# Монитор

LCD-мониторы
Новые технологии

# Монитор.

**Монитор** - устройство для вывода на экран текстовой и графической информации.

В настоящее время используются **2 основных вида** мониторов для ПК:

1. Мониторы на ***электронно-лучевых трубках*** (ЭЛТ, CRT);
2. Мониторы *на **жидких кристаллах*** (ЖК, LCD);

Качество изображения, получаемого на экране монитора, зависит от параметров электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) и управляющих ею электронных схем.
К основным параметрам относятся: размеры экрана и "зерна" и связанное с ними оптическое разрешение, определяющее количество отображаемой информации и возможную степень ее детализации; скорость обновления изображения (частота кадровой развертки), определяющая степень подавления мерцания.
На восприятие изображения оказывает существенное влияние и то, насколько экран черный (от этого зависит контрастность) и плоский (выше естественность, шире угол обзора, меньше бликов).
Принцип работы мониторов на ЭЛТ аналогичен принципу работы телевизора.
Основной элемент дисплея — **электронно-лучевая трубка**.
Её передняя, обращенная к зрителю часть с внутренней стороны покрыта ***люминофором* — специальным веществом, способным излучать свет при попадании на него быстрых электронов**.

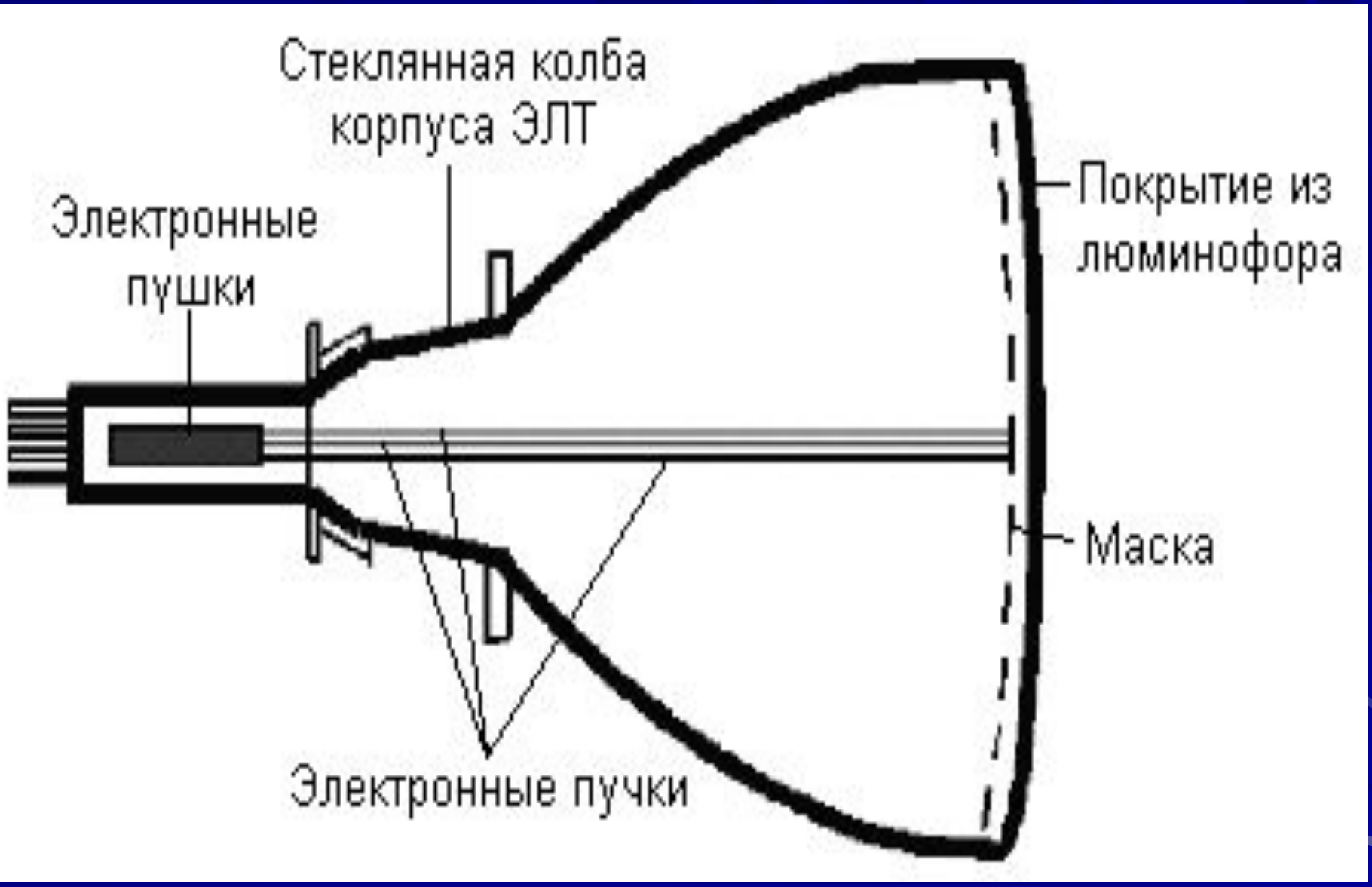
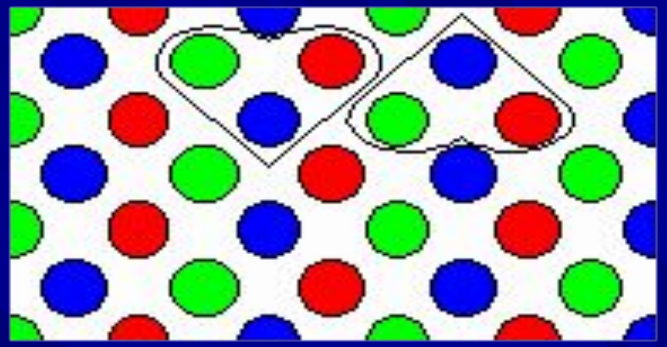



