

Жидкокристаллические мониторы

Конструкция и принцип работы панели ЖК-монитора

- Жидкие кристаллы и управление ими
- Конструкция панели
 - Планарная ориентация
 - Гомеотропная ориентация
- Модуль подсветки
 - Электр люминисцентные лампы
 - Полупроводниковые светодиоды

Жидкие кристаллы и управление ими

Принято выделять три агрегатные состояния вещества — твердое, жидкое и газообразное. Но некоторые органические вещества способны при плавлении в определенной фазе проявлять свойства, присущие как кристаллам, так и жидкостям. Приобретая текучесть, свойственную жидкостям, они в этой фазе не теряют упорядоченности молекул, свойственной твердым кристаллам. Эту фазу вполне можно назвать четвертым агрегатным состоянием. Правда, не следует забывать, что имеют ее только некоторые вещества и только в определенном диапазоне температур.

Пространственная ориентация молекул ЖК в так называемом положении отдыха называется порядком жидких кристаллов. Согласно классификации Фриделя, различают три основные категории порядка ЖК: смектический, нематический и холестерический (рис. 1).



Рис.1. Виды порядка жидких кристаллов

Смектические ЖК наиболее упорядочены и ближе по структуре к обычным твердым кристаллам. У них, кроме простой взаимной ориентации молекул, присутствует еще и деление их на плоскости.

Направление преимущественной ориентации длинных осей молекул в жидких кристаллах обозначается вектором единичной длины, называемым директором.

Основной интерес представляют материалы с нематическим порядком, они применяются в современных жидкокристаллических панелях всех типов (TN, IPS и VA). В нематиках нормальным состоянием является положение молекул с упорядоченной по всему объему ориентацией молекул, свойственной кристаллам, но с хаотическим положением их центров тяжести, свойственным жидкостям. Молекулы в них сориентированы относительно параллельно, а вдоль оси директора смещены на различные расстояния.

Жидкие кристаллы с холестерическим порядком по структуре напоминают нематики, разбитые на слои. Молекулы в каждом последующем слое повернуты относительно предыдущего на некоторый небольшой угол и директор плавно закручивается по спирали. Эта слоистая природа,

образуемая оптической активностью молекул, и является основным признаком холестерического порядка. Холестерики иногда называют «скрученными нематиками».

Граница между нематическим и холестерическим порядками является в некоторой степени условной. Холестерический порядок можно получить не только у холестерического материала в чистом виде, но и при помощи добавления к нематическому материалу специальных добавок с содержанием хиральных (оптически активных) молекул. Такие молекулы содержат асимметрический атом углерода и, в отличие от молекул нематиков, являются зеркально-несимметричными.

Порядок в жидких кристаллах определяется междумолекулярными силами, которые создают упругость ЖК материала. Да, здесь можно говорить именно об упругих свойствах, хотя природа их отлична от упругих свойств обычных кристаллов, так как жидкие кристаллы все же обладают текучестью. В нормальном (или основном) состоянии молекулы стремятся вернуться в свое «положение отдыха», например, в нематическом материале — в положение с одинаковой ориентацией директора.

Упругость ЖК меньше упругости обычных кристаллов на несколько порядков и дает совершенно уникальную возможность управлять их положением при помощи внешних воздействий. Таким воздействием может служить, к примеру, электрическое поле.

Теперь подробнее о том, каким образом это поле может влиять на ориентацию молекул.

Возьмем образец, состоящий из двух стеклянных пластин, пространство между которыми заполнено нематическим материалом. Расстояние между верхней и нижней пластиной и, соответственно, толщина слоя жидких кристаллов составляет несколько микрон. Для задания нужной ориентации директора молекул в материале применяется специальная обработка поверхности подложек. Для этого на поверхность наносится тонкий слой прозрачного полимера, после чего специальной протиркой (rubbing) поверхности придается рельеф — тончайшие бороздки в одном направлении. Вытянутые молекулы кристаллов в слое, непосредственно соприкасающемся с поверхностью, ориентируются вдоль рельефа. Междумолекулярные силы заставляют все остальные молекулы принимать такую же ориентацию.

Упорядоченное расположение молекул жидких кристаллов определяет анизотропию их некоторых физических свойств (напомню, анизотропией называется зависимость свойств среды от направления в пространстве). Жидкости с их хаотичным расположением молекул являются изотропными. А вот жидкие кристаллы уже обладают анизотропией, что является важным качеством, позволяющим влиять на характеристики проходящего через них света.

Для управления положением молекул используется анизотропия диэлектрической проницаемости. Она представляет собой разность

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\parallel} + \varepsilon_{\perp}$$

где ε_{\parallel} — диэлектрическая проницаемость в направлении, параллельном вектору директора, ε_{\perp} — диэлектрическая проницаемость в направлении, перпендикулярном вектору директора. Значение $\Delta\varepsilon$ может быть как положительным, так и отрицательным.

Возьмем образец, состоящий из двух стеклянных пластин с расстоянием между пластинами в несколько микрон, заполненный нематическим материалом и запечатанный. Для задания нужной ориентации директора молекул в материале применяется специальная обработка поверхности подложек, для этого на поверхность наносится тонкий слой прозрачного полимера, после чего специальной протиркой поверхности придается рельеф — тончайшие бороздки в одном направлении. Вытянутые молекулы кристаллов в слое, непосредственно соприкасающемся с поверхностью, ориентируются вдоль рельефа, междумолекулярные силы заставляют все остальные

молекулы принимать такую же ориентацию. Если создать в образце электрическое поле, энергия жидких кристаллов в этом поле будет зависеть от положения молекул относительно направления поля. В случае, если положение молекул не соответствует минимальной энергии, произойдет их поворот на соответствующий угол. В материале с положительным значением диэлектрической проницаемости (положительной диэлектрической анизотропией) молекулы будут стремиться повернуться вдоль направления электрического поля, в материале с отрицательной диэлектрической анизотропией — поперек направления поля. Угол поворота, соответственно, будет зависеть от приложенного напряжения.

Пусть материал в образце имеет положительную диэлектрическую анизотропию, направление электрического поля перпендикулярно исходной ориентации молекул (рис.2). При подаче напряжения молекулы будут стремиться повернуться вдоль поля. Но они изначально сориентированы по рельефу внутренних поверхностей образца, созданных протиркой и связаны с ними довольно значительным сцеплением. Как следствие, при изменении ориентации директора будут возникать крутящие моменты обратного направления. Пока поле достаточно слабое, силы упругости удерживают молекулы в неизменном положении. При увеличении напряжения, начиная с некоторого значения E_c , ориентационные силы электрического поля превышают силы упругости, и начинается поворот молекул. Эта переориентация под воздействием поля носит название перехода Фредерикса. Переход Фредерикса является фундаментальным для организации управления жидкими кристаллами, на нем основан принцип работы всех ЖК-панелей.



Рис.2. Переход Фредерикса для молекул ЖК с положительной диэлектрической анизотропией

Образуется работоспособный механизм:

- с одной стороны, электрическое поле будет заставлять молекулы жидких кристаллов поворачиваться на нужный угол (в зависимости от значения приложенного напряжения);
- с другой стороны, упругие силы, вызванные межмолекулярными связями, будут стремиться вернуть исходную ориентацию директора при сбросе напряжения.

Если исходная ориентация директора и направления электрического поля не строго перпендикулярны, то пороговое значение поля E_c снижается, благодаря чему становится возможным воздействовать на положение молекул значительно меньшим полем.

В этом месте придется немного отвлечься от жидких кристаллов, для того, чтобы пояснить понятия «поляризация света» и «плоскость поляризации» — без них дальнейшее изложение будет невозможно.

Свет можно представить, как поперечную электромагнитную волну, электрическая и магнитная составляющие которой колеблются во взаимно перпендикулярных плоскостях (рис.3).

