

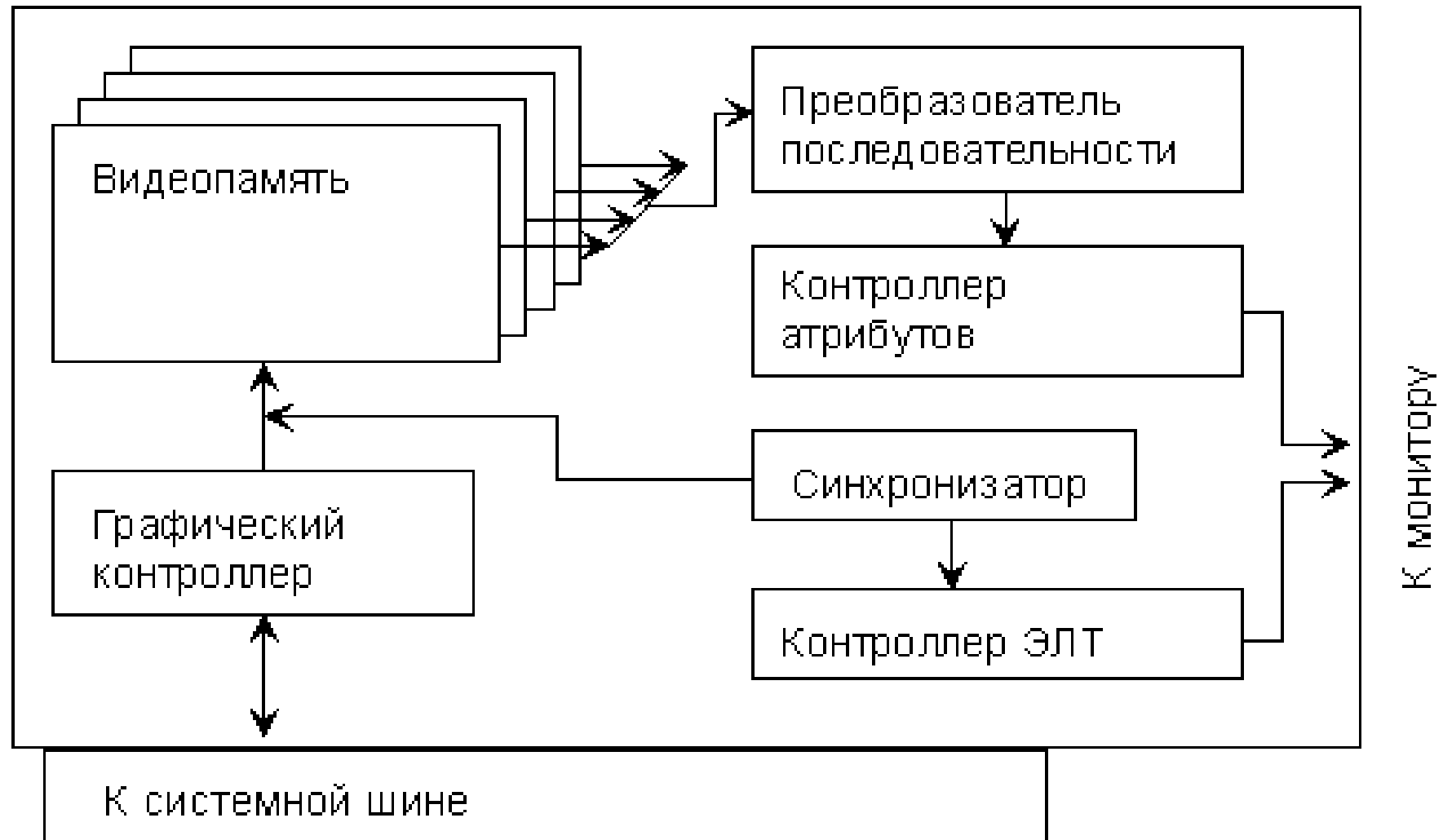
Видеосистемы

Видеосистемы

Основным графическим устройством, с которым чаще всего приходится работать, является видеосистема компьютера. Обычно она состоит из видеокарты (адаптера) и подключенного к ней монитора.

Изображение хранится в растровом виде в памяти видеокарты: аппаратура карты обеспечивает регулярное чтение этой памяти и ее отображение на экране монитора. Поэтому вся работа с изображением сводится к тем или иным операциям с видеопамятью.

Блок схема видеоадаптеров EGA/VGA



Существует несколько стандартных режимов работы видеоадаптеров, определенных фирмой IBM. Любой из этих режимов можно инициировать конструкцией типа:

```
mov ah,00h  
mov al,Mode ;Номер видеорежима  
int 10h
```

Некоторые режимы работы видеоадаптеров

Режим работы	Тип информации	Количество цветов	Разрешение, пиксел x пиксел
0Dh	Графический цветной	16	320x200
0Eh	Графический цветной	16	640x200
0Fh	Графический монохромный	2	640x350
10h	Графический цветной	16	640x350
11h	Графический цветной	2	640x480
12h	Графический цветной	16	640x480
13h	Графический цветной	256	320x200

При изменении 11 и 12 строки может получить такое:

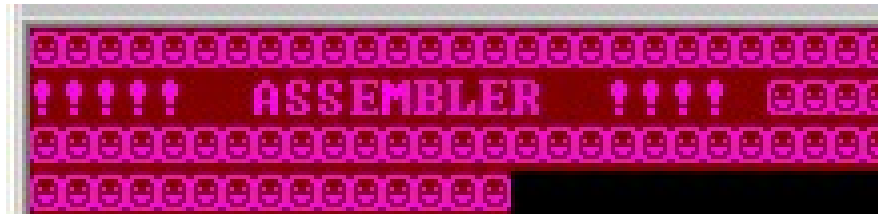
```
mov al,06h  
mov bl,1dh
```

;номер видеорежима
;изменение цвета



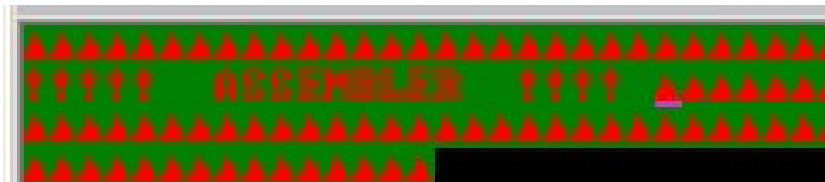
```
mov al,01h  
mov bl,4dh
```

;номер видеорежима
;изменение цвета

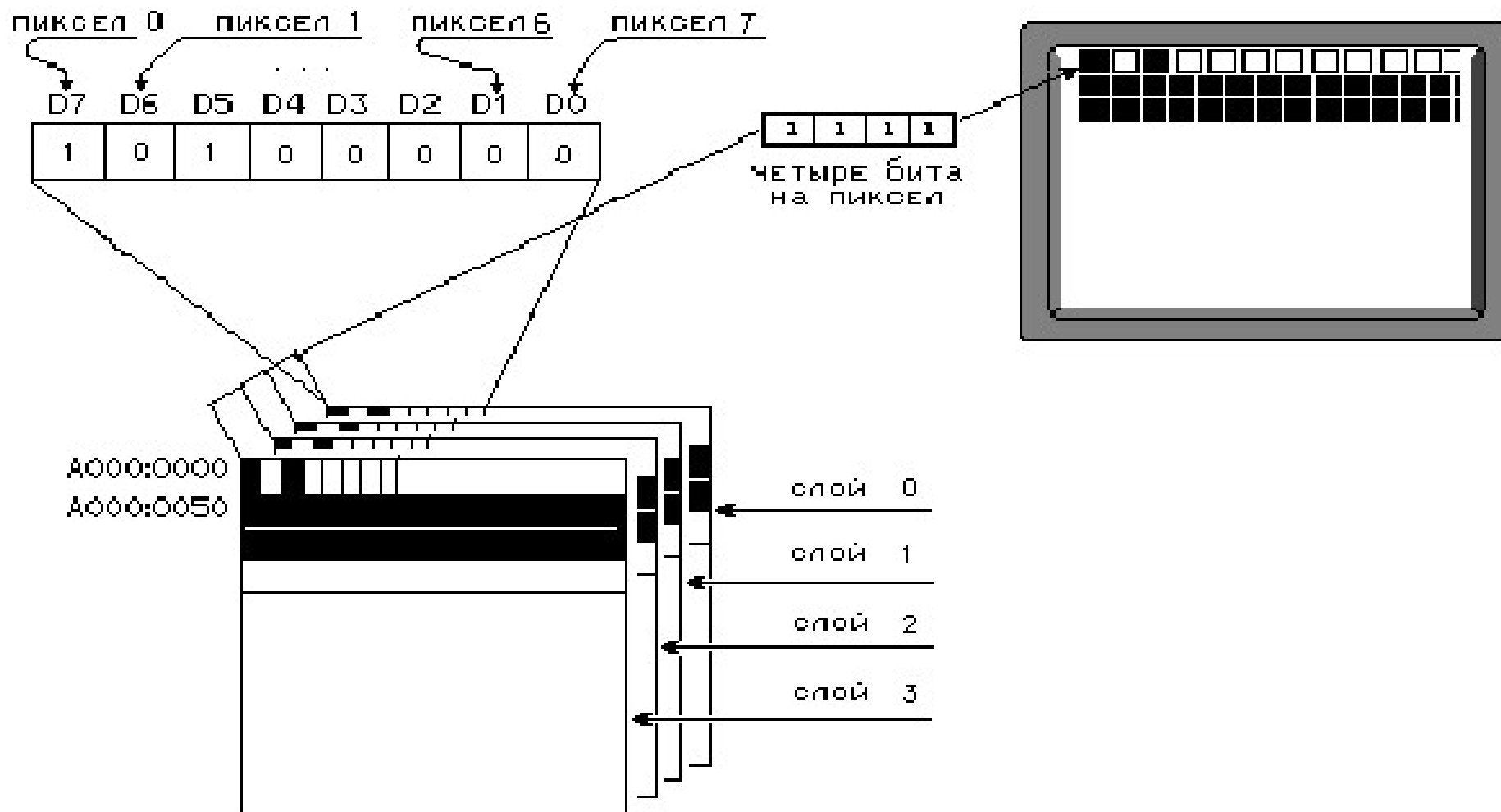


```
mov al,1eh  
mov bl,2ch
```

;номер видеорежима
;изменение цвета



Структура видеопам'яти режиму 10h.



Страничная организация видеопамяти

В большинстве режимов видеоадаптеров видеопамять разделена на несколько страниц. При этом одна из них является активной и отображается на экране. При помощи функций BIOS или непосредственного программирования регистров видеоадаптера можно переключать активные страницы видеопамяти. Вывод информации можно производить как в активную, так и в неактивные страницы памяти. Таким образом можно подготовить несколько страниц памяти (несколько экранов), а затем быстро сменять их на экране дисплея.

Рисунок демонстрирует страничную организацию видеопамати. На мониторе отображается содержимое первой страницы памяти, расположенной по адресу В000:0800h.