Схема электронно-лучевой трубки

Люминофор наносится в виде наборов точек трёх основных цветов — ***красного***, ***зелёного*** и ***синего***. Эти цвета называют основными, потому что их сочетаниями (в различных пропорциях) можно представить **любой цвет спектра**.
Наборы точек люминофора располагаются по треугольным триадам. Триада образует ***пиксел*** **— точку, из которых формируется изображение** (*англ. pixel — picture element*, элемент картинки)**.**

Пиксельные триады



**Расстояние между центрами пикселов называется *точечным шагом монитора*.** Это расстояние существенно влияет на чёткость изображения. **Чем меньше шаг, тем выше чёткость**. Обычно в цветных мониторах шаг составляет 0,28 мм. При таком шаге **глаз человека воспринимает точки триады как одну точку "сложного" цвета**.
На противоположной стороне трубки расположены три (по количеству основных цветов) ***электронные пушки***. Все три пушки "нацелены" на один и тот же пиксел, но каждая из них излучает поток электронов в сторону "своей" точки люминофора. Чтобы электроны беспрепятственно достигали экрана, из трубки откачивается воздух, а **между пушками и экраном создаётся высокое электрическое напряжение, ускоряющее электроны**.

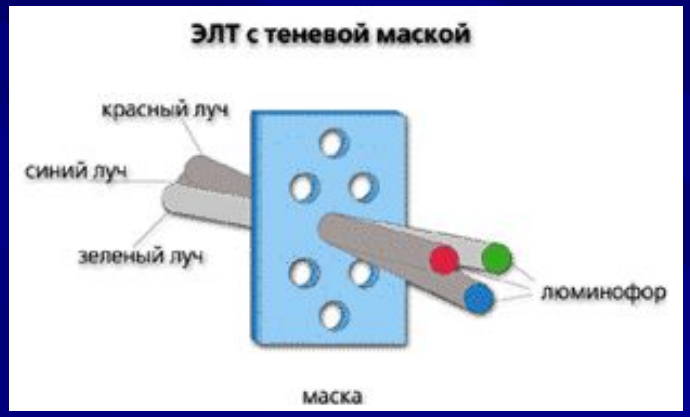
Перед экраном на пути электронов ставится ***маска*** — тонкая металлическая пластина с большим количеством отверстий, расположенных напротив точек люминофора. Маска обеспечивает попадание электронных лучей только в точки люминофора соответствующего цвета.

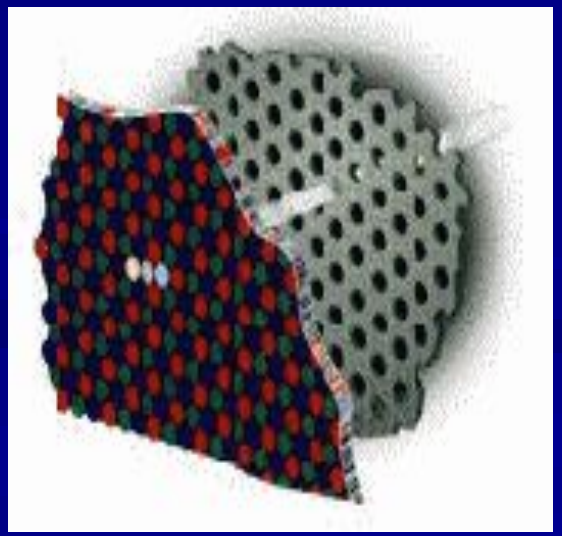
**Теневая маска**

Теневая маска (shadow mask) - это самый распространенный тип масок, она применяется со времени изобретения первых цветных кинескопов. Поверхность у кинескопов с теневой маской обычно сферической формы (выпуклая).Это сделано для того, чтобы электронный луч в центре экрана и по краям имел одинаковую толщину. Теневая маска состоит из металлической пластины с круглыми отверстиями, которые занимают примерно 25% площади. Находится маска перед стеклянной трубкой с люминофорным слоем. Как правило, большинство современных теневых масок изготавливают из инвара. Инвар (InVar) - магнитный сплав железа [64%] с никелем [36%]. Отверстия в металлической сетке работают как прицел (хотя и не точный), именно этим обеспечивается то, что электронный луч попадает только на требуемые люминофорные элементы и только в

определенных областях. Теневая маска создает решетку с однородными точками – триадами.

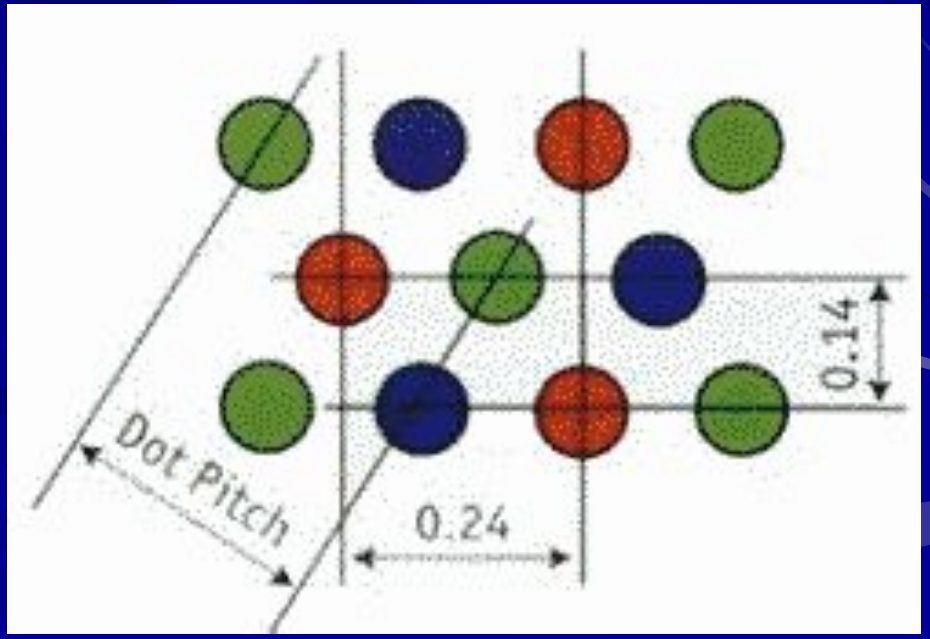
Одним из "слабых" мест мониторов с теневой маской является ее термическая деформация. Часть лучей от электронно-лучевой пушки попадает на теневую маску, вследствие чего происходит нагрев и последующая деформация теневой маски. Происходящее смещение отверстий теневой маски приводит к возникновению эффекта пестроты экрана (смещения цветов RGB).