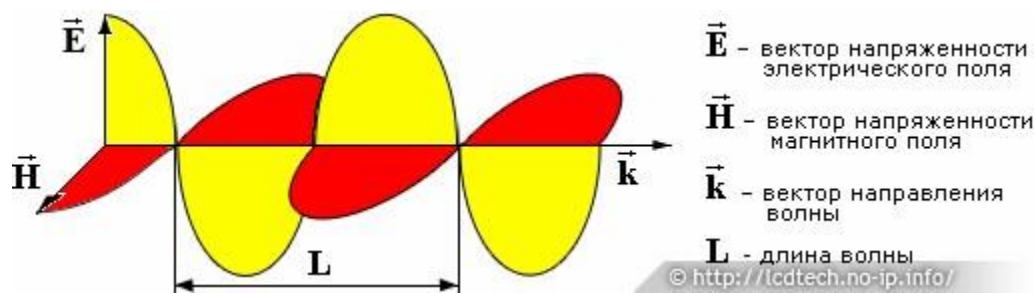


Рис.3. Электромагнитная волна

Далее для простоты будет упоминаться только направление вектора E , поскольку направление вектора H однозначно им определяется.

Естественный свет (называемый также естественно поляризованным или неполяризованным) содержит колебания вектора E , равновероятные во всех направлениях, перпендикулярных вектору k (рис.4).

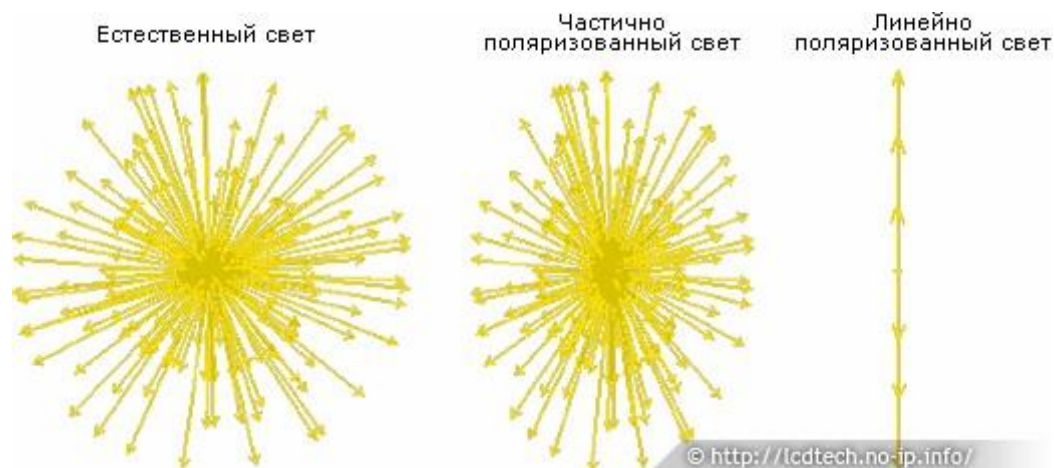


Рис.4. Направление колебания вектора E в естественном и поляризованном свете

Частично поляризованный свет имеет преимущественное направление колебания вектора E . У частично поляризованного света в поле световой волны амплитуда проекции E на одно из взаимно перпендикулярных направлений всегда больше, чем на другое. Отношение между этими амплитудами определяет степень поляризации.

Линейно поляризованный свет — это свет, имеющий единое направление вектора E для всех волн. Понятие линейно поляризованного света является абстрактным. На практике, говоря о линейно поляризованном свете, обычно имеют в виду частично поляризованный свет с высокой степенью поляризации.

Плоскость, в которой лежат вектор E и вектор направления волны k , называется плоскостью поляризации.

Теперь вернемся к ЖК.

Вторым после диэлектрической анизотропии важнейшим физическим свойством жидких кристаллов, используемым для управления световым потоком через них, является оптическая анизотропия. Жидкие кристаллы имеют различные значения коэффициента преломления света для параллельного и перпендикулярного директору направления распространения. То есть, скорость

распространения светового луча параллельно или перпендикулярно директору будет различной — при более высоком коэффициенте она, как известно, будет ниже. Оптическая анизотропия или анизотропия коэффициента преломления есть разность между двумя коэффициентами:

$$\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$$

где n_{\parallel} — коэффициент преломления для плоскости поляризации, параллельной директору; n_{\perp} — коэффициент преломления для плоскости поляризации, перпендикулярной директору.

Присутствие в материале двух различных значений для n_{\parallel} и n_{\perp} вызывает эффект двойного лучепреломления. Когда свет попадает в двулучепреломляющий материал, каким является нематик, происходит разбиение электрического полевого компонента световой волны на два векторных компонента — вибрирующий в «быстрой» оси и вибрирующий в «медленной» оси. Эти компоненты носят название соответственно обыкновенного (ordinary) и необыкновенного (extraordinary) лучей. Направления поляризации обыкновенного и необыкновенного лучей взаимно ортогональны. А наличие в материале «быстрой» и «медленной» осей обусловлено тем, о чем говорилось выше — различными коэффициентами преломления для лучей, распространяющихся соответственно параллельно или перпендикулярно направлению директора.

На рис.5 показано распространение волн вдоль «быстрой» и «медленной» осей. Нужно подчеркнуть, что ось в данном случае — это не фиксированная прямая, а направление плоскости, в которой происходят колебания волн.

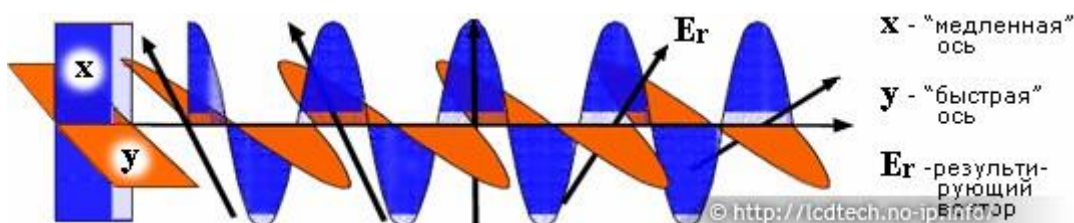


Рис.5. Вращение плоскости поляризации

Поскольку фазовые скорости обыкновенного и необыкновенного луча различны, разность их фаз будет меняться по мере распространения волны. Изменение разности фаз этих ортогональных компонентов вызывает изменение направления поляризации световой волны. На рисунке для наглядности сумма ортогональных компонентов представлена результирующим вектором E_r . Можно видеть, что по мере распространения волны происходит вращение направления вектора E_r . Таким образом, сложение волн на выходе из двулучепреломляющего материала даст волну с измененным относительно исходного направлением поляризации.

Угол поворота плоскости поляризации будет зависеть от ориентации молекул в материале.

Конструкция панели

Существует несколько технологий ЖК-панелей. Для иллюстрации конструкции в данном случае приведена TN, как наиболее распространенная (рис.6).

Все жидкокристаллические панели для мониторов являются трансмиссивными — изображение в них формируется за счет преобразования светового потока от расположенного сзади источника. Модуляция светового потока осуществляется за счет оптической активности жидких кристаллов (их способности вращать плоскость поляризации проходящего света). Реализуется это следующим образом. При прохождении через первый поляризатор свет от ламп подсветки становится линейно поляризованным. Далее он следует через слой жидких кристаллов, заключенный в пространстве между двумя стеклами. Положение молекул ЖК в каждой ячейке панели регулируется электрическим полем, создаваемым за счет подачи напряжения на электроды. От положения молекул зависит поворот плоскости поляризации проходящего света. Таким образом, за счет

подачи на ячейки нужного значения напряжения происходит управление поворотом плоскости поляризации.