Страница 0
В000:0000h

Это самая первая
страница

Страница 1
В000:0800h

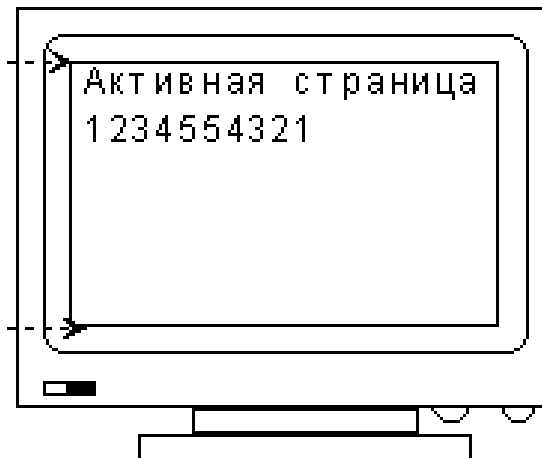
Активная страница
1234554321

Страница 7
В000:3800h

Неактивная
страница

098765567890

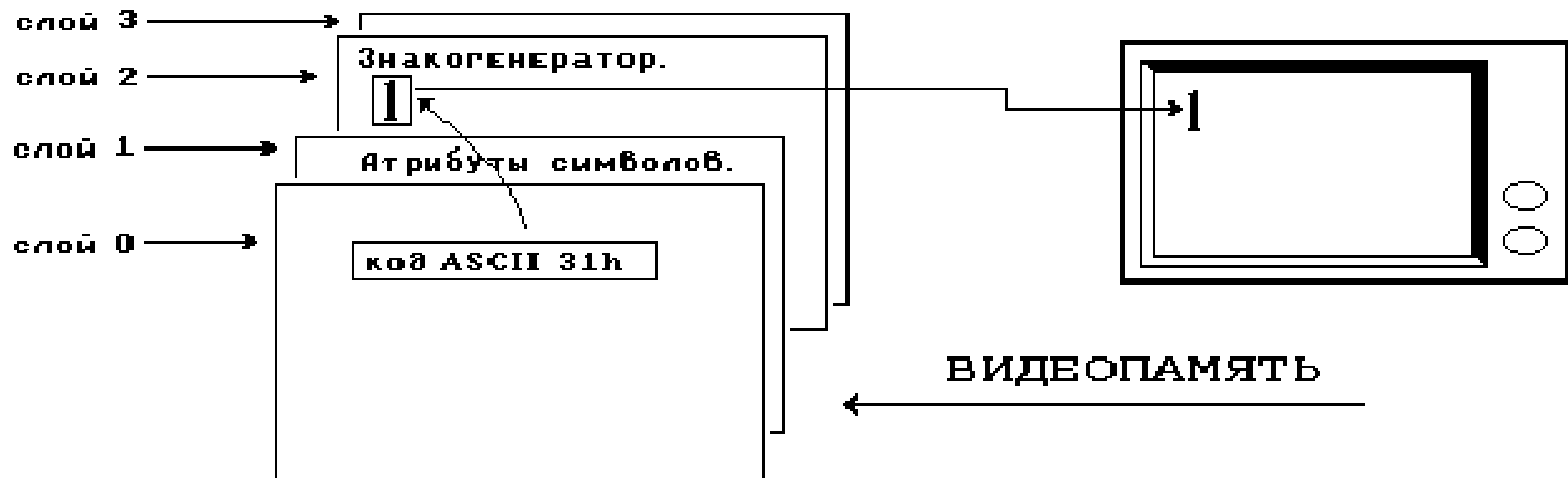
Видеопамать



Текстовый режим

В текстовых режимах (режимы 0,1,2,3) на экране могут отображаться текстовые символы, а также символы псевдографики. Для кодирования каждого символа используется два байта. Первый из них содержит ASCII-код отображаемого символа, который находится в нулевом цветовом слое, а второй - атрибуты символа, которые находятся в первом цветовом слое. Коды символов имеют четные адреса, а атрибуты - нечетные. Атрибуты определяют цвет символа и цвет фона. Благодаря такому режиму хранения информации достигается значительная экономия памяти по сравнению с графическим режимом

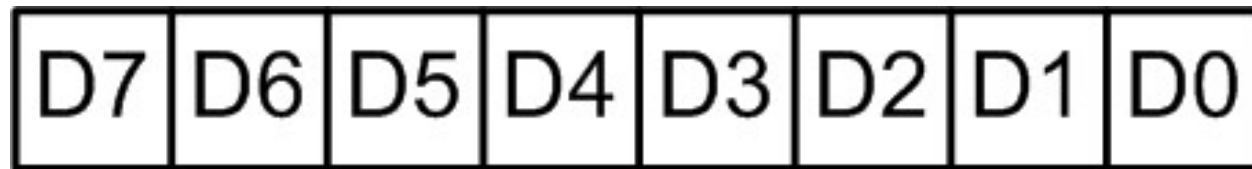
При отображении символа на экране происходит преобразование его из формата ASCII в двумерный массив пикселов, выводимых на экран. Для этого преобразования используется таблица трансляции символов (таблица знакогенератора).



Преобразование кода ASCII в образ символа на экране

БАЙТ АТРИБУТА СИМВОЛА

Каждый символ, отображаемый на экране в текстовом режиме, определяется не только своим кодом ASCII, но и байтом атрибутов. Атрибуты задают цвет символа, цвет фона а также некоторые другие параметры



Байт атрибутов символа

D2-D0 - Цвет символа.

D3 - Интенсивность символа и выбор таблицы
знакогенератора.

D6-D4 - Цвет фона символа.

D7 - Мигание символа или интенсивность фона
символа.

Соответствие цвета символа и его фона значению поля цвета символа в байте атрибутов.