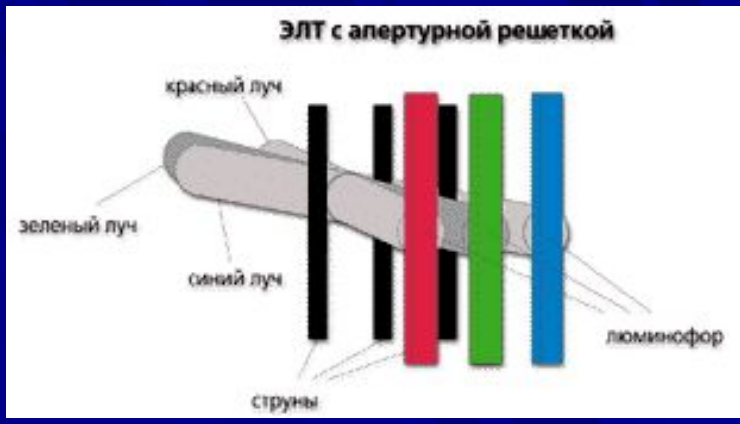
Недостатки теневой маски хорошо известны: во-первых, это малое соотношение пропускаемых и задерживаемых маской электронов (только около 20-30% проходит через маску), что требует применения люминофоров с большой светоотдачей, а это в свою очередь ухудшает монохромность свечения, уменьшая диапазон цветопередачи, а во-вторых, обеспечить точное совпадение трех не лежащих в одной плоскости лучей при отклонении их на большие углы довольно трудно.

Минимальное расстояние между люминофорными элементами одинакового цвета в соседних строках называется шагом точек (dot pitch) и является индексом качества изображения. Шаг точек обычно измеряется в миллиметрах (мм). Чем меньше значение шага точек, тем выше качество воспроизводимого на мониторе изображения. Расстояние между двумя соседними точками по горизонтали равно шагу тачек, умноженному на 0,866.



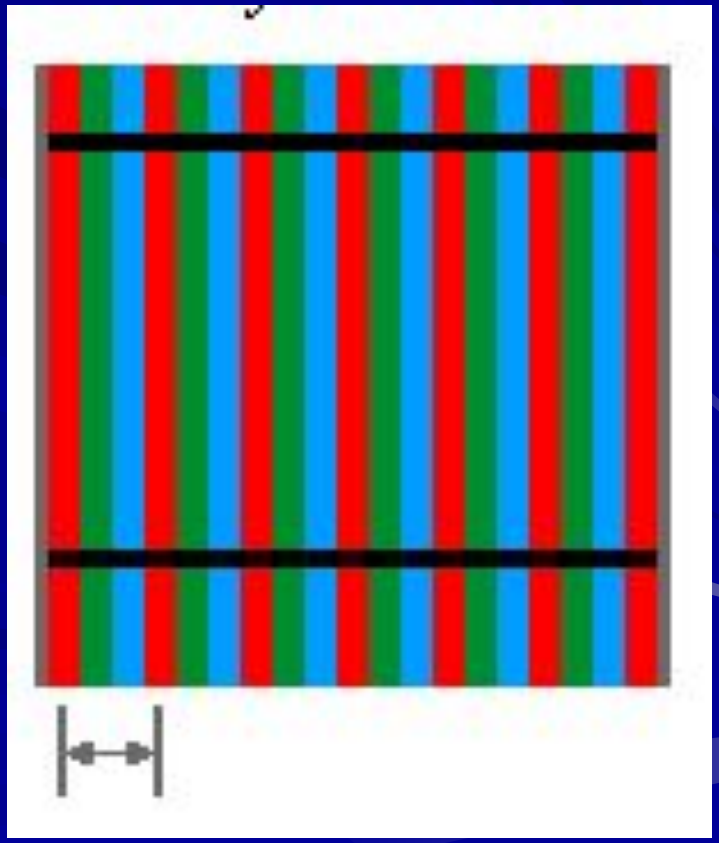
# Апертурная решетка

Эти трубки стали известны под именем Trinitron и впервые были представлены на рынке компанией Sony в 1982 году. В трубках с апертурной решеткой применяется оригинальная технология, где имеется три лучевые пушки, три катода и три модулятора, но при этом имеется одна общая фокусировка.



