

# Форматы графических данных

Масалович Андрей Игоревич, Журнал доктора Добба, N 1, 1991

## Форматы графических данных

Масалович, А. И.

[Текст] : научное издание / А. И. Масалович // Ж. д-ра Добба. - 1991. - N 1. - С. 45-49. - ISSN 0869-2343

ГРНТИ [50.41.25](#)

УДК [681.32.06](#)

РУБ 502.41.25.13

Рубрики:

[САПР](#)

[МАШИННАЯ ГРАФИКА](#)

[ФОРМАТЫ ДАННЫХ](#)

[СТАНДАРТЫ](#)

Аннотация: Обсуждаются форматы графических данных (графические форматы). Такие известные каждому пользователю проблемы, как подключение нового графопостроителя или сканера, освоение графического редактора, запись в файл копии содержимого экрана, непосредственно связаны с выбором и использованием графических форматов. Для разработчика САПР эти вопросы чрезвычайно важны, поскольку для использования и модификации графических данных требуется много разнородных программ





# Форматы графических данных

А.И. Масалович

Резонанс, вызванный статьей "Обмен данными в САПР" (Интеркомпьютер, № 3, 1990 г.), побуждает продолжить разговор о форматах хранения и передачи данных. Тема сегодняшнего обсуждения - форматы графических данных (графические форматы). Такие известные каждому пользователю проблемы, как подключение нового графопостроителя или сканера, освоение графического редактора, запись в файл копии содержимого экрана, непосредственно связаны с выбором и использованием графических форматов. Для разработчика САПР эти вопросы чрезвычайно важны, поскольку для использования и модификации графических данных требуется много разнородных программ.

## Виды графических форматов

Создавая в 1804 году новую модель ткацкого станка, французский инженер Жозеф Мари Жаккар не подозревал, что его изделие открывает человечеству новый мир - мир машинной графики. Управляемый колодой перфокарт станок позволял воспроизвести на холсте заранее подготовленный и закодированный с помощью специального языка узор. Используемый при этом принцип переноса изображения на холст сходен с принципами растрового сканирования, применяемыми в современной машинной графике. О станке Жаккара обычно вспоминают, как о первом опыте использования перфокарт. Между тем, он имел все основные признаки устройства для обработки графической информации: исходное описание изображения, представленное в заданном формате на внешнем носителе (колода перфокарт), поступало в блок обработки (система управления челноком) и воспроизводилось на устройстве отображения (станина с холстом).

С той поры прошло без малого два столетия и в машинной графике многое изменилось, однако проблема хранения и передачи графических данных остается актуальной и сегодня. С ней сталкиваются пользователи любых графических систем, особенно пользователи САПР. Интенсивный обмен графическими данными большого объема, характерный для процесса проектирования, заставляет разработчиков внимательно относиться к выбору используемых графических форматов. Неудачный выбор может привести не только к потере эффективности, но и к невозможности обмена данными с другими САПР.

Возникают естественные вопросы: "Существуют ли универсальные форматы графических данных и возможны ли они вообще?" Очевидно, что единого формата, пригодного для всех приложений, нет и быть не может. Однако некоторые форматы фактически стали стандартами для целого ряда предметных областей. В их числе - рассматриваемые в данной статье графические форматы GIF и TIFF. Прежде чем перейти к их обсуждению, несколько слов о видах графических форматов.

Прежде всего графические форматы различаются по виду хранимых данных, которые могут быть представлены в растровой, векторной либо смешанной форме. Данные, представленные в растровой форме (изображение хранится как дву-

мерный массив, каждый элемент которого содержит информацию о цвете одной точки изображения), вводят с помощью сканеров и видеокамер, а выводят на экран или принтер, работающие в графическом режиме. Для представления изображения в векторной форме используют набор геометрических элементов: отрезков, окружностей, прямоугольников и т.д. Часто для описания процесса построения изображения создают файл, содержащий последовательности команд некоторого реального или вымышленного устройства (графопостроителя, фотоплоттера и т.п.). Такое представление удобно для организации обмена данными с внешними устройствами последовательного действия. Векторную форму представления данных применяют в большинстве программ конструирования.

Графические форматы различаются также по допустимому объему хранимых данных и параметрам изображения. Некоторые форматы предназначены для хранения изображений конкретного вида, например содержимого экрана либо данных, вводимых со сканера. Структура и объем изображений известны заранее и не поддаются изменениям. Другие форматы, наоборот, ориентированы на большие объемы данных разного происхождения.