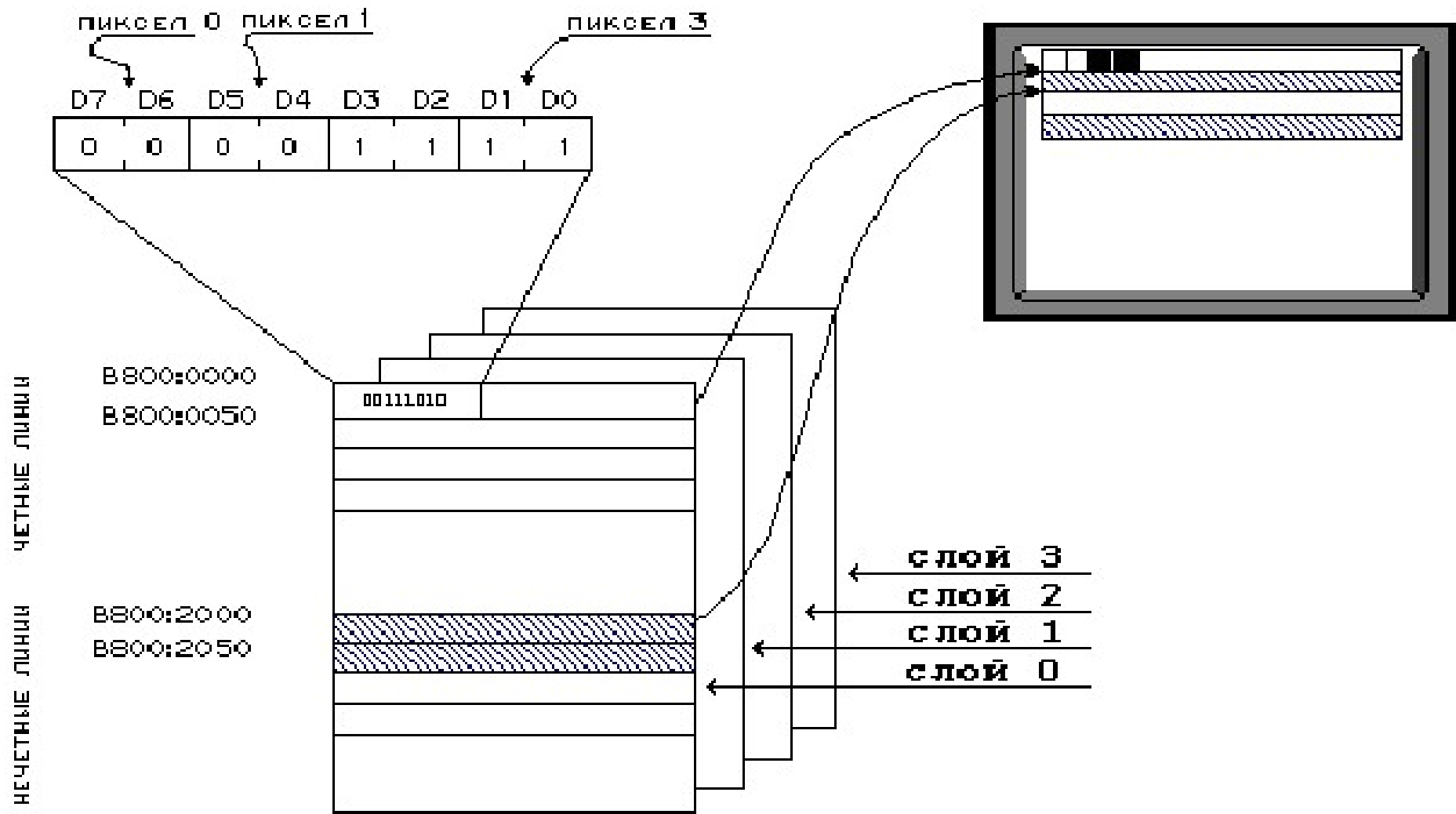
Код цвета символа в байте атрибута	Стандартный цвет	Дополнительный или цвет с повышенной интенсивностью
000	Черный	Серый
001	Синий	Светло-синий
010	Зеленый	Светло-зеленый
011	Морской волны	Голубой
100	Красный	Светло-красный
101	Фиолетовый	Малиновый
110	Коричневый	Желтый
111	Белый	Ярко-белый

Цветовая палитра режимов 4 и 5

Это режимы низкого разрешения (320x200), используются 4 цвета. Поддерживаются видеоадаптерами CGA, EGA и VGA. У адаптеров EGA и VGA видеоданные расположены в нулевом цветовом слое. Остальные три цветовых слоя не используются.

Для совместимости с видеоадаптером CGA, отображение видеопамати на экран не является непрерывным: первая половина видеопамати (начальный адрес B800:0000) содержит данные относительно всех нечетных линий экрана, а вторая половина (начальный адрес B800:2000) - относительно всех четных линий. Каждому пикселу изображения соответствуют два бита видеопамати. За верхний левый пиксел экрана отвечают биты D7 и D6 нулевого байта видеопамати.

На рисунке изображено соответствие видеопамяти пикселям экрана.



Структура видеопамати для режимов 4 и 5.

Регистры видеоадаптеров EGA и VGA

Программирование видеоадаптеров на уровне регистров позволяет увеличить скорость работы программ и решить некоторые задачи, которые нельзя решить только при помощи функций BIOS

По признаку выполняемых функций можно выделить следующие группы регистров:

- Внешние регистры
- Регистры контроллера ЭЛТ
- Регистры синхронизатора
- Регистры графического контроллера
- Регистры контроллера атрибутов
- Регистры цифро-аналогового преобразователя VGA
- Нестандартные режимы видеоадаптера VGA

Внешние регистры

Внешние регистры названы так потому, что в видеоадаптере EGA они не принадлежат центральной микросхеме. Внешние регистры адресуются непосредственно по адресам своих портов, без использования индексного регистра. К внешним регистрам относятся регистр определения режимов работы, регистр управления дополнительными устройствами, два регистра состояния, регистр разрешения работы системы VGA, регистры сброса и установки триггера-защелки светового пера.

Регистры контроллера ЭЛТ

Регистры контроллера ЭЛТ управляют сигналами синхронизации, необходимыми для формирования раstra, определяют формат данных на экране и форму курсора. Для видеоадаптеров CGA и EGA регистры контроллера ЭЛТ также управляют световым пером.

Большинство из регистров ЭЛТ не представляют интереса. Более того, их неправильное использование может послужить причиной физического разрушения монитора.

Регистры синхронизатора

Синхронизатор управляет всеми временными параметрами видеоадаптера, а также разрешением и запрещением доступа к отдельным цветовым слоям видеопамяти.

Регистры графического контроллера

Графический контроллер поддерживает обмен данными между центральным процессором и видеопамятью. При этом он может выполнять простейшие логические операции над данными записываемыми в видеопамять. В графических режимах работы видеоадаптера графический контроллер передает данные из цветовых слоев видеопамяти контроллеру атрибутов.