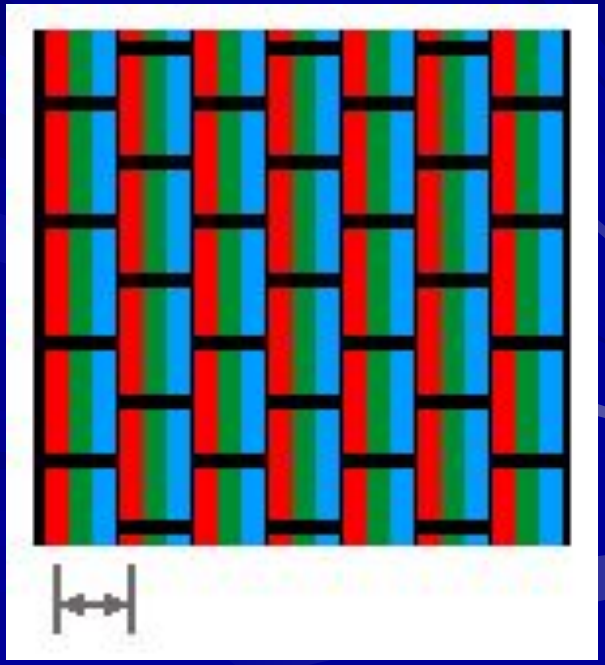

Это решение не включает в себя металлическую решетку с отверстиями, как в случае с теневой маской, а имеет решетку из вертикальных линий. Вместо точек с люминофорными элементами трех основных цветов, апертурная решетка содержит серию нитей, состоящих из люминофорных элементов выстроенных в виде вертикальных полос трех основных цветов. Такая система обеспечивает высокую контрастность изображения и хорошую насыщенность цветов, что вместе обеспечивает высокое качество мониторов с трубками на основе этой технологии. Маска, применяемая в трубках фирмы Sony (Mitsubishi, ViewSonic), представляет собой тонкую фольгу, на которой процарапаны тонкие вертикальные линии. Она держится на горизонтальной (одной в 15", двух в 17", трех и более в 21") проволочке, тень от которой видна на экране. Эта проволочка применяется для гашения колебаний и называется damper wire. Ее хорошо видно, особенно при светлом фоне изображения на мониторе.

Минимальное расстояние между полосами люминофора одинакового цвета называется шагом полос (strip pitch) и измеряется в миллиметрах (мм).  Чем меньше значение шага полос, тем выше качество изображения на мониторе. При апертурной решетке имеет смысл только горизонтальный размер точки. Так как вертикальный определяется фокусировкой электронного луча и отклоняющей системой.



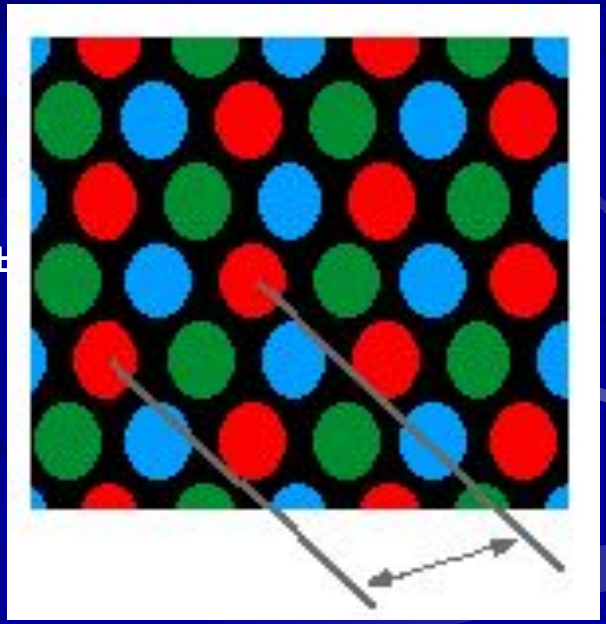
## Щелевая маска

Это решение на практике представляет собой комбинацию теневой маски и апертурной решетки. В данном случае люминофорные элементы расположены в вертикальных эллиптических ячейках, а маска сделана из вертикальных линий Фактически вертикальные полосы разделены на эллиптические ячейки, которые содержат группы из трех люминофорных элементов трех основных цветов. Нельзя напрямую сравнивать размер шага для трубок разных типов: шаг точек (или триад) трубки с теневой маской измеряется по диагонали, в то время как шаг апертурной решетки, иначе называемый горизонтальным шагом точек, - по горизонтали. Поэтому при одинаковом шаге точек трубка с теневой маской имеет большую плотность точек, чем трубка с апертурной решеткой. Для примера, шаг полос 0.25 мм приблизительно эквивалентен шагу точек, равному 0.27 мм.



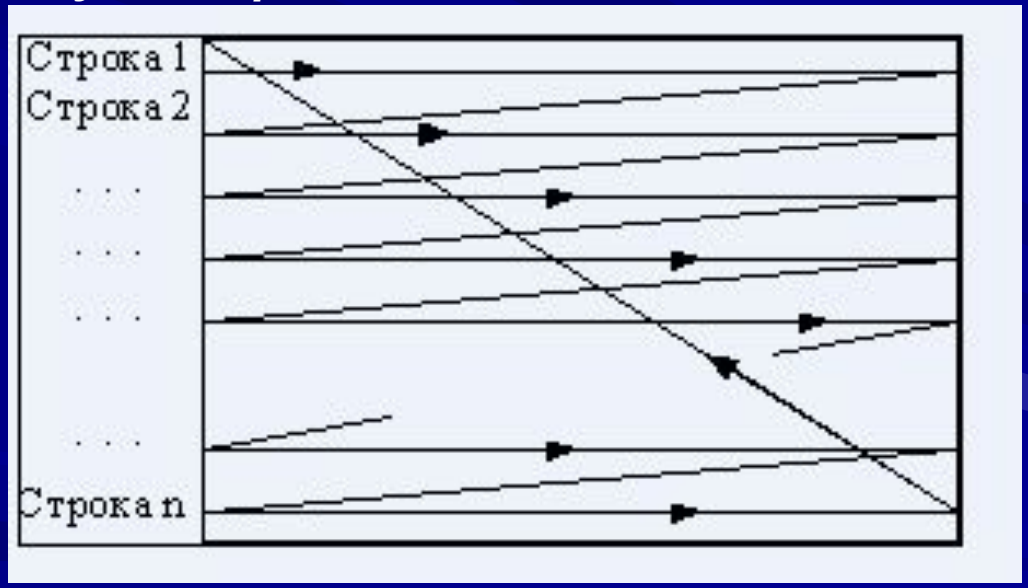
Также в 1997г. компанией Hitachi была разработана EDP - новейшая технология теневой маски. Было уменьшено расстояние между элементами триады по горизонтали и получены триады, более близкие по форме к равнобедренному треугольнику. Для избежания промежутков между триадами сами точки были удлинены, и представляют собой скорее овалы, чем круг.