Для доставки напряжения к субпикселю служат вертикальные (data line) и горизонтальные (gate line) линии данных, представляющие собой металлические токопроводящие дорожки, нанесенные на внутреннюю (ближайшую к модулю подсветки) стеклянную подложку. Электрическое поле, как уже говорилось, создается напряжением на электродах — общем и пиксельном. Напряжение используется переменное, поскольку применение постоянного напряжения вызывает взаимодействие ионов с материалом электродов, нарушение упорядоченности расположения молекул ЖК-материала, и приводит к деградации ячейки. Тонкопленочный транзистор играет роль переключателя, который замыкается при выборе адреса требуемой ячейки на линии сканирования, разрешает «записать» требуемое значение напряжения и по окончании цикла сканирования вновь размыкается, позволяя сохранять заряд в течение некоторого периода времени. Зарядка происходит в течение времени $T = T_f/n$, где T_f — время вывода кадра на экран (например, при частоте обновления 60 Гц время вывода кадра составляет $1 \text{ с} / 60 = 16.7 \text{ мс}$), n — количество строк панели (например, 1024 для панелей с физическим разрешением 1280x1024). Однако, собственной емкости жидкокристаллического материала недостаточно для сохранения заряда в интервале между циклами обновления, что должно вести к спаду напряжения и, как следствие, снижению контрастности. Поэтому, кроме транзистора, каждая ячейка оснащается запоминающим конденсатором, который также заряжается при открытии транзистора и помогает компенсировать потери напряжения до начала очередного цикла сканирования.

Вертикальные и горизонтальные линии данных при помощи подклеенных плоских гибких шлейфов соединены с управляющими микросхемами панели — драйверами, соответственно столбцовым (source driver) и строчным (gate driver), которые обрабатывают поступающий с контроллера цифровой сигнал и формируют соответствующее полученным данным напряжение для каждой ячейки.

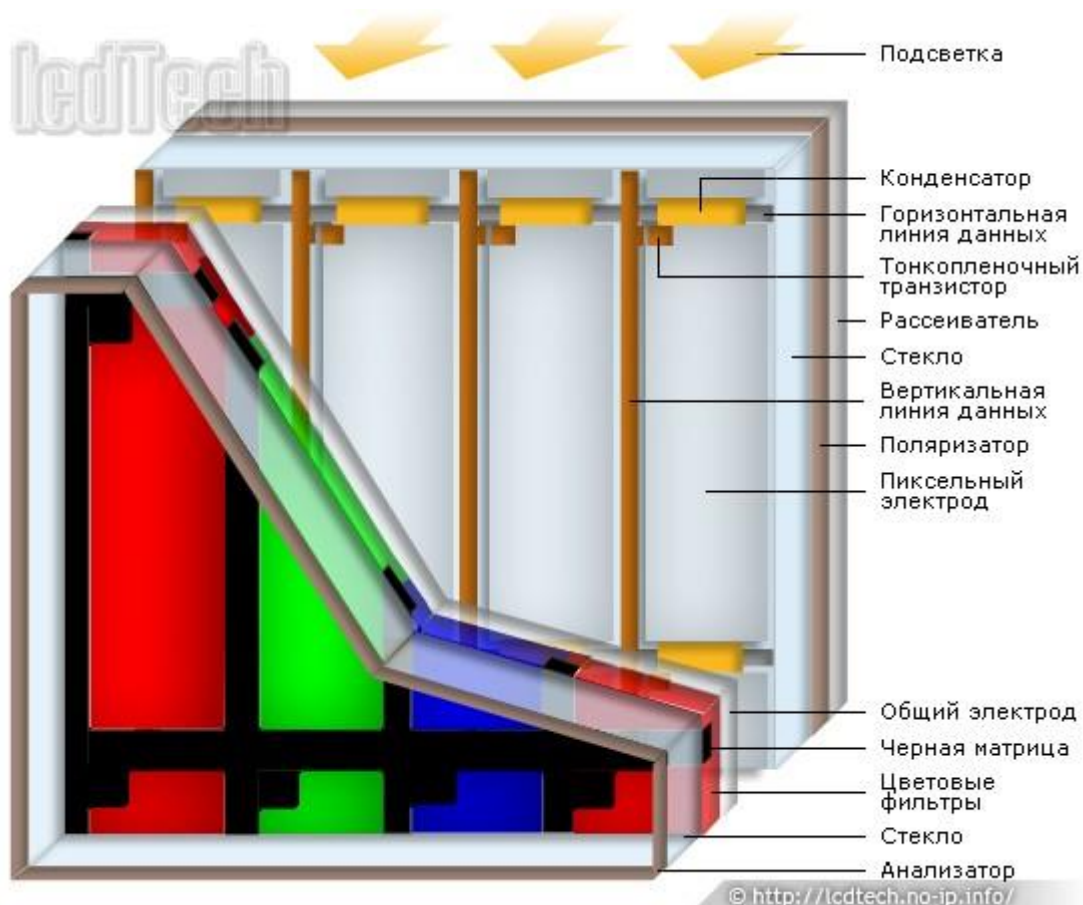


Рис.6. Жидкокристаллическая панель TN в разрезе

После слоя жидких кристаллов расположены цветные фильтры, нанесенные на внутреннюю поверхность стекла панели и служащие для формирования цветной картинке. Используется обычный трехцветный аддитивный синтез: цвета образуются в результате оптического смешения излучений трех базовых цветов (красного, зеленого и синего). Ячейка (пиксель) представляет собой три отдельных элемента (субпикселя), каждому из которых сопоставлен расположенный над ним цветовой фильтр красного, зеленого или синего цвета, комбинациями из 256 возможных значений тона для каждого субпикселя можно получить до 16,77 миллионов цветов пикселя.

Структура панели (металлические вертикальные и горизонтальные линии данных, тонкопленочные транзисторы) и пограничные области ячеек, где нарушена ориентация молекул, должны быть скрыты под непрозрачным материалом, чтобы избежать нежелательных оптических эффектов. Для этого применяется так называемая черная матрица (black matrix), которая напоминает тонкую сетку, заполняющую промежутки между отдельными цветовыми фильтрами. В качестве материала для черной матрицы используется хром или черные смолы.

Заключительную роль в формировании картинке играет второй поляризатор, часто называемый анализатором. Его направление поляризации смещено относительно первого на 90 градусов. Чтобы представить назначение анализатора, можно условно удалить его с поверхности подключенной панели. В этом случае мы увидим все субпиксели максимально освещенными, то есть ровную белую заливку экрана вне зависимости от выведенной на него картинке. От того, что свет стал поляризованным, и плоскость его поляризации вращается каждой ячейкой по-разному, в зависимости от приложенного к ней напряжения, для наших глаз пока ничего не изменилось. Функция анализатора как раз и состоит в отсечении нужных компонентов волн, что позволяет увидеть на выходе требуемый результат.

Теперь о том, как это отсеечение нужных компонентов происходит. Возьмем для примера поляризатор с вертикальным направлением поляризации, т.е. пропускающий волны, ориентированные в вертикальной плоскости.

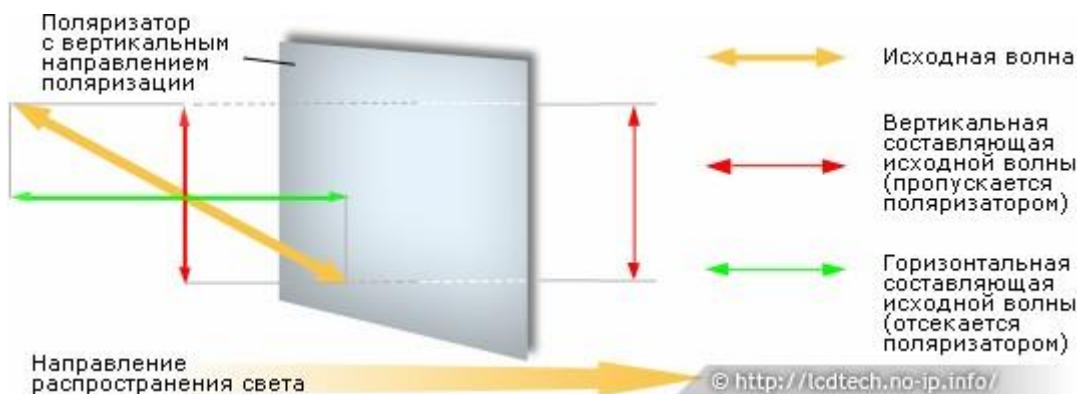


Рис.7. Прохождение световой волны через поляризатор

На рис.7 показана волна, распространяющаяся в плоскости, лежащей под некоторым углом относительно вертикального направления поляризации. Вектор электрического поля падающей волны можно разложить на две взаимно перпендикулярных составляющих: параллельную оптической оси поляризатора и перпендикулярную ей. Первая составляющая, параллельная оптической оси, проходит, вторая (перпендикулярная) блокируется.

