных полос трех основных цветов.

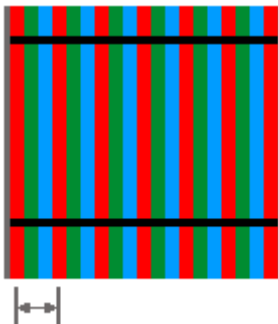


Рисунок 7.8 Люминофор апертурной решетки

7.2.3 Щелевая маска

Щелевая маска (slot mask) - это технология, широко применяемая компанией NEC, под именем "CromaClear".

Щелевая маска используется, помимо мониторов от NEC (где ячейки эллиптические), в мониторах Panasonic с трубкой PureFlat (ранее называвшейся PanaFlat). Кстати, самым первым монитором с плоской трубкой был именно Panasonic с трубкой PanaFlat

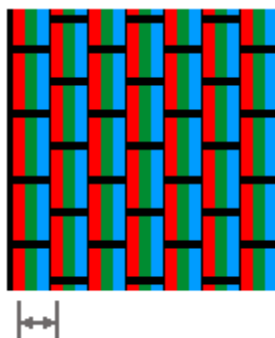


Рисунок 7.9 Люминофор щелевой маски

7.3. Жидкокристаллические мониторы

Определение 7.5. Жидкокристаллические (ЖК) мониторы - (Liquid Crystal Display - LCD) это мониторы, созданные на основе матрицы из жидких кристаллов.

Жидкие кристаллы это вещества, которое находится в жидком состоянии, но при этом обладает некоторыми свойствами, присущими кристаллическим телам. Фактически, это жидкости, обладающие анизотропией свойств (в частности, оптических), связанных с упорядоченностью в ориентации молекул.



Рисунок 7.10 ЖК-монитор

Бывают два типа мониторов: с активной и пассивной матрицей.

В активной матрице используются отдельные усилительные элементы – тонкопленочные транзисторы (*TFT* -Thin Film Transistor) для каждой ячейки экрана, компенсирующие влияние емкости ячеек и позволяющие значительно уменьшить время изменения их прозрачности. Активная матрица (active matrix) имеет массу преимуществ по сравнению с пассивной матрицей. Например, лучшая яркость и возможность смотреть на экран даже с отклонением до 45° и более (т.е. при угле обзора 120° - 140°) без ущерба качеству изображения, что невозможно в случае с пассивной матрицей, которая позволяет видеть качественное изображение только с фронтальной позиции по отношению к экрану.