Оба типа масок - теневая маска и апертурная решетка - имеют свои преимущества и своих сторонников. Для офисных приложений, текстовых редакторов и электронных таблиц больше подходят кинескопы с теневой маской, обеспечивающие очень высокую четкость и достаточный контраст изображения. Для работы с пакетами растровой и векторной графики традиционно рекомендуются трубки с апертурной решеткой, которым свойственны превосходная яркость и контрастность изображения.



**Величиной электронного тока пушек и, следовательно, яркостью свечения пикселов, управляет сигнал, поступающий с видеоадаптера.**

**На ту часть колбы, где расположены электронные пушки, надевается *отклоняющая система* монитора, которая заставляет электронный пучок пробегать поочерёдно все пикселы строчку за строчкой от верхней до нижней, затем возвращаться в начало верхней строки и т.д. Количество отображённых строк в секунду называется *строчной частотой развертки*. А частота, с которой меняются кадры изображения, называется *кадровой частотой развёртки*. Последняя не должна быть ниже 60 Гц, иначе изображение будет *мерцать*.**



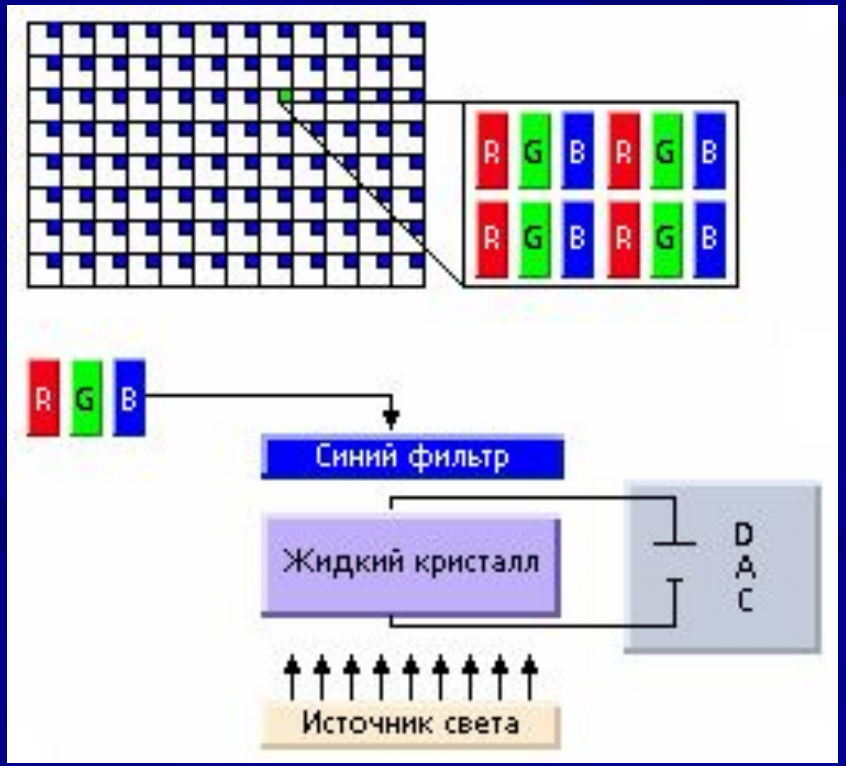

**Ход электронного пучка по экрану**

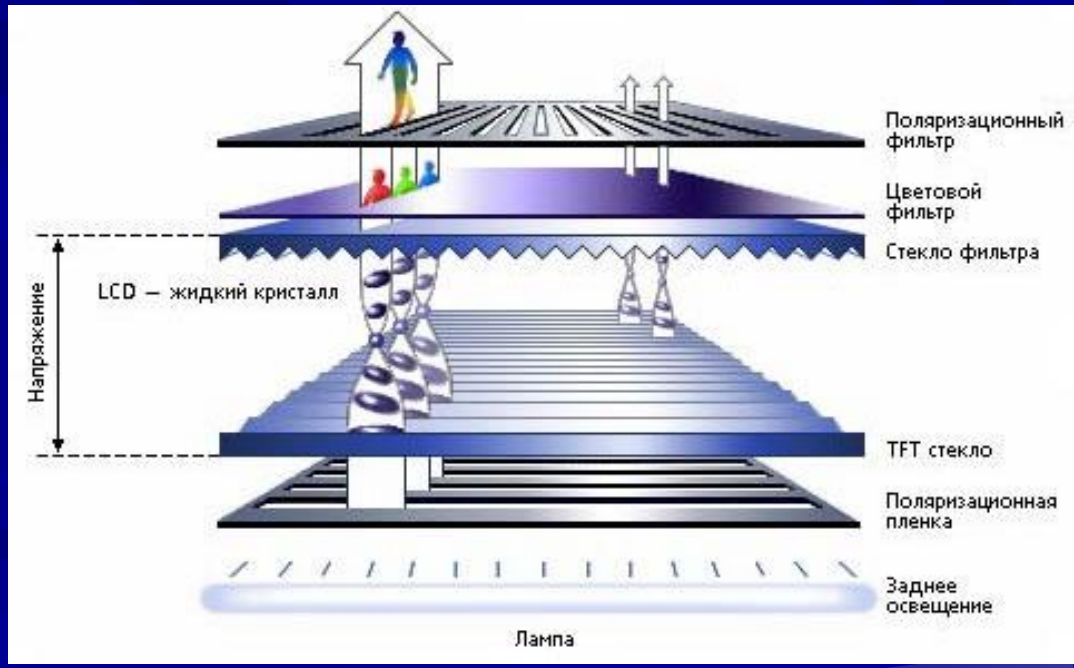
Наряду с традиционными ЭЛТ - мониторами в большинстве современных компьютеров используются ***жидкокристаллические*** (ЖК) **мониторы.** ***Жидкие кристаллы*** — это особое состояние некоторых органических веществ, в котором они обладают текучестью и свойством образовывать пространственные структуры, подобные кристаллическим. Жидкие кристаллы могут *изменять свою структуру и светооптические свойства под действием электрического напряжения.* Меняя с помощью электрического поля ориентацию групп кристаллов и используя введённые в жидкокристаллический раствор вещества, способные излучать свет под воздействием электрического поля, можно создать высококачественные изображения, передающие более 15 миллионов цветовых оттенков.