Отсюда очевидны и два крайних положения:

- волна, распространяющаяся в строго вертикальной плоскости, будет пропускаться без изменений;
- волна, распространяющаяся в горизонтальной плоскости, будет блокироваться, как не имеющая вертикальной составляющей.

Эти два крайних положения соответствуют полностью открытому и полностью закрытому положению ячейки. Подытожим:

- Для максимально полной блокировки проходящего света ячейкой (субпикселем) требуется, чтобы плоскость поляризации этого света была ортогональна плоскости пропускания анализатора (направлению поляризации);
- Для максимального пропускания света ячейкой плоскость его поляризации должна совпадать с направлением поляризации;
- Плавно регулируя напряжение, подаваемое на электроды ячейки, можно управлять положением молекул жидких кристаллов и, как следствие, поворотом плоскости поляризации проходящего света. И тем самым изменять количество пропускаемого ячейкой света.

Так как угол поворота плоскости поляризации зависит от расстояния, пройденного светом в слое жидких кристаллов, этот слой должен иметь строго выдержанную толщину по всей панели. Для поддержания равномерности расстояния между стеклами (со всей нанесенной на них структурой) применяются специальные распорки (spacers).

Простейшим вариантом являются так называемые шариковые распорки (ball spacers). Они представляют собой прозрачные полимерные или стеклянные шарики строго определенного диаметра и наносятся на внутреннюю структуру стекла путем распыления. Соответственно, располагаются они хаотично по всей площади ячейки и их наличие отрицательно влияет на ее однородность, так как распорка служит центром для дефектной области и непосредственно возле нее молекулы ориентируются неправильно.



Рис.8. Шариковые распорки и распорки колонного типа

Применяется и другая технология — распорки колонного типа (column spacer, photo spacer, post spacer). Располагаются такие распорки с фотографической точностью под черной матрицей (рис.8). Преимущества такой технологии очевидны: повышение контрастности за счет отсутствия световых утечек возле распорок, более точный контроль однородности зазора за счет упорядоченного расположения распорок, повышение жесткости панели и отсутствие ряби при нажиме на поверхность.

Панель TN, конструкция которой была приведена на рис.6, является самой недорогой в производстве, что определяет ее доминирование на рынке массовых мониторов. Кроме нее существует еще несколько технологий, различающихся расположением, конфигурацией и материалом электродов, ориентацией поляризаторов, используемыми ЖК-микстурами, исходной ориентацией директора в жидкокристаллическом материале и т.д. Согласно исходной ориентации директора все существующие технологии можно разделить на две группы:

1. Планарная ориентация

Сюда относятся все IPS-технологии (S-IPS, SA-SFT и др.), а также FFS (в настоящее время — AFFS), разработанная и продвигаемая компанией Voe HyDis. Молекулы выравниваются горизонтально, параллельно основанию подложек, в направлении, заданном протиркой, верхняя и нижняя подложки протерты в одном направлении. Все электроды, как пиксельные, так и общие, находятся на одной стеклянной подложке панели — внутренней, вместе с линиями данных и транзисторами. В IPS-технологиях пиксельные и общие электроды расположены параллельно,

чередующься друг с другом (рис.9). Силовые линии поля проходят горизонтально, но под некоторым углом относительно направления протирки. Поэтому при подаче напряжения молекулы, обладающие в данном случае положительной диэлектрической анизотропией, стремясь выстроиться по направлению приложенного поля, поворачиваются в той же плоскости на угол, зависящий от его (поля) напряженности. В случае FFS общий электрод расположен под пиксельным — при такой конструкции приложенное к электродам напряжение образует электрическое поле, имеющее как горизонтальную, так и вертикальную составляющие. Если для IPS в приведенных на рис.9 координатных осях поле можно охарактеризовать как E_y , то для FFS соответствующие значения будут выглядеть как E_y и E_z . Такое расположение силовых линий поля позволяет использовать ЖК-материалы как с положительной, так и с отрицательной диэлектрической анизотропией. Поворот молекул, аналогично IPS, происходит в той же плоскости по направлению горизонтальной составляющей поля, но при этом из-за меньшего количества пограничных зон поворачивается значительно большее количество молекул, что позволяет сузить ширину решетки черной матрицы и достичь более высокого отношения апертуры панели.

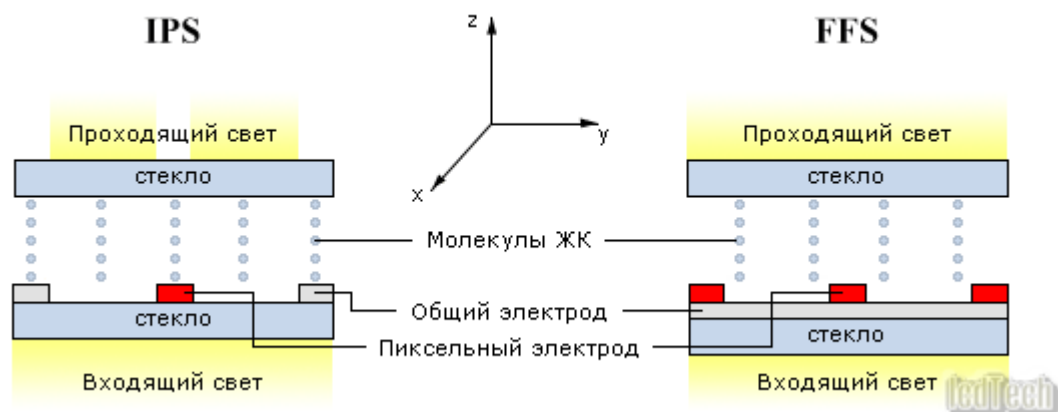


Рис.9. Технологии IPS и FFS

Одним из основных плюсов технологий с планарной ориентацией директора является крайне незначительный цветовой сдвиг (color shift) палитры при изменении угла обзора. Эта стабильность объясняется конфигурацией спирали, образуемой молекулами жидкокристаллического материала под действием поля, которая в данном случае имеет симметричную форму. На рис.9 схематично показано положение ЖК-молекул при поступлении напряжения на электроды — очевидно, что максимальный угол поворота достигается в средних слоях. Такая неоднородность обусловлена тем, что, как уже говорилось, ориентация молекул в нужном направлении параллельно основанию подложек получена за счет предварительной обработки (протирки) их поверхностей. Поэтому подвижность молекул в непосредственно граничащем с подложкой слое ограничивается рельефом подложки, а последующих близлежащих слоях — межмолекулярными силами. В результате под воздействием поля молекулы образуют спираль, напоминающую форму ленты с зафиксированными в одной плоскости концами и повернутой центральной частью. Существует понятие оптического пути, зависящего от коэффициента преломления среды, в которой распространяется луч и результирующего фазового набегу по направлению его следования. Световые лучи, проходящие через слой жидких кристаллов, имеют различную длину оптического пути в зависимости от угла прохождения. Симметричная форма спирали молекул позволяет получить для каждого серого уровня точное дополнение длины оптического пути в своих верхней и нижней половинках, следствием является практически полное отсутствие зависимости отображаемых оттенков от углов обзора. Благодаря такому свойству, IPS-панели используются в подавляющем большинстве мониторов, ориентированных на работу с графикой.

При прохождении световой волны направление вращения результирующего вектора (см. рис.5) частично повторяет форму изгиба спирали, образуемой молекулами. Поэтому вращение плоскости поляризации при прохождении волны через первую часть ЖК-материала происходит в одном направлении, а через вторую — в противоположном. Различное, в зависимости от приложенного напряжения, запаздывание по фазе одного из компонентов волны приводит к тому, что

направление результирующего вектора E_r на выходе из слоя жидких кристаллов отличается от исходного, это позволяет определенной части светового потока пройти через анализатор. Светопропускающие плоскости поляризатора и анализатора, как и во всех остальных технологиях смещены относительно друг друга на угол 90 градусов.