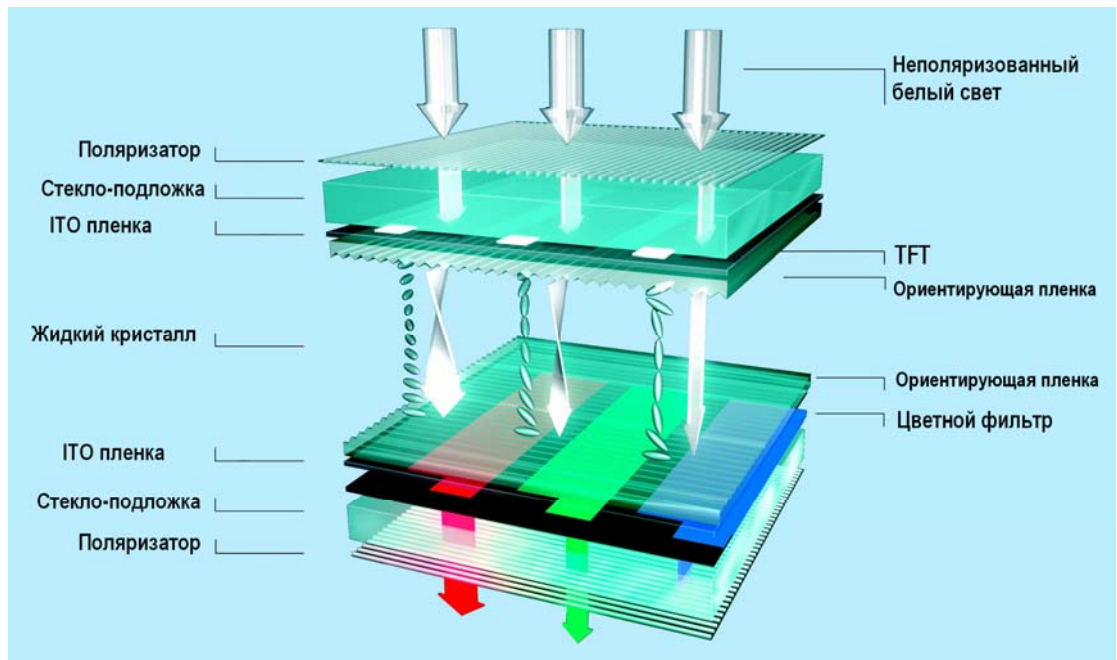


Рисунок 7.11 Устройство TFT LCD монитора

7.4. Видеоадаптеры

Определение 7.6. Видеоадаптером (видеокартой) называют устройство интегрированное в материнскую плату или подключаемое отдельно, главной функцией, которого является преобразование полученной от центрального процессора информации и команд в формат, который воспринимается электроникой монитора, для создания изображения на экране.



Рисунок 7.12 Плата видеоадаптера

Прежде чем стать изображением на мониторе, двоичные цифровые данные обрабатываются центральным процессором, затем через шину данных направляются в видеоадаптер, где они обрабатываются и преобразуются в аналоговые данные и уже после этого направляются в монитор и формируют изображение. Сначала

данные в цифровом виде из шины попадают в видеопроцессор, где они начинают обрабатываться. После этого обработанные цифровые данные направляются в видеопамять, где создается образ изображения, которое должно быть выведено на дисплее. Затем, все еще в цифровом формате, данные, образующие образ, передаются в RAMDAC, где они конвертируются в аналоговый вид, для аналоговых мониторов или в специальный цифровой вид для жидкокристаллических мониторов, после чего передаются на монитор, на котором выводится требуемое изображение

Определение 7.7. RAMDAC (Random Access Memory Digital Analog Converter) – устройство, производящее преобразование значений цветов пикселей, хранящихся в специальной оперативной видеопамети (RAM), представляющей собой видимый образ экрана в аналоговый или цифровой сигнал, поступающий на монитор.

Современные графические видеоадаптеры поддерживают предобработку и рендеринг трехмерных моделей.

Определение 7.8. Рендеринг - процесс создания реалистичных 2-d проекций трехмерных сцен

Процесс создания проекций разбивается на стадии, часть из которых реализуется аппаратно. Современные ускорители имеют графический сопроцессор и аппаратно поддерживают большинство основных стадий трехмерной визуализации (см. рис. 7.17).

На первой стадии конвейера из всего пространства трехмерной сцены вырезается только видимая в этот момент наблюдателем часть (см. рис. 7.13).

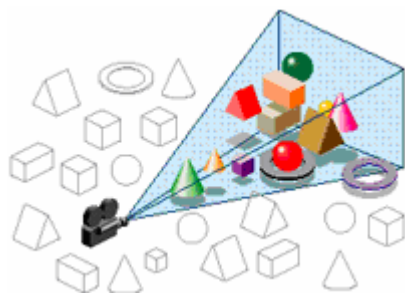


Рисунок 7.13 Отсечение видимым объемом

Следующая стадия включает преобразование координатных систем объектов, которые обычно задаются в мировых координатах в координаты устройства. Этот процесс называется *трансформация*.

Далее производится расчет освещения для каждой модели, при этом производится разбиение на примитивы – *тесселяция* (обычно это треугольники в трехмерном пространстве) и для каждого примитива рассчитывается освещенность.

Таким образом, для исходной проволочной модели рассчитывается освещенность, а затем на основании Z-буфера

производится удаление невидимых объектов. Z-буфер хранит расстояния от глаза наблюдателя до элемента трехмерного объекта. Поэтому если элемент некоторого объекта имеет наименьшее по сравнению с другими объектами расстояние до глаза пользователя (наименьшую Z-координату), то он считается видимым, и если он не прозрачен, то остальные за ним объекты отбрасываются.