# ЖК-монитор

В LCD-мониторах изображение формируется с помощью матрицы пикселов, состоящих из жидких кристаллов. Отсюда и происходит аббревиатура LCD (Liquid Crystal Display), которая расшифровывается как жидкокристаллический дисплей. Применение жидких кристаллов в качестве основного элемента изображения не случайно: они способны изменять направление поляризации проходящего через них света. И если к кристаллу приложить внешнее напряжение, то направление поляризации изменится. Это позволяет управлять интенсивностью прошедшего света. С обеих сторон от кристалла устанавливаются поляризаторы, причем так, чтобы их оси были расположены под прямым углом друг к другу. Пучок света, пройдя через первый из них, станет линейно поляризованным. Затем в жидкокристаллической ячейке плоскость поляризации света повернется на определенный угол, величина которого будет зависеть от приложенного напряжения. Наконец, роль второго поляризатора заключается в регулировке количества пропускаемого из лучения, если угол между направлением его оси и плоскостью поляризации света постепенно изменять от О до 90°, то поглощение излучения будет увеличиваться. Таким образом можно управлять интенсивностью света (яркостью пикселов). Как известно, для формирования цветного изображения необходимо наличие пикселов трех цветов: красного, зеленого и синего. Поскольку жидкие кристаллы абсолютно прозрачны, то они не могут влиять на цветовые характеристики излучения. Для этой цели применяются фильтры, выделяющие из «белого» излучения ламп подсветки необходимые спектральные компоненты.

Поэтому в современных LCD-панелях каждая точка матрицы состоит из трех пикселов разных цветов. Для управления работой пикселов в них встраиваются электроды с так называемыми тонкопленочными TFT-транзисторами, которые, во-первых, выполнены прозрачными и не влияют на пропускаемое излучение, а, во-вторых, имеют в буквальном смысле слова микроскопические размеры. Они предназначены для быстрого изменения уровня напряжения и его поддержания на электродах ячеек в промежутке между управляющими импульсами. Именно поэтому матрицы с применением TFT-транзисторов называются ***активными***, в отличие от ***пассивных***, электроды в ячейках которых после подачи управляющего сигнала предоставлены сами себе. В результате пассивные матрицы страдают от высокой инерционности, тогда как активные лишены подобного недостатка.




Структура жидкокристаллического TFT монитора

Одним из основных достоинств LCD-панелей является отсутствие мерцания, столь характерного для мониторов на основе электроннолучевой трубки. Но это не означает, что у ЖК-мониторов отсутствует вертикальная и горизонтальная развертка. Дело в том, что управляющие сигналы для электродов матрицы по прежнему передаются последовательно, строчка за строчкой. Но применение TFT-транзисторов позволяет установить такой режим работы, когда смена состояния пикселов осуществляется только в моменты изменения видеосигнала. В результате, несмотря на небольшую с точки зрения ЭЛТ-мониторов частоту кадров в 60 Гц, эффект мерцания на ЖК-панелях не наблюдается.

По компактности такие мониторы не знают себе равных. Они занимают в 2 – 3 раза меньше места, чем мониторы с ЭЛТ и во столько же раз легче; потребляют гораздо меньше электроэнергии и **не излучают электромагнитных волн, воздействующих на здоровье людей.**

## Основные характеристики мониторов

| Параметры | LCD monitor | CRT monitor |
|---|---|---|
| Размер рабочей области экрана (в основном применяется 14,15,17,20,21дюйм) | номинальный размер диагонали экрана равен видимому | видимый размер всегда меньше номинального размера. |