Во всех выпускаемых в настоящее время вариациях (S-IPS, AFFS, SA-SFT) используется 2-доменная конструкция ячейки. Для этого применяются электроды зигзагообразной формы, которые вызывают поворот молекул в двух направлениях. Первоначальные версии, обозначавшиеся как просто «IPS» и «FFS», без приставок «Super» и «Advanced», были монодоменными, поэтому имели цветовой сдвиг и меньшие углы обзора (от 140/140 по падению контрастности до 10:1 у первых IPS).

К планарной ориентации обычно причисляется и твист-ориентация (или закрученная ориентация). Выравнивание молекул вдоль основания подложек в этом случае также достигается протиркой их поверхностей, с той разницей, что направления протирки верхней и нижней подложек смещены друг относительно друга. В результате такого выравнивания в нематическом материале директор образует спираль, напоминающую холестерическую, для правильного формирования спирали в ЖК-микстурах применяются специальные добавки с содержанием хиральных молекул. Твист-ориентация используется в наиболее широко распространенной TN (или TN+Film) технологии. Описывать и иллюстрировать конструкцию TN здесь не имеет смысла, это неоднократно сделано в многочисленных материалах на аналогичные темы — можно сказать, что она хорошо известна.

2. Гомеотропная ориентация

К этой группе принадлежат MVA и PVA. Директор ориентирован перпендикулярно основанию стеклянной подложки, это достигается применением в покрытии подложки поверхностно-активных веществ. Общие и пиксельные электроды расположены на противоположных подложках, поле ориентировано вертикально. Здесь используются жидкокристаллические материалы с отрицательной диэлектрической анизотропией, поэтому приложенное напряжение вызывает поворот молекул ЖК против силовых линий поля. MVA отличается наличием микроскопических продольных выступов (protrusion) для преднаклона молекул на верхней, либо на обеих подложках, поэтому исходное вертикальное выравнивание не является полным. Молекулы, выравниваясь по этим выступам получают небольшой преднаклон, что позволяет задать для каждой области (домена) ячейки определенное направление, в котором будет происходить поворот молекул под воздействием поля. В PVA такие выступы отсутствуют и в отсутствие напряжения директор ориентирован строго перпендикулярно поверхности, а пиксельный и общий электроды смещены друг относительно друга так, что создаваемое поле не строго вертикально, а содержит наклонный компонент (рис.10).

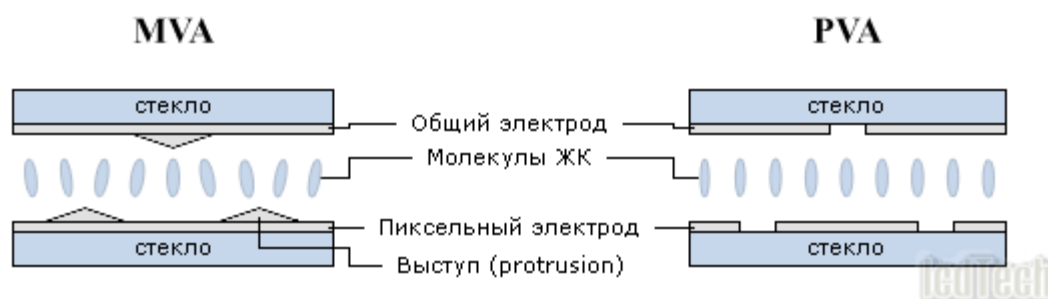


Рис.10. Технологии MVA и PVA

К технологиям с гомеотропной ориентацией директора относится также ASV, разработанная компанией Sharp. В пределах субпикселя здесь располагается несколько пиксельных электродов, имеющих форму квадратов со скругленными краями. Основные принципы те же: общий электрод расположен на противоположной подложке, молекулы в отсутствие поля ориентированы вертикально, используются жидкокристаллические материалы с отрицательной диэлектрической

анизотропией. Создаваемое поле имеет выраженный наклонный компонент и молекулы, поворачиваясь против направления поля, создают структуру, направление директора в которой напоминает форму зонтика с центром в середине пиксельного электрода.

Существует также деление ЖК-модулей по типам в зависимости от состояния ячеек в отсутствие напряжения. Нормально белыми (normally white) называются панели, у которых при нулевом напряжении на ячейках они полностью открыты — соответственно, на экране воспроизводится белый цвет. Нормально белыми являются все панели, изготовленные по технологии TN. Панели, блокирующие прохождение света при отсутствии напряжения, относятся к нормально черным (normally black), к этому типу принадлежат все остальные технологии.

Модуль подсветки

...на базе флюоресцентных ламп

Сквозь тело панели (поляризаторы, электроды, цветофильтры и пр.) проходит лишь незначительная часть изначального светового потока от ламп подсветки, не более 3%. Поэтому собственная яркость модуля подсветки должна быть довольно значительной — как правило, применяемые лампы имеют яркость свыше 30000 кд/м².



Через ЖК-панель проходит около 3% светового потока

Для подсветки применяются CCFL — флуоресцентные лампы с холодным катодом (без нитей накала катодов). CCFL-лампа представляет собой запечатанную стеклянную трубу, наполненную инертным газом с небольшой примесью ртути (рис.11). Катоды в данном случае являются равноправными электродами, так как для питания используется переменный ток. В сравнении с лампами с накаливаемым (горячим) катодом, электроды у CCFL имеют другое строение и больший размер. Рабочая температура катода существенно отличается: 80-150°C против приблизительно 900°C у ламп с горячим катодом, при близкой температуре самой лампы — 30-75°C и 40°C соответственно. Рабочее напряжение для CCFL составляет 600-900 В, пусковое напряжение — 900-1600 В (цифры достаточно условные, так как спектр применяемых ламп очень широк). Образование света происходит при ионизации газа, а необходимым условием ее возникновения в лампе с холодным катодом является высокое напряжение. Поэтому для запуска такой лампы требуется на несколько сотен микросекунд подать на электроды напряжение, значительно превышающее рабочее. Приложенное высокое переменное напряжение вызывает ионизацию газа и пробой зазора между электродами, возникает разряд.

Пробой разрядного промежутка происходит по следующим причинам. В обычных условиях наполняющий лампу газ является диэлектриком. При появлении электрического поля небольшое количество ионов и электронов, всегда присутствующее в объеме газа, приходит в движение. Если подать на электроды достаточно высокое напряжение, электрическое поле сообщает ионам настолько высокую скорость, что при столкновении с нейтральными молекулами происходит выбивание из них электронов и образование ионов. Вновь образовавшиеся электроны и ионы, двигаясь под воздействием поля, также вступают в процесс ионизации, процесс принимает лавинообразный характер. После того, как ионы начинают получать достаточную энергию, чтобы выбивать электроны ударами о катод, возникает самостоятельный разряд. В отличие от ламп с горячим катодом, где разряд является дуговым, тип разряда в CCFL — тлеющий.