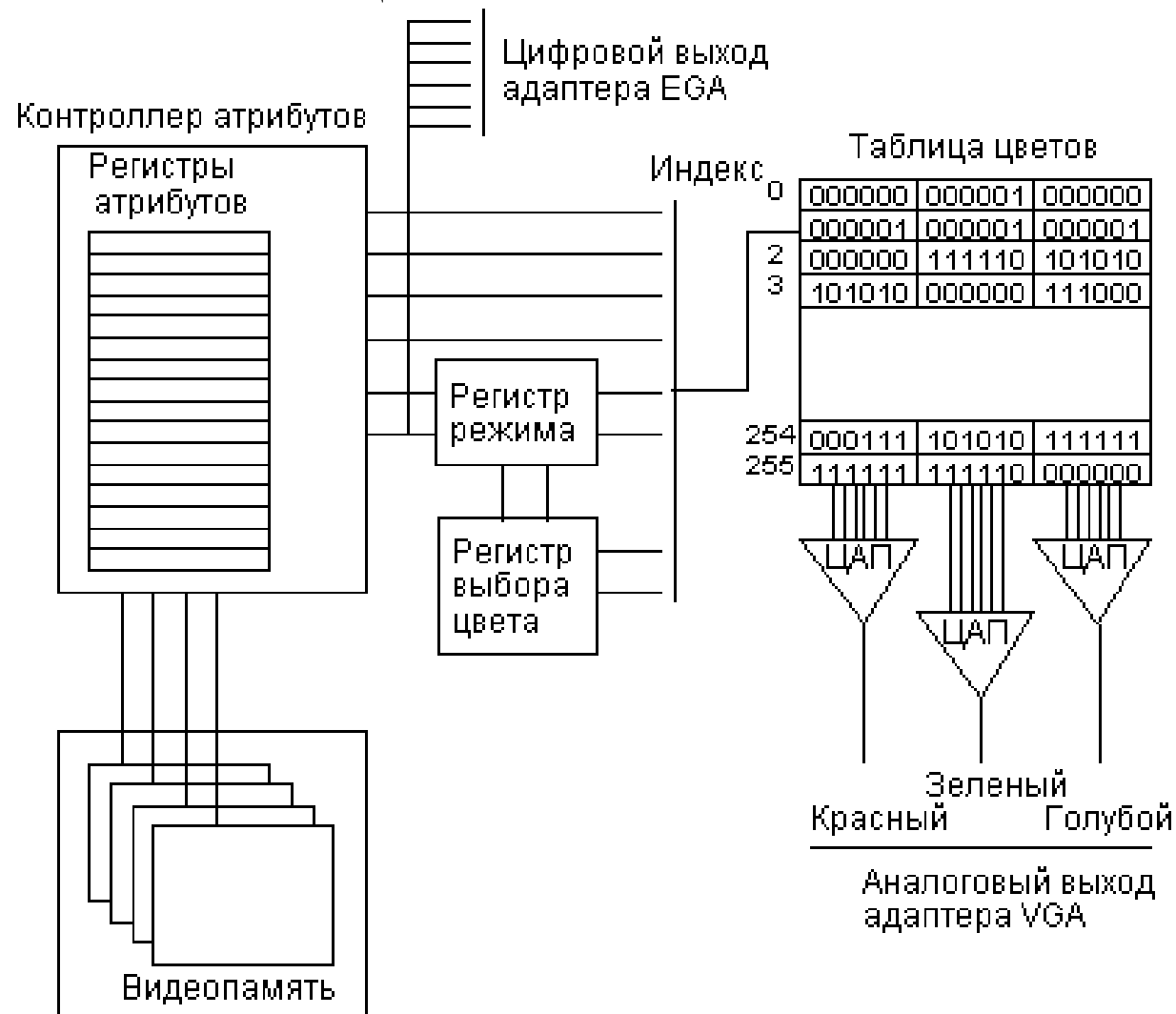
Регистры контроллера атрибутов

Контроллер атрибутов управляет цветовыми характеристиками изображений. Контроллер атрибутов содержит двадцать один регистр.

Регистры цифро-аналогового преобразователя VGA

Видеоадаптеры VGA и SVGA предназначены для подключения к аналоговым мониторам, имеющим три отдельных видеовхода. Сигнал на каждом из них управляет, соответственно, интенсивностью красного, зеленого и синего цвета изображения. Аналоговое напряжение для монитора формируется из двоичной цветовой информации при помощи трех ЦАП.

Цветовая 8-битовая информация, поступающая от контроллера атрибутов, преобразуется согласно таблице цветов в три 6-битовых сигнала для трех ЦАП. Такая схема позволяет одновременно отображать на экране 256 различных цветов, каждый из которых можно отдельно выбрать из $2^6 + 2^6 + 2^6 = 218 = 262144$ возможных цветов.



Область данных видео функций BIOS

Переменные BIOS размещены в младших адресах памяти (в так называемой системной области) и используются видеофункциями BIOS. Знание адресов этих переменных позволяет программе определить количество и тип видеоадаптеров, подключенных к компьютеру, объем видеопамяти, текущий режим работы адаптера. По содержанию переменных BIOS можно также узнать значения регистров видеоадаптера, используемые по умолчанию в каждом поддерживаемом видеоадаптером режиме.

В младших адресах памяти 0000:0400 - 0000:0500 расположены переменные BIOS, в которых находятся основные параметры, определяющие состояние компьютера. Неосторожное обращение с этой областью памяти может вызвать “зависание” системы.