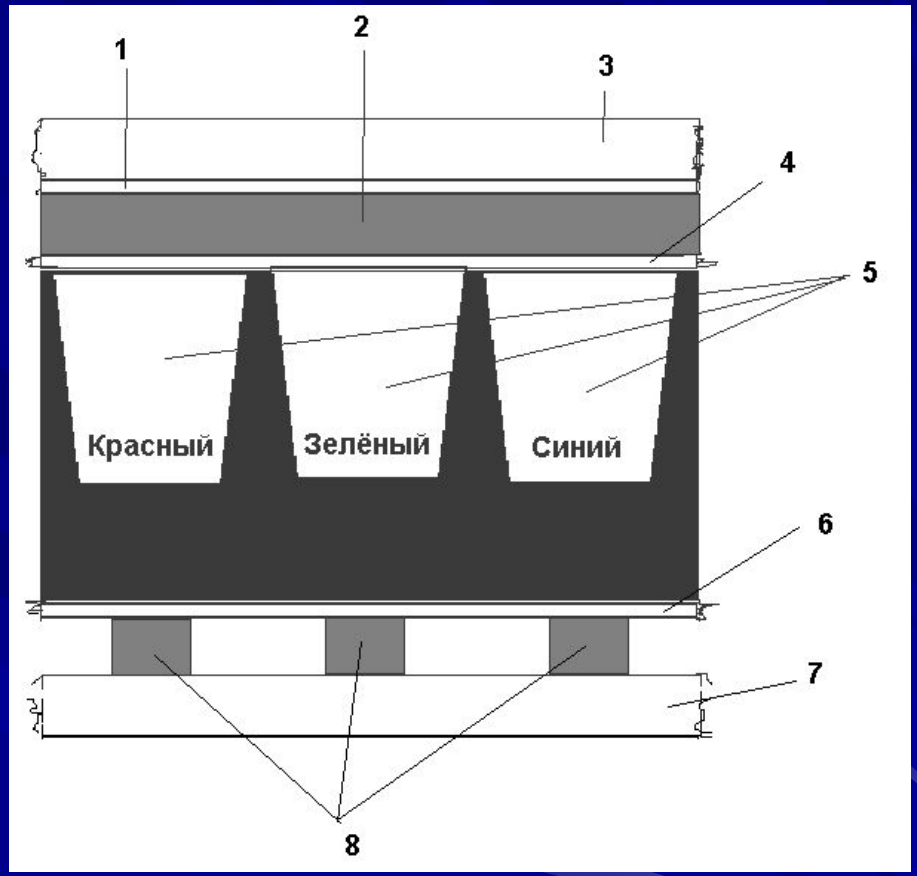
| Параметры | LCD monitor | CRT monitor |
| --- | --- | --- |
| Разрешение (Часто используется 800 на 600, 1024 на 768) | Одно разрешение с фиксированным размером пикселей. Оптимально можно использовать только в этом разрешении; в зависимости от поддерживаемых функций расширения или компрессии можно использовать более высокое или более низкое разрешение, но они не оптимальны. | Поддерживаются различные разрешения. При всех поддерживаемых разрешениях монитор можно использовать оптимальным образом. Ограничение накладывается только приемлемостью частоты регенерации. |
| Размер зерна экрана | 0.26-0.3 | 0.25-0.28 |
| Частота регенерации | Оптимальная частота 60 Гц, чего достаточно для отсутствия мерцания. | Только при частотах свыше 75 Гц отсутствует явно заметное мерцание. |
| Точность отображения цвета | Поддерживается 16,256 цветов,High Color(16-bit),True Color(32-bit) и имитируется требуемая цветовая температура. | Поддерживается 16,256 цветов,High Color(16-bit),True Color(32-bit) и при этом на рынке имеется масса устройств калибровки цвета, что является несомненным плюсом. |

| Параметры | LCD monitor | CRT monitor |
| --- | --- | --- |
| **Формирование изображения** | Изображение формируется пикселями, число которых зависят только от конкретного разрешения LCD-панели. Шаг пикселей зависит только от размера самих пикселей, но не от расстояния между ними. Каждый пиксель формируется индивидуально, что обеспечивает великолепную фокусировку, ясность и четкость. Изображение получается более целостным и гладким. | Пиксели формируются группой точек (триады) или полосок. Шаг точки или линии зависит от расстояния между точками или линиями одного цвета. В результате, четкость и ясность изображения сильно зависит от размера шага точки или шага линии и от качества CRT. |
| **Угол обзора** | В настоящее время стандартным является угол обзора 120° и выше; с дальнейшим развитием технологий следует ожидать увеличения угла обзора. | Отличный обзор под любым углом. |
| **Энергопотребление и излучения** | Практически никаких опасных электромагнитных излучений нет. Уровень потребления энергии примерно на 70% ниже, чем у стандартных CRT-мониторов. | Всегда присутствует электромагнитное излучение, однако его уровень зависит от того, соответствует ли CRT какому-либо стандарту безопасности(TCO 95,99.2003). Потребление энергии в рабочем состоянии на уровне 80 Вт. |

| Параметры | LCD monitor | CRT monitor |
| --- | --- | --- |
| Интерфейс монитора | Цифровой интерфейс, однако большинство LCD-мониторов имеют встроенный аналоговый интерфейс для подключения к наиболее распространенным аналоговым выходам видеоадаптеров. | Аналоговый интерфейс. |
| Вес монитора | 4-10 кг. | 12-34 кг. |
| Сфера применения | Стандартный дисплей для мобильных систем. В последнее время начинает завоевывать лидирующее положение и в качестве монитора для настольных компьютеров. Идеально подходит в качестве дисплея для компьютеров, т.е. для работы в интернет, с текстовыми процессорами и т.д. | Стандартный монитор для настольных компьютеров. Крайне редко используются в мобильном виде. Идеально подходит для отображения видео и анимации. |

# Новые технологии

1. Диэлектрический слой
2. Электрод
3. Передняя стеклянная пластина
4. Слой MgO
5. Триада из частиц люминофора (RGB)
6. Адресующий защитный слой
7. Задняя стеклянная пластина
8. Адресующие электроды




Поперечное сечение плазменного дисплея.

- технологии, которые создают и развивают разные производители компьютерного оборудования. Рассмотрим некоторые из них:

**PDP**(Plasma Display Panel) - плазменные экранные матрицы. Прообразом для создания плазменных экранных матриц (Plasma Display Panels) стали самые обычные лампы дневного освещения. Плазменные мониторы состоят из полой стеклянной панели, заполненной газом. На поверхность внутренней стороны стенок выведены микроскопические электроды, образующие две симметричные матрицы, а

снаружи эта конструкция покрыта слоем люминофора. Когда на контакты подается ток, между ними возникает крошечный разряд, который заставляет светиться (в ультрафиолетовой части спектра) располагающиеся рядом молекулы газа. Следствием этого является освещение участка люминофора, как это происходит в обычных ЭЛТ-мониторах.

Основные плюсы этой технологии это: во-первых, плазменные мониторы выгодно отличаются от своих конкурентов высокой яркостью и контрастностью изображения; во-вторых, в их габаритах составляющая толщины представляет собой ничтожно малую долю. Основные минусы, не позволяющие использовать эту технологию для производства мониторов, это низкая разрешающая способность и крайне высокая энергоемкость. Кроме того, стоимость таких устройств является заоблачной для массового пользователя. Да и проблемы с цветопередачей для PDP также актуальны, как и для всех прочих решений, отличных от ЭЛТ.