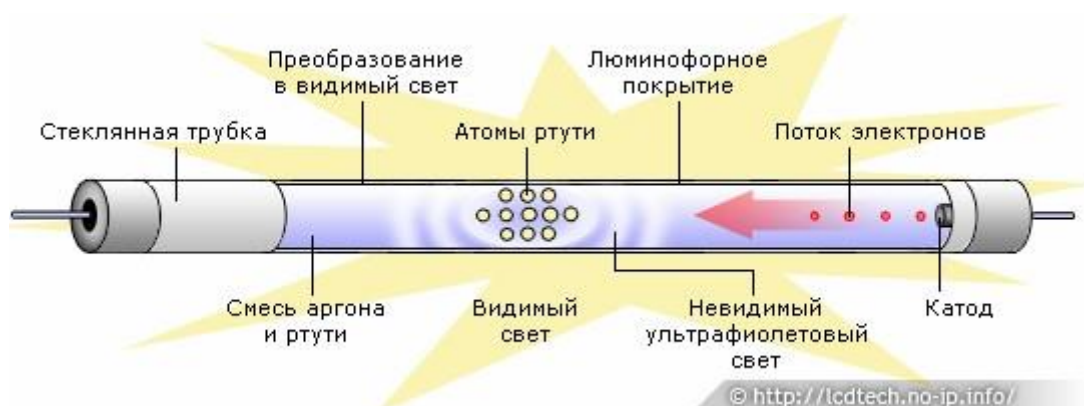


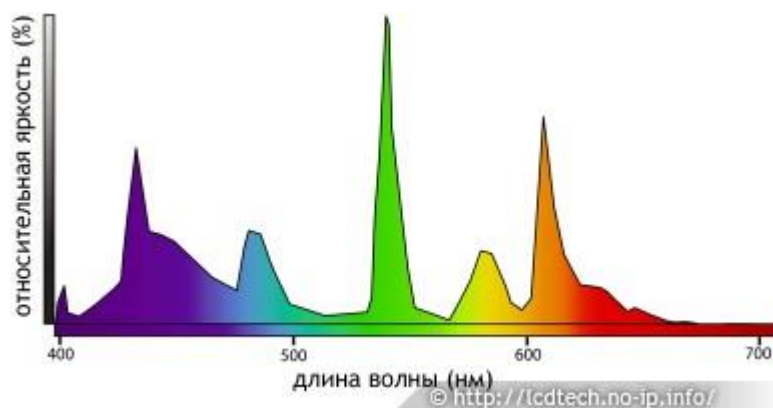
Рис.11. Устройство CCFL (флуоресцентная лампа с холодным катодом)

Поддержание разряда происходит за счет так называемого катодного падения потенциала. Основная часть падения потенциала (напряжения) в разряде приходится на прикатодную область. Ионы, пробегая этот промежуток с высокой разностью потенциалов, приобретают большую кинетическую энергию, достаточную для выбивания электронов из катода. Выбитые электроны за счет той же разности потенциалов ускоряются обратно в разряд, производя там новые пары ионов и электронов. Ионы от этих пар возвращаются к катоду, ускоряются падением напряжения между разрядом и катодом, и снова выбивают электроны.

Энергия электрического тока вызывает переход находящейся в лампе ртути из жидкого состояния в газообразное. При столкновении электронов с атомами ртути происходит выделение энергии, вызванное возвращением атомов из нестабильного состояния в стабильное. При этом возникает интенсивное излучение в ультрафиолетовой области — доля ультрафиолета составляет около 60% общего излучения.

Видимый свет образуется за счет люминофорного покрытия, нанесенного на внутреннюю поверхность стекла. Ультрафиолетовые фотоны, выпущенные ртутью, возбуждают атомы в

люминофорном покрытии, повышая уровень энергии электронов. Когда электроны возвращаются к первоначальному уровню энергии, атомы в покрытии производят энергию в виде фотонов видимого света. Люминофор является важнейшим компонентом лампы, от него зависят характеристики спектра излучения. Спектр CCFL крайне неровный, в нем присутствуют ярко выраженные узкие пики. Даже использование многослойного люминофорного покрытия (в ущерб максимальной яркости) не позволяет «обогнать» кинескопные мониторы по цветовому охвату. Поэтому при производстве панели для достижения приемлемого цветового охвата необходим еще и точный подбор цветowych фильтров, полосы пропускания которых должны максимально соответствовать пикам спектра излучения ламп.



Спектр модуля подсветки на базе CCFL.

Максимальный цветовой охват в идеале могла бы обеспечить комбинация монохроматических источников основных цветов и качественных цветофильтров. На роль «квазимонохроматических» источников света могут претендовать так называемые лазерные светодиоды, но технология производства пока не обеспечивает рентабельность их применения в модулях подсветки. Поэтому на данный момент лучший цветовой охват позволяют достичь модули подсветки на основе RGB-пакетов светодиодов (см. ниже).

Для формирования напряжения в несколько сотен вольт, необходимого для работы ламп, используются специальные преобразователи — инверторы. Регулировка яркости CCFL осуществляется двумя способами. Первый заключается в изменении тока разряда в лампе. Значение тока в разряде составляет 3-8 мА, значительная часть ламп имеет еще более узкий диапазон. При меньшем токе страдает равномерность свечения, при большем — существенно сокращается срок службы лампы. Недостаток этого способа регулировки состоит в том, что он позволяет изменять яркость в очень небольшом диапазоне, существенное ее снижение при этом невозможно. Поэтому мониторы с такой регулировкой при работе в условиях слабого внешнего освещения часто оказываются излишне яркими даже при нулевом значении яркости. При втором способе генерируется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) питающего лампы напряжения (осуществляется управление шириной, т.е. длительностью импульса, за счет изменения ширины единичного импульса регулируется средний уровень напряжения.). В недостатки такому способу иногда приписывается появление мерцания ламп при реализации ШИМ на низкой частоте — 200 Гц и ниже, по сути же регулировка с помощью ШИМ представляет собой наиболее разумный подход, так как позволяет изменять яркость в широком диапазоне.

Для равномерного распределения света ламп применяется система из световодов, рассеивателей и призм. Вариантов организации распределения света существует множество, один из них показан на рис.12.

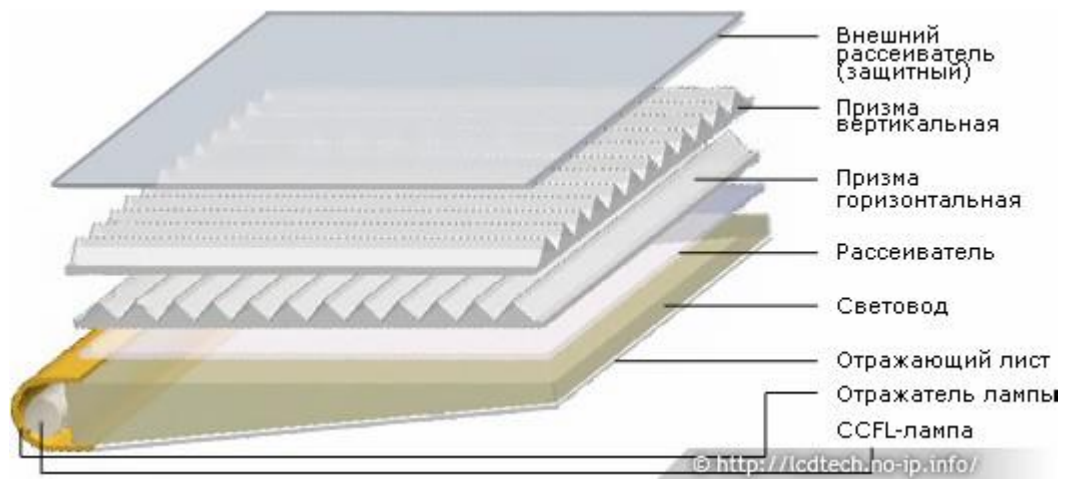


Рис.12. Модуль подсветки

Решения с расположением ламп по верхней и нижней торцевым сторонам панели являются наиболее распространенными, такая компоновка позволяет значительно снизить общую толщину изделия. В 17- и 19-дюймовых модулях, как правило, устанавливается четыре лампы: две по верхней стороне и две по нижней. В торцевой части корпуса подобных панелей существуют специальные технологические отверстия, поэтому разбирать корпус для извлечения ламп не требуется (рис.13-б). Лампы при такой компоновке часто объединены в блоки из двух штук (рис. 13-а).

Другим вариантом является расположение ламп по всей площади обратной стороны модуля (рис.13-в) — такое решение применяется в многоламповых панелях с количеством ламп восемь штук и более, а также при использовании U-образных CCFL.