АДРЕС	РАЗМЕР	СОДЕРЖАНИЕ
0000:0410	1 байт	Флаги конфигурации
0000:0449	1 байт	Текущий режим работы видеоадаптера
0000:044A	Слово	Количество символов в строке экрана
0000:044C	Слово	Размер страницы видеопамати в байтах
0000:044E	Слово	Смещение отображаемой области видеопамати от начала видеопамати (значение регистра начального адреса)
0000:0450	8 слов	Координаты курсора для каждой из 8 страниц видеопамати, младший байт определяет столбец, а старший - строку экрана
0000:0460	Слово	Содержимое регистров начальной и конечной линии курсора
0000:0462	1 байт	Номер активной страницы видеопамати
0000:0463	Слово	Адрес порта контроллера ЭЛТ
0000:0465	1 байт	Установка регистра режима CGA
0000:0466	1 байт	Установка цветовой палитры CGA
0000:0484	1 байт	Число текстовых строк на экране -1
0000:0485	Слово	Высота символов в пикселах

Смещение	Размер	Описание
00h	Двойное слово	Указатель на таблицу параметров, содержащую значения регистров EGA/VGA, устанавливаемые BIOS по умолчанию
04h	Двойное слово	Указатель на область сохранения значений некоторых регистров EGA/VGA доступных только для чтения
08h	Двойное слово	Указатель на таблицу символов текстового режима
0Ch	Двойное слово	Указатель на таблицу символов графического режима
10h	Двойное слово	Указатель на дополнительную таблицу окружения, используемую только для видеоадаптеров VGA и SVGA
14h	Дв слово	Зарезервировано
18h	Дв слово	Зарезервировано

Таблица параметров используется BIOS для установки регистров видеоадаптера при изменении режимов его работы.

ВИДЕОАДАПТЕРЫ SVGA

Сразу после появления видеоадаптеров VGA многие фирмы начали выпуск новых моделей видеоадаптеров, обеспечивающих отображение большего количества цветов и большую разрешающую способность. Такие видеоадаптеры получили название SVGA.

Большинство видеоадаптеров SVGA обеспечивают полную совместимость с VGA на уровне регистров. Поэтому все программное обеспечение, созданное для видеоадаптеров VGA, работает с видеоадаптерами SVGA без дополнительных изменений.

Но видеоадаптеры SVGA имеют значительно больше регистров, чем VGA. Чтобы видеоадаптер SVGA смог проявить все свои возможности, необходимо, чтобы программное обеспечение правильно использовало все регистры видеоадаптера

Для адаптеров типа SVGA был разработан единый стандарт для видеокарт, получивший название VESA (Video Electronics Standards Association). Этот стандарт определен как дополнение к VideoBIOS. Некоторые разработчики прошивают VESA непосредственно в Video ROM BIOS, другие же поставляют VESA в виде загружаемого драйвера. Для инициализации VESA режима необходимо использовать следующую конструкцию:

```
mov ax,4F02h  
mov bx,VESA_mode ; Номер VESA режима  
int 10h
```

Перед вызовом функции рекомендуется проверить, поддерживает ли адаптер этот режим:

```
mov ax,4F01h  
mov cx,VESA_mode ; номер VESA режима  
mov di,buffer  
int 10h
```

Пара регистров ES:DI содержит указатель на буфер размером 256 байт для таблицы описания режима, где в случае успешного завершения находятся атрибуты режима, атрибуты окон A и B и другая информация.

Операционная система предоставляет несколько способов вывода текстовой информации на экран:

- обращение к экрану как к файлу с помощью прерывания DOS INT 21h с функцией 40h;
- использование группы функций DOS INT 21h из диапазона 1h...Ch, обеспечивающих посимвольный вывод и вывод строк;
- вывод путем обращения непосредственно к драйверу BIOS с помощью прерывания INT 10h.

Работа в графическом режиме не поддерживается DOS и может осуществляться только с помощью функций видеодрайвера BIOS.

Видеопамять SVGA

Видеоадаптеры SVGA превосходят VGA по разрешению экрана и количеству одновременно отображаемых цветов.

Лучшие режимы VGA	Типичные режимы SVGA
640 x 480; 16 цветов	800 x 600; 256, 64 К, 16,7 М цветов
320 x 200; 256 цветов	1024 x 768; 256, 64 К, 16,7 М цветов
	1280 x 1024; 256, 64 К, 16,7 М цветов

Чтобы иметь возможность отображать большое количество цветов при большой разрешающей способности, видеоадаптер SVGA должен иметь значительно больше видеопамяти, чем адаптер VGA. Например, для реализации режима с разрешением 1024 x 768 пикселей и возможностью одновременного отображения 64 К цветов необходима видеопамять объемом 1,6 Мбайт.

Для отображения на экране больше, чем 256 различных цветов в видеоадаптерах SVGA каждый пиксел должен быть представлен большим количеством бит.

Количество различных цветов	Количество бит для кодировки пиксела
256	8
32768	15
65536	16
16777216	24
4294967296	32

Обычно в SVGA пиксел определяется 15, 16 или 24 битами. Естественно, что в этом случае использование таблицы цветов адаптера VGA затруднено.

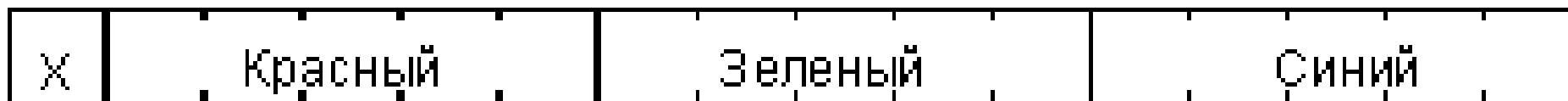
Например, для режима 65536 цветов (16 бит на пиксел) требуется увеличить размер таблицы цветов до 65536 18-битных регистров.

Если адаптер SVGA кодирует пиксел 24 битами, то придется увеличивать размерность таблицы цветов с 18 до 24 или выше.

Поэтому в большинстве режимов SVGA реализована схема **прямого кодирования цвета** (Direct Color Mode). Биты, определяющие пиксел, группируются на три основные группы, непосредственно определяющие красную, зеленую и синюю компоненты цвета. Данные из этих трех групп передаются на три ЦАП и формируют видеосигнал. Таблица цветов не используется.

В некоторых режимах SVGA существует дополнительная, четвертая группа бит, также соответствующая каждому пикселу. Как правило, четвертая группа бит не используется. Некоторые модели видеоадаптеров могут использовать ее по своему усмотрению.