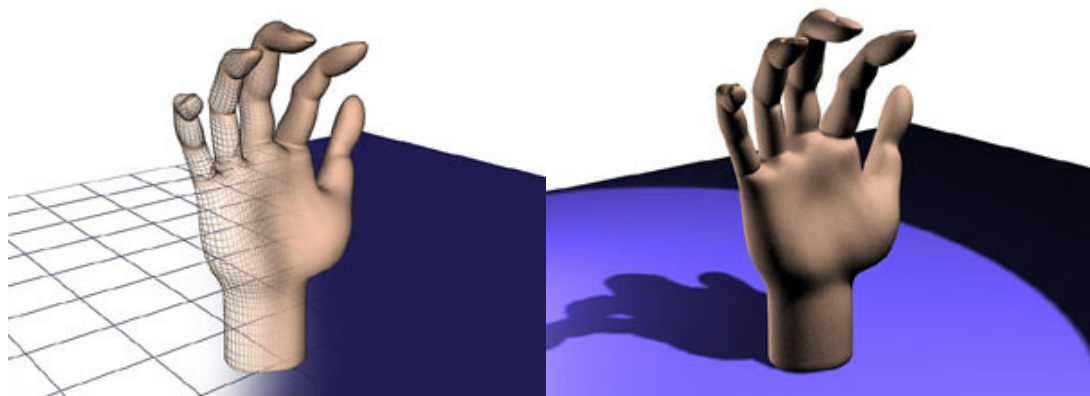


Рисунок 7.14 От проволочной модели к плоскостной и к расчету освещенности.

Следующим этапом является перспективное преобразование и текстурирование.

Перспективное преобразование изменяет размеры проекции объекта в зависимости от расстояния до точки зрения (рис 7.22)

Определение 7.9. Текстурированием или наложением текстур (texture mapping) в трехмерном моделировании называют процесс наложения двумерной текстуры на трехмерный объект (текстура как бы натягивается на объект) для придания ему соответствующего внешнего вида.

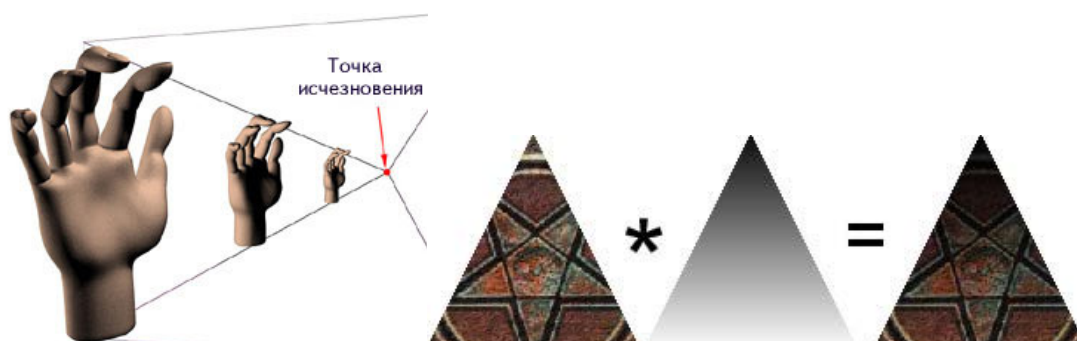


Рисунок 7.15 Перспективное преобразование и текстурирование с учетом освещения

Дальнейший процесс расчета цвета каждого пикселя на итоговой картинке учитывает кроме текстуры ближайшего не прозрачного объекта все встречающиеся на пути прозрачные объекты, а также моделируемые атмосферные эффекты типа тумана.

Кроме этого на заключительной стадии изображение улучшают методами различного типа сглаживания (Анти-алиасинга), которые позволяют избавиться от лестничного эффекта, присущего многим схемам преобразования векторной графики в растровое изображение.

Определение 2.12 Анти-алиасинг - способ обработки (интерполяции) пикселей для получения более четких краев (границ) изображения (объекта). Наиболее часто используемая техника для создания плавного перехода от цвета линии или края к цвету фона. В некоторых случаях результатом является смазывание (blurring) краев.