## FED

**FED**(Field Emission Display) относятся к классу плоских мониторов, обладающему существенно более низким энергопотреблением, меньшей толщиной, и сравнимы по качеству изображения с лучшими образцами мониторов на ЭЛТ. Этот тип мониторов начал осваиваться в США и Европе в ответ на прорыв Японии в области ЖК мониторов. Основы технологии FED дисплеев были заложены в начале 90-х годов, в период интенсивного развития полупроводниковой техники. FED-дисплеи имеют много преимуществ в сравнении с жидкокристаллическими - матричная адресация, малые вес и толщина. Более того, у них лучшие яркость, цветопередача, и все условия быстрее догнать мониторы на ЭЛТ. Благодаря особой матрице у них есть основания встать в ряд плоских дисплеев нового поколения.

## LEP

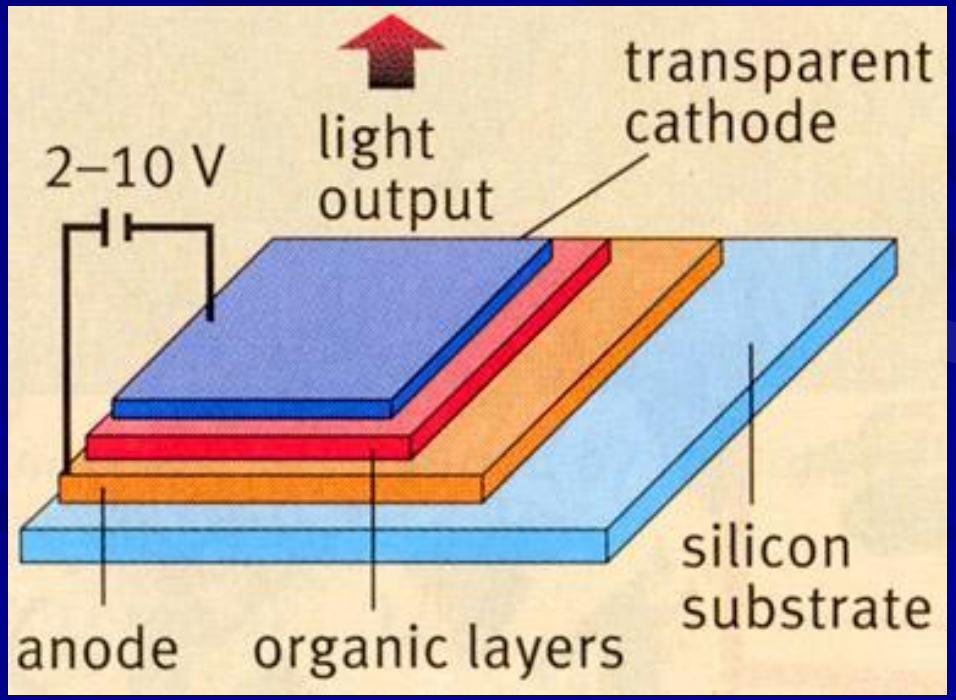
**LEP**(Light Emission Plastics) - светоизлучающие пластики. Светоизлучающие пластики - сложные полимеры с рядом интересных свойств. Вообще-то, использование пластических полимерных материалов в качестве полупроводников началось уже довольно давно, и встретить их можно в самых различных отраслях техники, в том числе и в бытовой электронике, включая персональные компьютеры. Однако некоторые представители этого семейства обладали и довольно необычным свойством - способностью эмитировать фотоны под воздействием электрического тока, то есть светиться.

Поначалу КПД полимерных светильников был крайне низким, и соотношение излучаемого света к затраченному потоку электронов измерялось долями процента. Но в последнее время компания Cambridge Display Technology существенно продвинулась в разработке светоизлучающего пластика и повысила эффективность этих материалов в сотни раз. Сейчас с уверенностью можно сказать, что LEP сравнились по своей функциональности с привычными светодиодами. Поэтому на повестку дня стал вопрос об их практическом применении.LEP необычайно просты и дешевы в производстве. В принципе, LEP-дисплей представляет собой многослойный набор тончайших полимерных пленок. Даже по сравнению с экранами на жидких кристаллах пластиковые мониторы кажутся совсем тонкими - всего пары миллиметров вполне достаточно для воспроизводства на них качественного изображения. По многим же параметрам светоизлучающие пластики превосходят всех своих конкурентов. Они не подвержены инверсионным эффектам, что позволяет менять картинку на таком дисплее с очень высокой частотой. Для работы LEP расходуют электрический ток слабого напряжения, да и вообще отличаются низкой электроемкостью. Кроме того, то, что пластик сам излучает, а не использует отраженный или прямой поток от другого источника, позволяет забыть о тех проблемах, с которыми сталкиваются производители мониторов на жидких кристаллах, в частности - ограниченного угла обзора. Конечно, не обошли эту еще молодую технологию и свои специфические проблемы, такие, например, как ограниченный срок службы полимерных матриц, который сегодня намного меньше, чем у электронных трубок и ЖК-дисплеев. Другая проблема касается воспроизведения светоизлучающим пластиком цветных изображений.

# OLED

**OLED** (Organic Light Emitting Diode) - мониторы, являющиеся продолжением развития LCD-мониторов. Впервые предложенная Kodak схема с двумя слоями органики между электродами вместо одного и сегодня остается основным вариантом, используемым для создания OLED устройств.

В OLED-дисплеях вместо жидких кристаллов применяются органические светоизлучающие элементы. Органический электролюминесцентный дисплей OLED представляет собой монолитный тонкопленочный полупроводниковый прибор, который излучает свет, когда к нему приложено напряжение. OLED состоит из ряда тонких органических пленок, которые заключены между двумя тонкопленочными проводниками. Рабочее напряжение OLED – всего лишь 3-10 В.




Структура органического светоизлучающего прибора (OLED)