Следующая характерная черта графических форматов - применяемая методика сжатия данных. Графические данные, как правило, очень объемны (например, для хранения содержимого экрана на ПК с адаптером EGA требуется память объемом 256 Кбайт), поэтому существует целое семейство алгоритмов сжатия данных. Наиболее известны эффективные алгоритмы DCLZ (Data Compression Lempel-Ziv), LZW (Lempel-Ziv & Welch), являющийся модификацией алгоритма

Андрей Игоревич Масалович известен читателям журналов "Интеркомпьютер", "Мир ПК" и "Вопросы радиотехники". Области его научных интересов — САПР СБИС, объектно-ориентированное программирование, интеллектуальный интерфейс систем проектирования, архитектура многопроцессорных систем.





DCLZ, и Macintosh Packbits. В их основе лежит использование таблицы часто встречающихся в файле строк переменной длины. Подробнее об этом можно прочитать, например, в статье Дж. Грифа (G. Graef) "Graphics formats" (Byte, Sept.90, № 9, P.305-310).

Графические форматы различаются также по способам организации файла: текстовый или двоичный, с последовательной или ссылочной (индексно-последовательной) структурой и т.д. Текстовые файлы с последовательной структурой предпочтительнее с точки зрения организации синтаксического контроля и трансляции, однако по сравнению с остальными значительно проигрывают в эффективности хранения данных.

Итак, существует много типов графических форматов. Правильный выбор необходимого формата определяется особенностями решаемых задач, используемыми графическими пакетами, а также параметрами применяемого компьютера.

### Представление графической информации в ПК

Одно из основных требований, предъявляемых к графическим форматам, - эффективность "свертывания" и "развертывания" данных большого объема в условиях ограниченных вычислительных ресурсов ПК. Очевидно, что для удовлетворения этого требования структура графических данных в файле должна быть адекватна их внутреннему представлению в ПК. Поэтому прежде чем перейти к рассмотрению возможных способов представления графических данных, необходимо уточнить, как в ПК хранится и интерпретируется графическая информация.

### Использование в программе содержимого экрана

Представьте себе довольно типичную ситуацию: вы пишете одну из своих первых программ и хотите, чтобы она выводила на экран красивую заставку, содержащую, например, фрагменты картинок из игр. Что делать в этом случае? Возможная последовательность действий может быть такой:

1. С помощью программы GRAB редактора DrHALO сохранить в файле в формате PIC содержимое экрана, представляющее собой интересующие вас картинки.
2. С помощью графического редактора DrHALO отредактировать полученное изображение, приведя его к требуемому виду.
3. При написании программы использовать графический пакет HALO, позволяющий выводить на экран файлы в формате PIC.

Предполагается, что все перечисленные программы работоспособны и приобретены легальным путем.

В формировании изображения на экране дисплея ПК участвуют три основных устройства: собственно дисплей (display), устройство управления им - видеоадаптер (display adaptor), и видеопамять (display memory).

Графическое изображение на экране состоит из отдельных элементов - пикселей (pixel), расположенных горизонтальными рядами. Число рядов и пикселей в каждом из них фиксировано. Каждый пиксель представляет собой точку на экране, окрашенную в определенный цвет. В видеопамати хранится числовое значение, соответствующее цвету каждого пикселя. Интерпретация этого значения определяется текущей палитрой (palette) - заданным набором цветов, а также установленным режимом работы экрана.

В IBM-совместимых ПК используют монохромные дисплеи (Monochrome Display - MD), цветные дисплеи (Color Display - CD) и цветные дисплеи с расширенными возможностями (Enhanced Color Display - ECD).

Видеоадаптеры также различаются по возможностям - разрешению, числу цветов и поддерживаемым режимам. В настоящее время наибольшее распространение получил адаптер EGA (Enhanced Graphic Adapter), позволяющий строить изображение размером 640x350 точек, используя 16 цветов. Все шире используются адаптеры VGA, SuperVGA и IBM 8514/A, возможности которых значительно богаче.