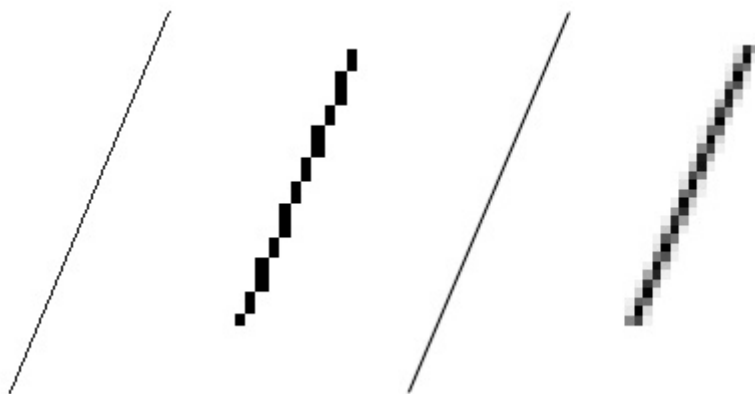


Рисунок 7.16 Изображение линии на компьютере без и с анти-алиасингом

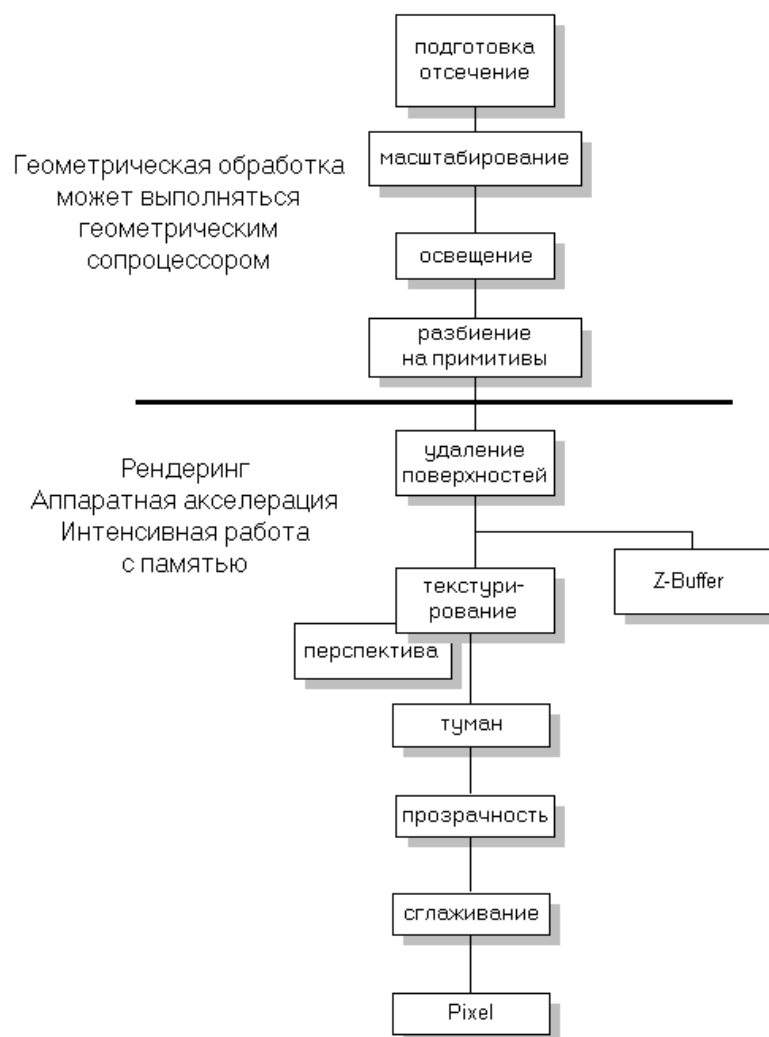


Рисунок 7.17 Стадий формирования 2-D изображения из исходной трехмерной модели (условно схематично).

Трехмерные ускорители используются в ГИС с трехмерным представлением информации, в рамках этих ГИС возможно решение широкого круга задач пространственного анализа.

8. Устройства выдачи твердых копий

8.1. Принтер

Определение 8.1. Принтеры в ГИС предназначены для выдачи алфавитно-цифровых результатов в форме отчетов, статистики, запросов и печати цветных малоформатных карт.