Например, на видеоадаптере Diamond Stealth 64, в режиме 110h, соответствующему спецификации VESA, для кодирования одного пиксела отводится два байта. Они разделены на четыре группы. Три из них имеют размер 5 бит и отвечают за красный, зеленый и синий компоненты цвета пиксела. Четвертая группа, резервная, состоит из одного бита. На рисунке резервная группа отмечена символом 'X'.



Чтобы видеоадаптер мог одновременно отображать на экране 16777216 различных цветов, необходимо, чтобы для кодирования каждого пиксела отводилось 24 бита. Обычно видеоадаптеры используют для этого два различных формата кодирования пиксела (рисунок 1 и 2)

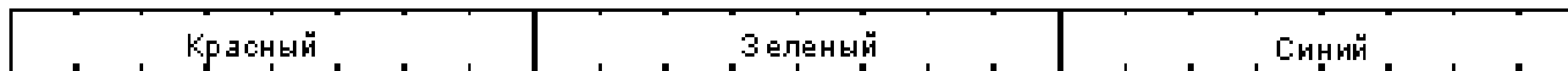


Рисунок 1 - Формат видеопамати, 24 бит на пиксел

В режимах 112h, 115 и 118h на один пиксел отводится 4 байта (рисунок 2). Они разделены на четыре группы по 8 бит в каждой. Три группы отвечают за красный, зеленый и синий компоненты цвета пиксела. Четвертая группа резервная. Такой формат позволяет одновременно отображать на экране монитора пиксела $2^8 + 2^8 + 2^8 = 16777216$ различных цветов.

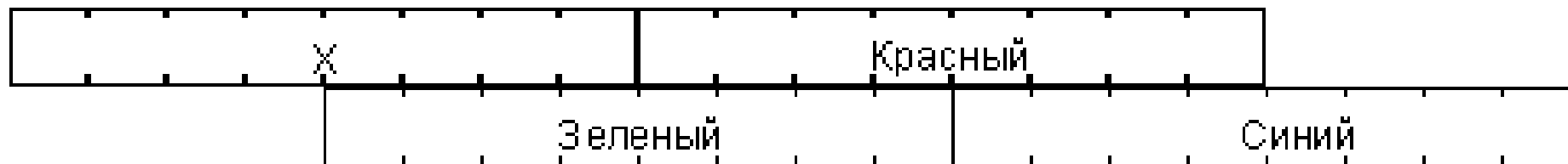


Рисунок 2 Формат видеопамати, 24 бит на пиксел и резервное поле

ЖК-мониторы

Жидкокристаллический дисплей (ЖК-дисплей, англ. Liquid crystal display, LCD), также Жидкокристаллический монитор (ЖК-монитор) — плоский дисплей на основе жидких кристаллов, а также монитор на основе такого дисплея.

ЖК-мониторы

LCD TFT (англ. Thin film transistor — тонкоплёночный транзистор) — разновидность жидкокристаллического дисплея, в котором используется активная матрица, управляемая тонкоплёночными транзисторами. Усилитель TFT для каждого субпикселя применяется для повышения быстродействия, контрастности и чёткости изображения дисплея.

Устройство ЖК - монитора

Каждый пиксел ЖК-дисплея состоит из слоя молекул между двумя прозрачными электродами, и двух поляризационных фильтров, плоскости поляризации которых (как правило) перпендикулярны. В отсутствие жидких кристаллов свет, пропускаемый первым фильтром, практически полностью блокируется вторым.

ЖК-мониторы

Поверхность электродов, контактирующая с жидкими кристаллами, специально обработана для изначальной ориентации молекул в одном направлении. В TN-матрице эти направления взаимно перпендикулярны, поэтому молекулы в отсутствие напряжения выстраиваются в винтовую структуру.

ЖК-мониторы

Эта структура преломляет свет таким образом, что до второго фильтра плоскость его поляризации поворачивается и через него свет проходит уже без потерь. Если не считать поглощения первым фильтром половины неполяризованного света, ячейку можно считать прозрачной.