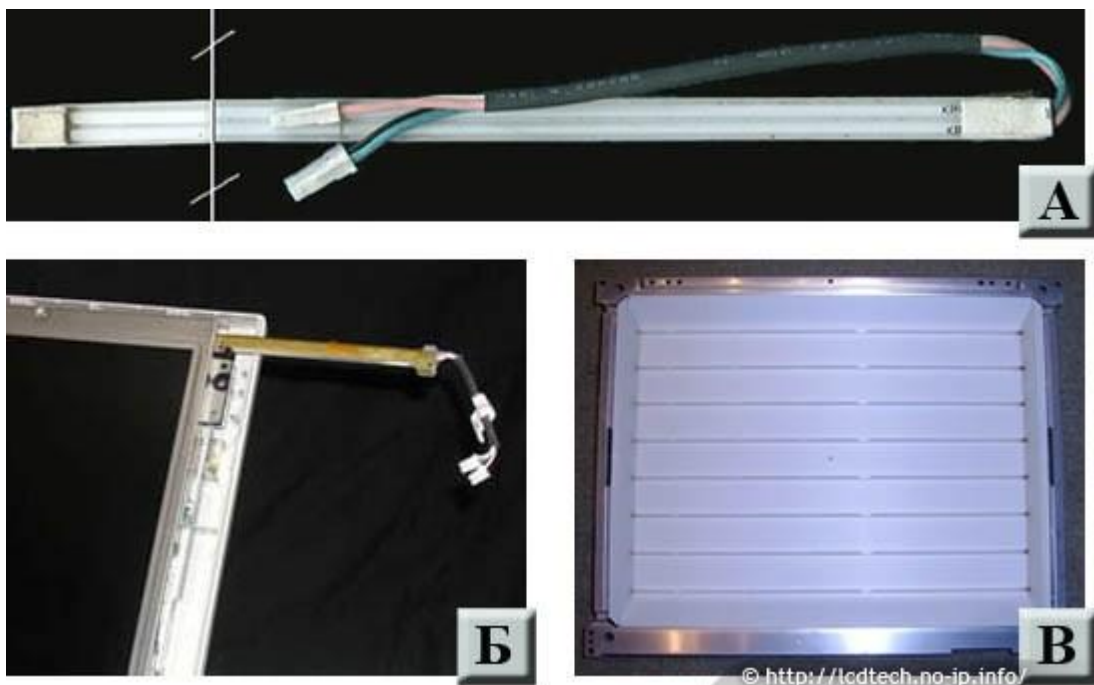
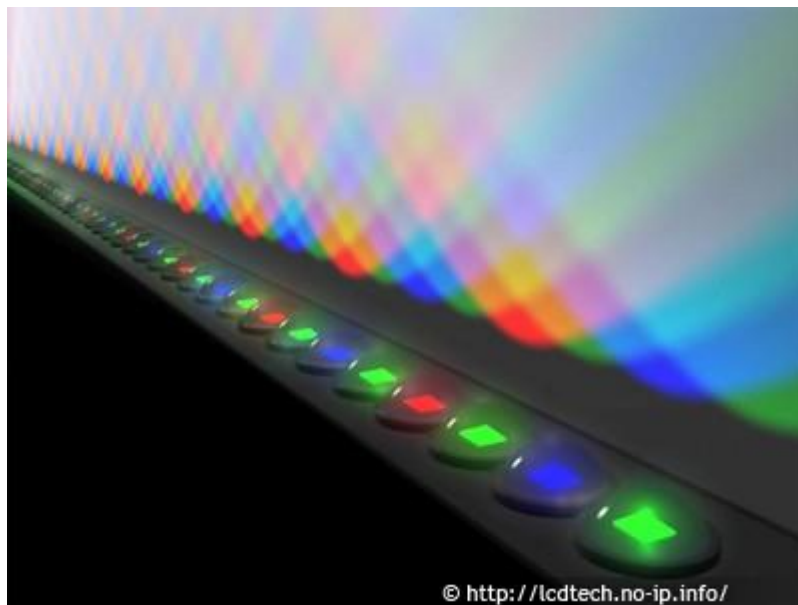


Рис.13. А — блок из двух CCFL-ламп; Б — в панелях с торцевым расположением ламп для их извлечения предназначены технологические отверстия; В — модуль подсветки с расположением ламп по задней поверхности ЖК-панели

Минимальный срок службы ламп производителями панелей в настоящее время обычно указывается от сорока до пятидесяти тысяч часов (срок службы определяется как время, за которое светимость ламп снижается на 50%).

...на базе светодиодов

Помимо флюоресцентных ламп в качестве источника света могут также использоваться светодиоды (LED). Модули подсветки на базе светодиодов строятся либо на «белых» светодиодах, либо на пакетах светодиодов основных цветов (RGB-LED).



Модуль подсветки на базе пакета RGB-LED, состоящий из линейки RGBG-групп светодиодов.

Наибольший цветовой охват дают пакеты RGB-LED. Дело в том, что «белый» светодиод представляет собой синий светодиод с желтым люминофорным покрытием, либо ультрафиолетовый светодиод с комбинацией «красного», «зеленого» и «синего» люминофорного покрытия. Спектр «белых» светодиодов не избавлен от всех недостатков спектра флюоресцентных ламп. Кроме того, в отличие от «белых» светодиодов, пакет RGB-LED позволяет в оперативном режиме корректировать цветовую температуру подсветки за счет отдельного управления интенсивностью свечения каждой группы светодиодов основных цветов.



Спектр модуля подсветки на базе пакета RGB-LED.

В итоге, достигаются две цели:

- расширяется цветовой охват за счет более идеального спектра подсветки,
- расширяются возможности цветокалибровки: к типовому методу на основе таблиц пересчета цветовых координат для пикселей изображения добавляется возможность корректировки цветового баланса задней подсветки.

Большая крутизна вольт-амперной характеристики светодиодов не позволяет плавно регулировать яркость излучения в широких диапазонах. Но поскольку прибор допускает работу в импульсном режиме, на практике для регулировки яркости светодиодов (как и для флюоресцентных ламп) чаще всего применяется метод широтно-импульсной модуляции.

Часть 1. Выбор типа панели под свои задачи

Введение

- Универсального LCD-монитора не существует.
- Хотелось бы получить максимум за свои деньги именно под требуемые цели.

Работа с текстом

Сюда можно отнести работу со всеми текстовыми файлами, таблицами, графиками и пр. Значительная часть работы в Интернете (поисковики, просмотр информации с сайтов, форумы, чаты и т.д.) также подразумевает работу с текстом. Этому назначению все типы панелей отвечают в равной степени.

Игры

В конце 2004 года в LCD-мониторах появилась технология компенсации времени отклика. У каждого производителя она носит свое фирменное название, но чаще обобщенно именуется *overdrive*. С ее появлением и развитием вопрос о пригодности LCD для игр был практически снят, даже медлительные изначально на многих переходах MVA и PVA получили возможность полноценно использоваться, как игровые. В настоящее время производство MVA и PVA без *overdrive* постепенно сворачивается, а проблемы с артефактами от разгона по большей части решены. Поэтому обычного пользователя, не высматривающего намеренно малозаметные смазы, артефакты или задержки, для игр должна устроиться практически любая современная панель.

Геймерам профессионального уровня стоит обратить внимание на TN с *overdrive*, имеющие на сегодня минимальное время отклика, либо на S-IPS с *overdrive*, чуть уступающие им в скорости в обмен на большие углы обзора и стабильные цветовые параметры картинки.

Просмотр фильмов

Для просмотра фильмов и видео время реакции всех современных панелей является достаточным. Ограничения здесь дает другой параметр — углы обзора. Из-за недостаточных углов обзора и заметного изменения картинки при любом отклонении по вертикали TN для такого применения крайне неудобны. Все остальные типы для этой задачи пригодны без ограничений.

Редактирование фото

Для простейшей коррекции снимков — устранения «красных глаз» и кадрирования, разумеется, пригоден любой тип панелей.

Более сложные операции, как правило, требуют визуальной оценки яркости, контраста, сбалансированности по тону и т.д. Чтобы такая оценка была достоверной, необходимо, чтобы монитор имел стабильные параметры цветопередачи в некоем определенном диапазоне углов обзора. Причем необязательно, чтобы диапазон этот был таким же широким, как у CRT-монитора. Вполне достаточно, чтобы он просто охватывал все положения головы при обычной смене позы. Увы, мониторы на TN не отвечают даже этому минимальному требованию из-за изменения параметров изображения при относительно небольшой смене угла обзора по вертикали. Панели остальных типов задачам любительской обработки изображений вполне соответствуют.