Мы рассмотрим следующие типы принтеров: строковые, матричные, струйные, лазерные, твердочернильные, термопринтеры и термотрансферные принтеры.

Определение 8.2. Строковые или ленточные принтеры представляют собой классические устройства выдачи информации, принцип их действия похож на принцип обычных механических печатных машинок, когда символы получают ударом печатного образа символа через ленту с краской. Скорость их печатания между 200 и 3000 знаков в минуту. В основном имеется только один шрифт. В настоящее время практически не используются. Ранее входили в комплекс ЕС ЭВМ и назывались АЦПУ (алфавитно-цифровое печатающее устройство)



Рисунок 8.1 АЦПУ ЕС ЭВМ

Определение 8.3. Игольчатые или матричные принтеры составляют каждый знак путем удара тонкими иглами через красящую ленту на бумагу. Чем плотнее отпечатываются оставленные иглами точки, тем лучше шрифт.

Основной элемент матричного принтера - печатающая головка, содержащая от 7 до 48 вертикально расположенных штырьков (игл), выталкиваемых электромагнитами до соударения с красящей лентой. Наиболее распространены печатающие головки с 9, 18 и 24 иглами. При 9 иглах разрешение составляет около 240 dpi, а 24 иглы дают разрешение 360 dpi.

В настоящее время используются финансовыми учреждениями (например, банками) для впечатывания информации в готовые бланки.

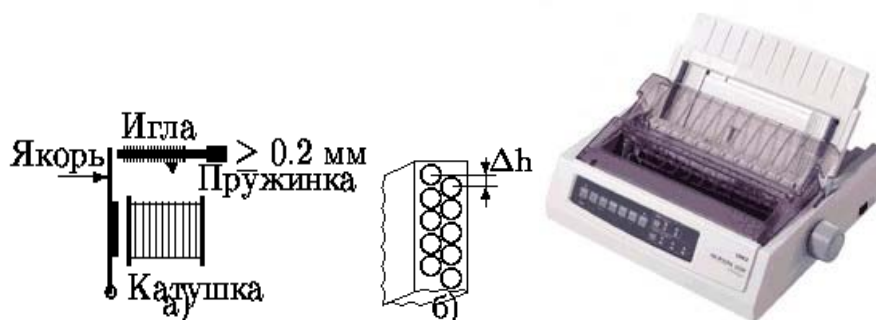


Рисунок 8.2 Матричный принтер, принцип действия и внешний вид

Определение 8.4. Лазерные принтеры используют ксерографический (электрофотографический) метод печати, который также применяется в большинстве аппаратов копирования.

Слой фоточувствительного селена, нанесенный на алюминиевый барабан, в темном боксе аппарата получает равномерный положительный поверхностный заряд с помощью коронного разряда. Этот фоточувствительный слой является изолятором в темноте и полупроводником при освещении. Заряженный слой облучается построчно лазерным лучом для снятия заряда там, где должна быть краска с целью создания на нем скрытого изображения в виде распределения заряда.

На те участки, где не остался заряд налипает тонер (пластмасса с красителем). Синхронно с вращением барабана перемещается обычная бумага. Частицы тонера с барабана переносятся на бумагу. Полученное изображение фиксируется термическим способом (на выходе бумаги стоит нагреватель, который расплавляет пластмассу, содержащуюся в тонере). Перед следующим заряданием фоточувствительный слой очищается от оставшихся частиц тонера и разряжается.

Разрешение в диапазоне от 600dpi в среднем 1200 dpi цена от 180\$. Лазерные принтеры могут частично понимать высшие языки описания, такие как PostScript или PCL .