Видеопамять есть не что иное, как часть оперативной памяти ПК. Однако в процессе работы необходимо учитывать некоторые ее особенности. Во-первых, эта память зачастую является двухходовой: к ней независимо обращаются процессор и видеоадаптер. В своей книге "Inside the IBM PC" П. Нортон (P. Norton) объясняет характерную рябь на экране, появляющуюся при смене изображения, именно одновременным обращением этих устройств к одной области памяти. Во-вторых, размер, начальный адрес и характер интерпретации используемой области этой памяти зависят от текущего режима работы экрана и в процессе работы могут меняться. В-третьих, ряды пикселей хранятся в памяти чаще всего не подряд, как

### Возможности некоторых адаптеров

Модель	Число цветов	Разрешение экрана
CGA	4	320x200
EGA	16	640x350
VGA	256	320x200
	16	640x480
SuperVGA	256	640x480
	256	800x600
	16	1024x768
8514/A	256	640x480
	256	1024x768

многие часто думают, а двумя группами: четные и нечетные ряды отдельно. Есть и другие нюансы, которые надо знать, занимаясь машинной графикой.

Пусть простят меня читатели за этот маленький ликбез, но мне часто приходилось наблюдать досадную путаницу, возникающую при попытках осуществления прямого доступа к видеопамати в случае работы экрана в разных графических режимах. В помощь разработчикам в таблице на с.47 приведены сведения, необходимые для создания графических программ при работе экрана ПК IBM PC в различных режимах и использовании адаптеров MA, CGA и EGA. Более мощные адаптеры в таблицу не включены, поскольку режимы управления ими пока не стандартизованы и различаются у разных фирм-изготовителей.

Программы сохранения содержимого экрана, имеющиеся в большинстве графических пакетов, напрямую обращаются к видеопамати и помещают ее содержимое в определенный пользователем файл, снабжая его минимальной информацией о текущей настройке ПК (режиме работы экрана, палитре и т.д.). Используемые в этих программах форматы чрезвычайно похожи. Какой из них предпочесть в работе? Можно дать несколько рекомендаций. С точки зрения удобства стыковки с издательскими системами и подключения сканеров, можно порекомендовать формат системы PaintBrush. Формат PIC редактора DrHALO легко использовать в собственных программах. Система Show Partner привлекает простотой, а Story Board - исключительным удобством в работе. Вообще, графиче-



Номер режима	Режим	Разрешение экрана	Число цветов	Размер страницы Кбайт	Минимальное число страниц	Начальный адрес	Адаптер
0	ТЕКСТОВЫЙ	40x25	16 СЕРЫХ	2	8	B 8000	CGA, EGA
1	ТЕКСТОВЫЙ	40x25	16	2	8	B 8000	CGA, EGA
2	ТЕКСТОВЫЙ	80x25	16 СЕРЫХ	4	4	B 8000	CGA, EGA
3	ТЕКСТОВЫЙ	80x25	16	4	4	B 8000	CGA, EGA
4	ГРАФИЧЕСКИЙ	320x200	4	16	1	B 8000	CGA, EGA
5	ГРАФИЧЕСКИЙ	320x200	4 СЕРЫХ	8	2	B 8000	CGA, EGA
6	ГРАФИЧЕСКИЙ	640x200	2	16	1	B 8000	CGA, EGA
7	ТЕКСТОВЫЙ	80x25	2	4	1	B 0000	MA
8	Режимы 8-10 использовались в IBM PCjr Режимы 11-12 зарезервированы и недоступны программисту						
9							
10							
11	Режимы 11-12 зарезервированы и недоступны программисту						
12							
13							
14	ГРАФИЧЕСКИЙ	640x200	16	64	1	A 0000	EGA
15	ГРАФИЧЕСКИЙ	640x350	2	64	1	A 0000	EGA
16	ГРАФИЧЕСКИЙ	640x350	16	128	1	A 0000	EGA

ческих систем и используемых в них форматов великое множество. Кроме того, многие разработчики графических систем, не имея доступа к описаниям существующих форматов, вынуждены разрабатывать собственные. Тот же, кто собирается организовать эффективный обмен данными в больших программных системах, должен использовать мощные стандартные форматы типа GIF или TIFF, к рассмотрению которых мы сейчас и переходим.

## GIF

Усилия фирмы CompuServe по разработке универсального формата для хранения многоцветных изображений привели в 1987 году к созданию первой версии формата GIF (Graphics Interchange Format), одного из наиболее известных форматов хранения и передачи графической информации, представленной в растровой форме. К создаваемому формату предъявлялись следующие требования:

- независимость от аппаратных средств;
- эффективное сжатие информации;
- возможность использования широкой цветовой палитры;
- возможность хранения нескольких изображений в одном файле.