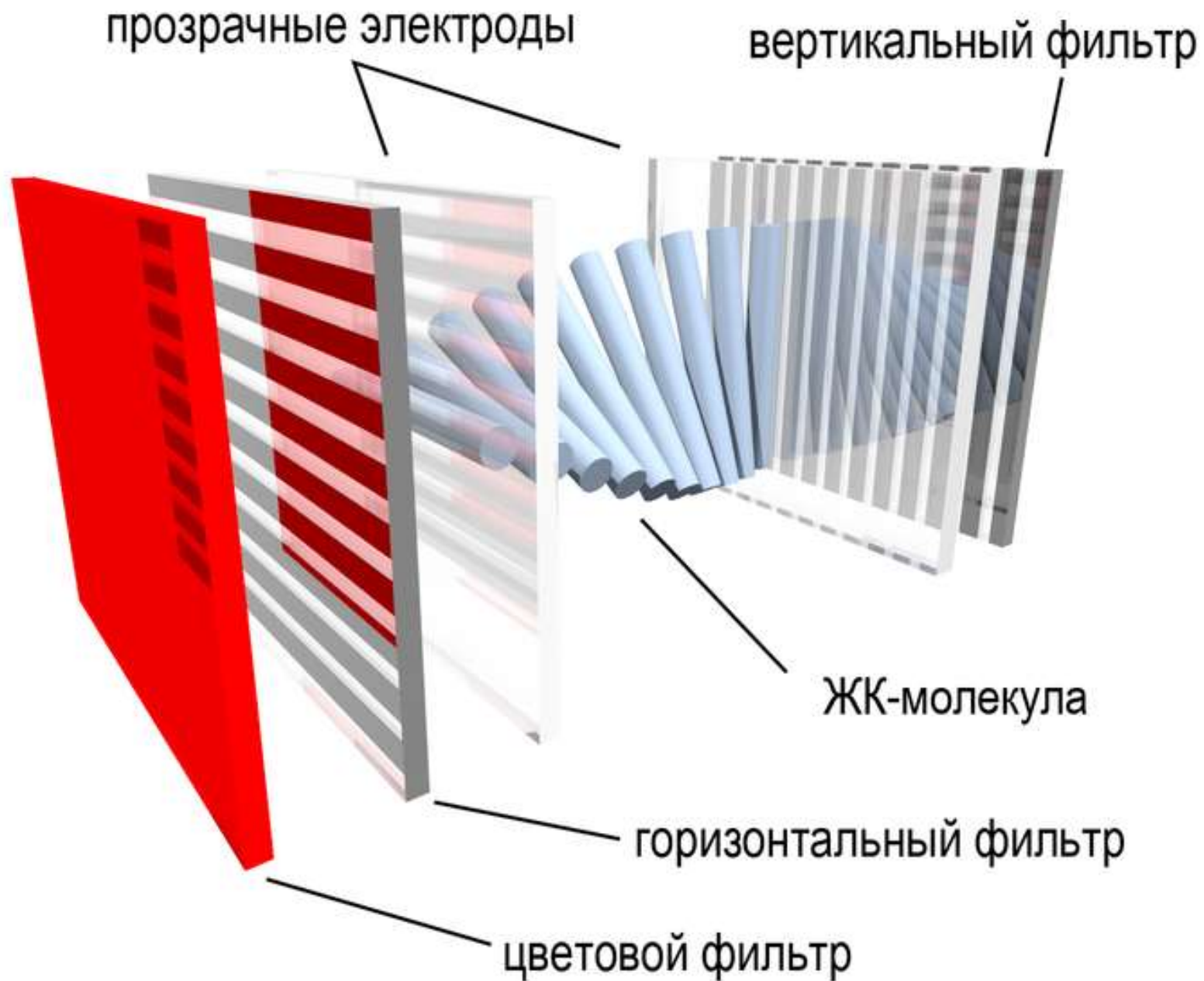
ЖК-мониторы

Если же к электродам приложено напряжение, то молекулы стремятся выстроиться в направлении электрического поля, что искажает винтовую структуру. При этом силы упругости противодействуют этому, и при отключении напряжения молекулы возвращаются в исходное положение. При достаточной величине поля практически все молекулы становятся параллельны, что приводит к непрозрачности структуры. Варьируя напряжение, можно управлять степенью прозрачности

ЖК-мониторы

Если постоянное напряжение приложено в течение долгого времени, жидкокристаллическая структура может деградировать из-за миграции ионов. Для решения этой проблемы применяется переменный ток или изменение полярности поля при каждой адресации ячейки (так как изменение прозрачности происходит при включении тока, вне зависимости от его полярности)

Красный субпиксел ЖК-монитора



Некоторые технические характеристики ЖК-монитора:

- Разрешение: Горизонтальный и вертикальный размеры, выраженные в пикселях. В отличие от ЭЛТ-мониторов, ЖК имеют одно фиксированное разрешение, остальные достигаются интерполяцией.
- Размер точки: расстояние между центрами соседних пикселей.
- Соотношение сторон экрана (формат): Отношение ширины к высоте, например: 5:4, 4:3, 5:3, 8:5, 16:9.
- Контрастность: отношение яркостей самой светлой и самой тёмной точек.
- Угол обзора: угол, при котором падение контраста достигает заданного, для разных типов матриц и разными производителями вычисляется по-разному, и часто не подлежит сравнению.
- Тип матрицы: технология, по которой изготовлен ЖК-дисплей.
- Входы: например, DVI, D-Sub, HDMI и т. п.
- Время отклика: минимальное время, необходимое пикселю для изменения своей яркости.

Технологии

Основные технологии при изготовлении ЖК дисплеев: TN+film, IPS и MVA.

TN+film (Twisted Nematic + film)

Часть film в названии технологии означает дополнительный слой, применяемый для увеличения угла обзора (ориентировочно — от 90° до 150°). В настоящее время приставку film часто опускают, называя такие матрицы просто TN.

Технологии

Основные технологии при изготовлении ЖК дисплеев: TN+film, IPS и MVA.

IPS (In-Plane Switching)

Технология In-Plane Switching была разработана компаниями Hitachi и NEC и предназначалась для избавления от недостатков TN + film. Однако, хотя с помощью IPS удалось добиться увеличения угла обзора до 170° , а также высокой контрастности и цветопередачи, время отклика осталось на низком уровне.

***VA (Vertical Alignment)**

MVA (Multi-domain Vertical Alignment). Эта технология разработана компанией Fujitsu как компромисс между TN и IPS технологиями. Горизонтальные и вертикальные углы обзора для матриц MVA составляют 160° (на современных моделях мониторов до $176—178^\circ$), при этом благодаря использованию технологий ускорения (RTC) эти матрицы не сильно отстают от TN+Film по времени отклика, но значительно превышают характеристики последних по глубине цветов и точности их воспроизведения.

Преимущества и недостатки

К преимуществам ЖК-мониторов можно отнести: малый размер и вес в сравнении с ЭЛТ. У ЖК-мониторов, в отличие от ЭЛТ, нет видимого мерцания, дефектов фокусировки и сведения лучей, помех от магнитных полей, проблем с геометрией изображения и четкостью.

Преимущества и недостатки

. Энергопотребление ЖК-мониторов в 2-4 раза меньше, чем у ЭЛТ и плазменных экранов сравнимых размеров. Энергопотребление ЖК-мониторов на 95 % определяется мощностью ламп подсветки или светодиодной матрицы подсветки ЖК-матрицы.

К недостаткам относятся: Массово производимые ЖК-мониторы плохо защищены от повреждений. Особенно чувствительна матрица, незащищённая стеклом. При сильном нажатии возможна необратимая деградация. Также существует проблема дефектных пикселей.

К недостаткам относятся: Фактическая скорость смены изображения также остаётся ниже, чем у ЭЛТ и плазменных дисплеев. Цветовой охват и точность цветопередачи ниже, чем у плазменных панелей и ЭЛТ соответственно. В отличие от ЭЛТ, могут отображать чёткое изображение лишь в одном («штатном») разрешении. Остальные достигаются интерполяцией с потерей чёткости.