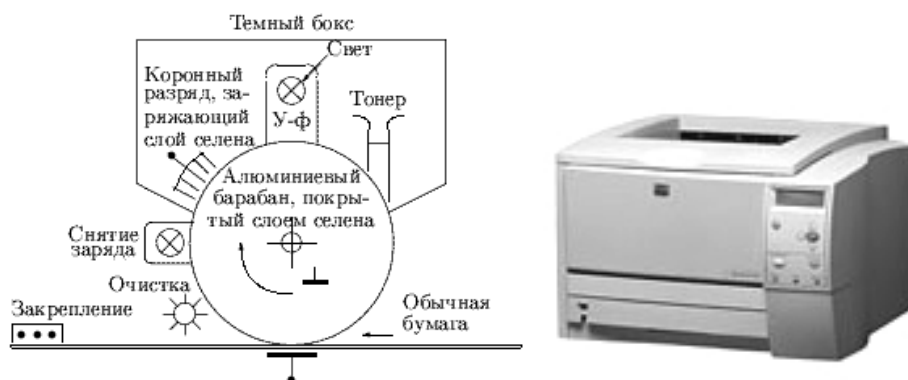


Рисунок 8.3. Лазерный принтер, принцип действия и внешний вид.

Определение 8.5. Принтеры с чернильной записью (струйные) разбрасывают чернила под высоким давлением из нескольких (например 12) форсунок на бумагу. Разрешение от 300 dpi (до ~4600dpi в фотопринтерах), цена начинается с ~70\$.

Цилиндрический пьезоэлектрический кристалл плотно надет на резиновую трубку (см. рисунок ниже), заканчивающуюся соплом. При подаче напряжения на кристалл трубка обжимается и выбрасывает каплю чернил в сопло. Дроссель служит для того, чтобы при обжатии трубки чернила выбрасывались только в сопло, а не в резервуар с чернилами.

Достоинством устройств струйной печати является малое энергопотребление и практически бесшумная работа.



Рисунок 8.4 Струйный принтер, принцип действия и внешний вид

Определение 8.6. Твердочернильные принтеры. Принтеры на твердых красителях (твердочернильные) (solid ink printers) исходно разрабатывались как цветные устройства и представляют собой принтеры расплавляющие твердые чернила и выстреливающие их подобно струйным на барабан, переносящий их на бумагу.

Существенными преимуществами принтеров на твердых красителях являются простота смены красителей - стержни красителей добавляются по мере надобности, малое количество (две) типов расходуемых компонент, против 5-12 для цветных

лазерных принтеров и возможность работы с высоким качеством цветопередачи на самых различных носителях, в том числе и на обычных слайдах для слайд-проекторов. Недостатки – недолговечность головок, необходимость постоянного подогрева красителя.



Рисунок 8.5 Твердочернильный принтер, принцип действия, внешний вид

Определение 8.7. Термопринтеры выжигают мельчайшие точки на бумаге с помощью теплового воздействия печатающей головки из термоэлементов.

Принцип действия термопринтера очень прост. Печатающий элемент представляет собой панель с нагреваемыми элементами. В зависимости от подаваемого изображения нагреваются те или иные элементы, которые заставляют темнеть специальную термобумагу в месте нагрева. Достоинством данного типа принтера несомненно служит то, что ему не нужны расходные материалы кроме *специальной бумаги*. Недостаток - все в той же *специальной бумаге* и медленной скорости печати. Эти принтеры используют в факсах.

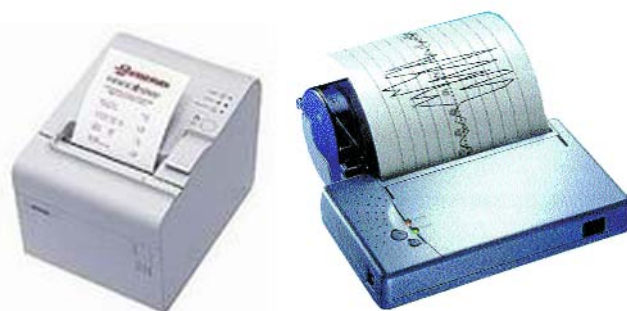


Рисунок 8.6 Термопринтеры.

Определение 8.8. Термотрансферные принтеры используются для термопереноса специальных носителей (наподобие воска) на бумагу с помощью теплового воздействия печатающей головки из термоэлементов.

В головке используется керамическая подложка с термоэлементами. Материал для переноса на бумагу состоит из

тонкого прозрачного пластика, покрытого тонким слоем воска, полимера или гибридом воска и полимера. Этот слой входит в непосредственный контакт с бумагой. В результате нагрева головки воск или полимер переносится на бумагу.