Отличительная особенность формата GIF - активное использование так называемой теговой организации данных, при которой каждый блок данных предваряется полем признака - тегом (tag), определяющим его тип и длину. Теговая организация обеспечивает большую гибкость в описании данных разного вида и объема. Формат GIF разрабатывался для хранения изображений, содержащих до 64 000 пикселей при одновременном использовании до 256 из 16 млн. возможных цветов.

### 8 Гбайт на одной кассете

О мощности используемых в машинной графике алгоритмов сжатия данных свидетельствует такой пример. В конце октября 1990 года фирма Hewlett-Packard объявила о разработке микросхемы, аппаратно реализующей упомянутый в статье алгоритм DCLZ. Включение этой микросхемы в состав стримера HP 35840A позволяет увеличить его емкость с 2 до 8 Гбайт и достичь скорости обмена данными 732 Кбайт/с.

Структура файла данных в формате GIF представлена на рис.1. Помимо блока описания данных, представленных в растровой форме, файл может содержать блоки расширения (extended blocks). Как правило, их два: первый описывает используемые при создании изображения программы и параметры настройки оборудования, второй содержит команды настройки устройства воспроизведения (если таковые необходимы). В файле также хранятся таблицы цветов. В большинстве реальных GIF-файлов содержится одна глобальная таблица цветов, хотя данный формат допускает динамическую перенастройку палитры.

Формат GIF создавался в расчете на использование в небольших системах для ПК. Многие графические системы позволяют непосредственно использовать этот формат либо преобразовывать данные из формата GIF в другие форматы.

В последнее время позиции формата GIF несколько потеснил новый перспективный формат TIFF.

## TIFF

Формат TIFF (Tag Image File Format), явившийся результатом совместных усилий фирм Aldus и Microsoft, целиком базируется на теговой организации данных при широком использовании ссылочных структур.

Основной целью разработки формата TIFF было удовлетворение потребностей как владельцев сканеров различных видов, так и пользователей издательских систем. Это объясняет быстрый рост популярности данного формата у потребителей.

Структура файла в формате TIFF приведена на рис.2. Обязательным элементом файла является 8-байтовый блок заголовка. Все остальные блоки данных могут отсутствовать либо повторяться любое число раз. Их местоположение задают указатели. Файл может содержать описания нескольких изображений. Каждое из них задается блоком IFD (Image File Directory), содержащим набор указателей на элементы данного изображения. При описании отдельного элемента изображения (в документации на формат TIFF он называется entry) указывают его тип и длину. В версии 5.0 формата TIFF предусмотрено 45 типов элементов данных.

Для облегчения работы с изображениями разных типов версия 5.0 позволяет строить TIFF-файлы пяти классов: B - для черно-белых изображений, G - для градаций серого, P - для цветных изображений с загружаемой палитрой, R - для



## Структура файла в формате TIFF

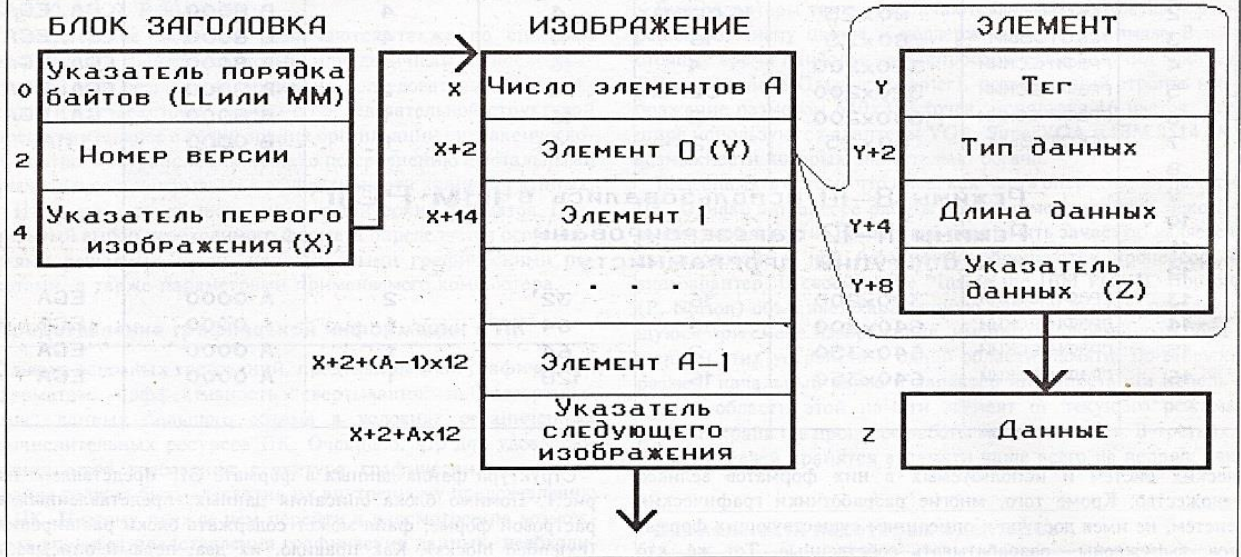


Рис.1.

## Структура файла в формате TIFF

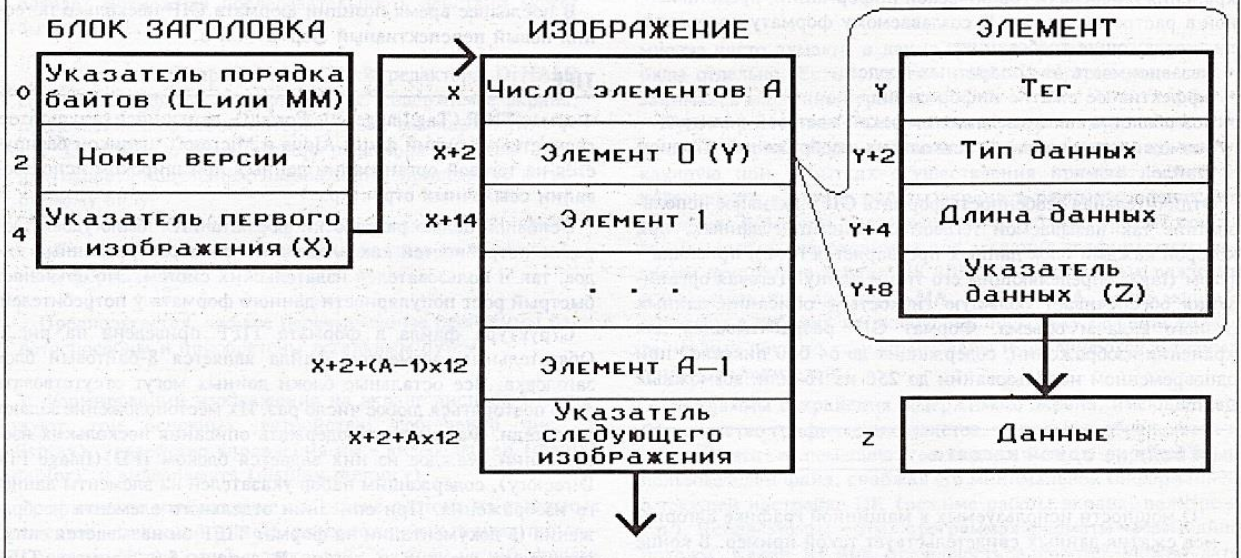


Рис.2.



цветных изображений в палитре RGB, X - для любых изображений.

Формат TIFF предусматривает несколько способов хранения данных; наиболее часто используемый из них сходен с применяемым в формате GIF. Для сжатия данных выбраны алгоритмы LZW, RLE и Packbits.

### **HPGL и другие форматы данных, представленных в векторной форме**

Основное назначение форматов данных, представленных в векторной форме, - передача данных на устройства вывода последовательного действия (графопостроители, фотоплоттеры и т.д.). Собственно, форматы данных, предназначенных для вывода на такие устройства, есть не что иное, как языки управления, содержащие команды, операнды и т.д. Для каждого типа устройств существует определенный класс языков, весьма сходных по принципам построения. В каждом из этих классов есть свои лидеры - как правило, это наиболее мощные и удобные для использования языки. Для фотоплоттеров (их еще называют координатографами) к числу наиболее известных относятся языки Gerber и Emma. Для лазерных принтеров лидером является язык PostScript (его довольно сложная структура позволяет оперировать данными, представленными не только в векторной, но и в растровой форме, а также описывать текстовую информацию).