Воск требует меньшей степени нагрева, полимер большей. То же самое относится и к стойкости отпечатков. Воск смазывается, быстро выцветает, в то же время как смесь воска с полимером или полимер надежен.

После того, как воск перенесен на бумагу, пластиковая подложка отделяется от бумаги, оставляя воск на ней.

Эти принтеры используют для печати этикеток.



Рисунок 8.7 Термотрансферный принтер.

8.2. Графопостроители

Определение 8.9. Плоттер (графопостроитель) - это прибор для вывода чертежно-графической, в том числе картографической информации.

Плоттеры (графопостроители) можно классифицировать следующим образом:

- по способу формирования чертежа – векторные (с произвольным сканированием) и растровые;
- по способу перемещения носителя - планшетные, барабанные и смешанные (фрикционные, с абразивной головкой).
- по используемому инструменту (типу чертежной головки) - перьевые, фотопостроители, со скрайбирующей головкой, с фрезерной головкой.

8.2.1 Планшетные плоттеры

В планшетных плоттерах носитель неподвижно закреплен на плоском столе. Закрепление либо электростатическое, либо

вакуумное, либо механическое Головка перемещается по двум перпендикулярным направлениям. Размер носителя ограничен размером планшета.

В некоторых устройствах небольших размеров головка закреплена неподвижно, а перемещается стол с закрепленным на нем носителем, как это сделано во фрезерных станках с числовым программным управлением.

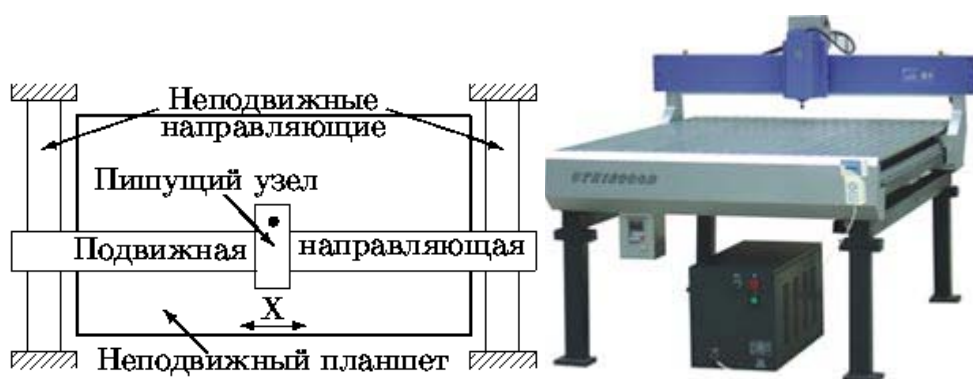


Рисунок 8.8 Планшетный плоттер, принцип действия и внешний вид.

Скорость черчения в среднем составляет 300 мм/сек, максимально - до 1000 мм/сек, ускорение до 5 м/сек². Разрешение (или ширина шага как минимально возможное движение стержня) для качественных чертежей меньше 0.001 дюйма, иногда до 0.01 мм. При высокопроизводительном режиме работы около 0.1 мм. Векторные плоттеры формата А3 стоят от 300\$, формата А0 от 3000\$.

Инструкции пишутся на стандартных языках, таких как HP-GL (графический язык). Производят векторные плоттеры Бенсон, Calcomp, HP, Leica и др.

8.3. Плоттеры с перемещающимся носителем



Рисунок 8.9 Устройство плоттеров с перемещающимся носителем.

Имеются три разновидности плоттеров с перемещающимся носителем:

- барабанные плоттеры, в которых носитель фиксированного размера укреплен на вращающемся барабане, таким образом, длина образца ограничена размером барабана;

- фрикционные плоттеры, в которых носитель перемещается с помощью фрикционных роликов. Эти плоттеры (при равных размерах чертежа) много меньших габаритов, чем барабанные (наиболее распространены).

- рулонные плоттеры, которые подобны фрикционным, но используют специальный носитель с краевой перфорацией (практически не используются). В настоящее время этим термином называют и фрикционные плоттеры.



Рисунок 8.10 Фрикционный плоттер.