Что касается графопостроителей, то здесь явственно ощущается ведущая роль языка HPGL (Hewlett-Packard Graphics Language). Разработанный для семейства плоттеров фирмы Hewlett-Packard, язык HPGL содержит стандартный набор команд управления пером ("Перейти в заданную точку", "Сменить цвет", "Нарисовать окружность" и т.д.), а также ряд команд изображения более сложных фигур. Файл в формате HPGL можно просматривать с помощью обычного редактора текста. Отчасти из-за удобства использования этого языка, отчасти вследствие большого распространения плоттеров фирмы Hewlett-Packard многие графические редакторы и системы проектирования "понимают" формат HPGL.

Популярность языка HPGL настолько велика, что многие разработчики плоттеров и даже лазерных принтеров встраивают в свои изделия аппаратные эмуляторы этого языка.

В нашей стране, где пути распространения программных средств таинственны и прихотливы, HPGL и другие форматы данных, представленных в векторной форме, выполняют еще одну, несвойственную им функцию средств обмена между разнородными устройствами. Например, пользователь системы P-CAD имеет средства для вывода данных на фотоплоттер Ерма-80, а хотел бы иметь выход на фотоплоттер M-2005. На Западе он просто купит или закажет соответствующий программный постпроцессор. У нас же более реальной может

оказаться разработка программы преобразования данных из формата одного устройства в формат другого. Известны целые группы программистов, специализирующихся на создании программ-конверторов подобного рода.

В настоящее время идет интенсивная разработка новых форматов графических данных. На повестке дня - решение следующих задач:

- разработка форматов, пригодных как для компьютерной обработки графических данных, так и для их передачи по каналам факсимильной связи и глобальным вычислительным сетям;
- разработка форматов для хранения в цифровом виде изображений, получаемых в телевизионных системах высокой четкости;

### **"Загадка" прерывания 28H**

Программы сохранения содержимого экрана относятся к числу резидентных программ, написание которых требует от программистов известного профессионализма и знания некоторых тонкостей DOS. Одна из таких тонкостей - использование системного прерывания 28H. Оно широко используется в системных программах, но совершенно не описано в технической документации. Так вот, DOS вызывает прерывание 28H, когда находится в так называемом "безопасном" состоянии. Если вы хотите разработать собственную резидентную программу и при этом избежать случайностей во время ее выполнения, то вам необходимо написать обработчик этого прерывания, работающий по следующему алгоритму:

1. Проверка флага: был ли подан сигнал активизации прикладной части резидентной программы. Если флаг выставлен, прикладная часть активизируется.
2. Сброс флага активизации.
3. Вызов прерывания 28H в его первоначальном виде.

Подробнее о прерывании 28H и других хитростях, сопровождающих разработку резидентных программ, можно прочитать в книге Г. Шилдта (H. Schildt) "C for professionals", перевод которой на русский язык уже почти год блуждает на дискетах по Москве.

- разработка стандарта представления сложных цветовых оттенков, позволяющего воссоздавать близкий к реальному вид фотографий, картин и т.д.;
- разработка и аппаратная реализация более эффективных алгоритмов сжатия данных.

Несколько фирм уже объявили о создании первых версий мощных универсальных форматов. Какие из них получат признание и распространение - покажет время.

### **СЛОВАРЬ**

clipping (*вырезание*) - выделение в базе графических данных элементов изображения, полностью или частично попадающих в заданное окно.

palette (*палитра*) - набор цветов, применяемых для формирования изображения. Определяет общее число используемых цветов, а также описывает каждый из них (обычно как комбинацию оттенков красного, зеленого и синего цветов).

pixel (*от английского picture element - элемент изображения*) - элемент данных, содержащий информацию о цвете и/или яркости одной точки изображения.

tag (*тег*) - поле признака, используемое для определения характера следующей за ним информации. Использование тегов характерно

для организации данных в информационно-поисковых и интерактивных графических системах.

viewing (*визуализация*) - формирование изображения, соответствующего заданному набору графических данных.

window (*окно*) - прямоугольный участок на экране дисплея, в котором отображается графическая либо текстовая информация.

zooming (*масштабирование*) - изменение масштаба при выводе графической информации на экран дисплея. При использовании стандартного ПК семейства IBM PC/AT эта операция выполняется программными средствами. Дополнительные графические процессоры типа Galaxy и Artist предусматривают аппаратную реализацию масштабирования.