8.4.Электростатические плоттеры

Электростатические графопостроители работают на безударном электрографическом растровом принципе. Специальная диэлектрическая бумага перемещается под электростатической головкой, содержащей иголки с плотностью 40-100 на 1 см. К иглам прикладывается отрицательное напряжение в результате чего диэлектрическая бумага заряжается и на ней создается скрытое изображение. Затем бумага проходит через бокс, в котором над ней распыляется положительно заряженный тонер. Заряженные области притягивают частицы тонера. В цветных системах этот процесс повторяется для каждого их основных субтрактивных цветов - голубого, пурпурного и желтого, а также черного (СМΥК).



Рисунок 8.11 Электростатический плоттер, устройство и внешний вид.

9. Выводы

Понятия "машинное обеспечение", "аппаратура" объединяют все физические составные части устройства обработки информации. К этому термину мы отнесли и специфическую для ГИС периферию. Для ввода текстов, карт и изображений существуют дигитайзеры, фотограмметрические приборы, сканеры, а также существует непосредственное получение тахеометрических данных или данных со спутника.

Управление, анализ данных и представление производится с помощью компьютеризированного рабочего места и его компонентов: центрального блока с клавиатурой, экраном и мышью. Это устройство снабжается мощными аппаратными средствами обработки и визуализации как двумерных картографических изображений и фотографий, так и рендерингом трехмерных моделей, что особенно ценно при проведении пространственной оценки и анализа.

Компьютеризированное рабочее место работает в составе локальной сети, обычно подключенной к мировой сети Интернет, это позволяет использовать накопленные в сети пространственные и тематические данные.

Для печати текста, карт и изображений в ГИС используют принтеры и плоттеры.

Кроме аппаратного обеспечения для создания ГИС необходимо использовать программное обеспечение, которое мы будем рассматривать далее.

Литература

1. А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков. Геоинформатика. –М.: МАКС Пресс, 2001 – 349 с.
2. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика/Под ред. Д.В. Лисецкого.-М.: ”Картогеоцентр” – “Геодезиздат”,1993. – 213с. :ил.
3. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 288 с.: ил.
4. Ю. К. Королев. Общая геоинформатика. Часть I Теоретическая геоинформатика. Выпуск I - М: Издательство ООО СП Дата+, 1988 г., 118 стр.
5. Шайтура С.В. Геоинформационные системы и технологии. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 288 с.: ил.
6. Мартыненко А.И., Бугаевский Ю.Л., Шибалов С.Н. Основы ГИС – теория и практика. Фадеев В.А. WinGis – руководство пользователя. Перевод, оформление и подготовка оригинал-макета – Белокопный А.В., Савченко А.А., Молчанов О.Н. Издание второе, исправленное и дополненное. Под редакцией доктора технических наук, профессора Мартыненко А.И. – М., 1995 – 232 с. – ISBN 5-878885-004-4 МП “Геоинформационные технологии”.
7. Киенко Ю.П. Введение в космическое природоведение и картографирование: Учебник для вузов. – М.: Картогеоцентр-Геодезиздат, 1994.-212с.: ил. ISBN-5-860066-005-7
8. William E. Huxhold An Introduction to Urban Geographic Information Systems. New York, Oxford, Oxford University Press, 1991. – 317с.:pic. ISBN 0-19-506534-4.
9. Ульман Дж. Основы систем баз данных / Пер. с англ. М.Р. Когаловского и В.В. Когутовского; Под ред. М.Р. Когаловского. - М.: Финансы и статистика, 1983.- 334 с., ил.
10. Tomlinson, R. F., 1988. The impact of the transition from analogue to digital cartographic representation. The American Cartographer, 15 (3), 249-261.
11. Tomlinson, R. F., Calkins, H. W., and Marble, D. F., 1976. Computer Handling of Geographical Data. Natural resources Research Series XIII, UNESCO Press, Paris.
12. Brassel, K., and Wasilenko, M., 1979. Cartography and graphics. Volume 3 of Marble, D. F., editor, Computer Software for Spatial

Data Handling. Ottawa, Canada: International Geographical Union
Commission of Geographic Data Sensing and Processing.