Индивидуальные особенности TN, *VA и *IPS

TN — самый недорогой тип панелей, к тому же обладающий приемлемым временем отклика даже без наличия overdrive. Недостатком являются самые маленькие углы обзора среди всех типов. Горизонтальные углы у TN заметно меньше, чем у *VA и *IPS, т.е. изображение раньше теряет в контрасте (выцветает) при взгляде сбоку. Но наиболее неприятный эффект, в силу технологических особенностей, у TN дают вертикальные углы. При отклонении вверх от нормали к экрану, кроме падения контрастности, происходит еще и заметное осветление картинки, а при отклонении вниз — инверсия цветов. Поэтому на TN с небольшими вертикальными углами часто заметен перепад яркости экрана — на однородном фоне нижняя часть экрана выглядит светлее верхней.

MVA и PVA этой проблемы лишены. Они имеют широкие углы обзора, причем равные как по горизонтали, так и по вертикали. Слабой их стороной, в сравнении с IPS-технологиями, является наличие цветового сдвига при отклонении от нормали к экрану. Наиболее заметно в данном случае цветовой сдвиг проявляется в крайних темных оттенках изображения: при отклонении от нормали к экрану различимость тонов в тенях увеличивается. На A-MVA (Advanced MVA) и S-PVA (Super PVA) данный эффект менее заметен, но все еще присутствует.

IPS-технологии (S-IPS, SA-SFT и пр.) также не лишены недостатков. Основным недостатком является проблема с отображением черного цвета, который под углом приобретает фиолетовый оттенок. У мониторов с большой диагональю на черной заливке экрана фиолет в углах заметен даже при взгляде по центру.

Читайте далее:

1. [Выбор типа панели под свои задачи](#)
2. [Выбор конкретного монитора: производитель и модель](#)
3. [Мониторы для профессиональной работы с цветом](#)
4. [Как определить тип панели](#)
5. [Выбор диагонали и разрешения](#)
6. [Выбор по эргономике и функциональности](#)
7. [Использование мониторов Apple под PC](#)
8. [Тестирование при покупке](#)
9. [Разъёмы, кабели и видеоадаптеры](#)
10. [Настройка](#)
11. [Эксплуатация](#)

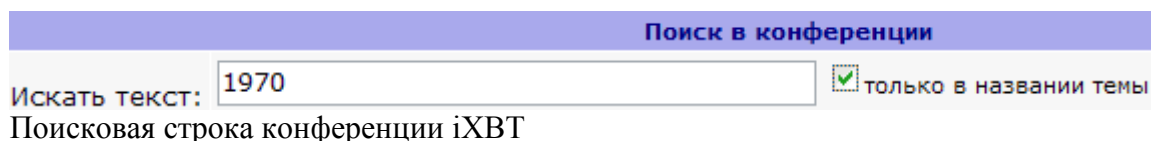
Часть 2. Выбор конкретного монитора: производитель и модель

При выборе не стоит ориентироваться лишь на фирму-производителя. Например, EIZO производит лучшие на сегодняшний день мониторы для профессиональной работы с цветом (серия CG), но при желании купить менее дорогой монитор этого производителя ваш выбор будет ограничен моделями на PVA. То же самое по другим производителям: не факт, что именно в модельном ряду выбранной фирмы найдется оптимальный для вас по характеристикам монитор.

Часто встречающееся утверждение, что японские или европейские марки являются более надежными, чем корейские, не имеет под собой почвы. В настоящее время основная масса мониторов производится в Китае, поэтому купленный вами Fujitsu Siemens или NEC будет иметь надпись «Made in China». Все официально поставляемые в Россию мониторы оснащаются 3-летней фирменной гарантией. Немного особняком в общем ряду стоят мониторы Eizo, имеющие японскую сборку и сопровождаемые 5-летней гарантией производителя. Правда, они отличаются и заметно более высокой ценой.

Не стоит делать заключение о мониторе на основании обзоров в Интернете и печатных изданиях — мнение авторов слишком часто бывает необъективным. Здесь можно столкнуться с чем угодно, от элементарной безграмотности, навязывания личных предпочтений до проплаченных материалов, именуемых «джинса».

Некоторую помощь при выборе могут оказать интернет-форумы, например, форум Мониторы и другие устройства отображения конференции iXBT. Для поиска информации по заинтересовавшей вас модели пользуйтесь разделом Поиск. Пусть, для примера, нас интересует поиск тем по монитору NEC LCD1970NX. В поисковую строку вводим цифровые символы из названия модели, в данном случае «1970». Буквенные символы опускаем — поиск работает и по фрагментам слов, а название конкретной модели в форуме не всегда указывается аккуратно, часть символов может отсутствовать. Отмечаем галочкой пункт «Только в названии темы» и нажимаем кнопку «Начать поиск!».



Поиск в конференции

Искать текст: 1970 только в названии темы

Поисковая строка конференции iXBT

В списке найденных результатов под первым же номером оказывается многостраничная тема «NEC 1970NX — ревизий 25, 18ms. Обсуждаем здесь!». Многочисленные отзывы владельцев этого монитора помогут сформировать некоторое представление об его достоинствах и недостатках.

Опыт форума показывает:

- Быстро растущая тема по новому монитору свидетельствуют об интересе к модели. Значит, монитор «попал в точку» и заинтересовал определенную категорию пользователей — как игровой, как универсальный, как ориентированный на работу с графикой и т.п. Отсутствие тем, либо редко пополняемые темы по какой-либо модели, выпускаемой в настоящий момент, скорее всего, говорят о том, что монитор малоинтересен (чаще всего причина здесь в наличии более удачных по цена-качество аппаратов конкурентов).
- Новые модели от какого бы то ни было производителя, еще не имеющие отзывов владельцев на форуме, приобретаются на свой страх и риск. Возможно проявление «детских болезней» (проблема с частотами у Acer AL2021, передавленные пятнистые панели на первых партиях NEC LCD1970NX, ошибки реализации овердрайва на некоторых мониторах, использующих эту технологию и т.п.). По ходу производства проблемы обычно устраняются, но попасть в число жертв будет неприятно. Разумнее подождать первых грамотных (!) владельцев и их наблюдений. Основные проблемы, если таковые есть, выявляются достаточно быстро.
- По давно выпускающимся мониторам темы в форуме помогают выявить замену панели производителем — переход на более быструю, либо иногда подмену на более дешевую (25 мс на 18 мс, S-IPS на P-MVA и т.п.).

При выборе обязательно обращайте внимание на позиционирование монитора производителем. Довольно нелепо выглядит покупка для игрового применения дорогого монитора с гамма-коррекцией и набором профессиональных функций только из-за того, что в нем установлена S-IPS с низким временем отклика. Монитор наверняка оправдает ожидания, но сотня-другая долларов будет израсходована впустую. Скорее всего, найдутся мониторы на той же панели без излишнего в данном случае функционала.

Производителей ЖК-панелей насчитывается немногим больше десятка, значительно меньше, чем производителей мониторов. Многие из именитых производителей мониторов вообще не имеют собственного производства панелей, например, фирма Eizo. Стоит немного сказать о том, какие свойства монитора определяются установленной в нем ЖК-панелью, а какие собственно

монитором, как конечным продуктом. Излишне пояснять, что жидкокристаллическая панель, аналогично кинескопу в случае ЭЛТ-монитора, является основной его частью. Поэтому выбор типа используемой панели является не менее важным, чем выбор собственно монитора (о свойствах их различных типов кратко говорилось в предыдущей части). Тип технологии панели определяет в основном углы обзора и поведение картинки при изменении угла обзора. От панели также зависит цветовой охват, который определяется характеристиками ламп подсветки и цветофильтров. Время отклика, хотя и зависит изначально от возможностей технологии (каждая технология имеет свой порог возможностей, в настоящее время самый низкий порог имеют TN, наиболее успешно поддающиеся разгону), в конечном итоге, все же определяется реализацией в данной модели монитора. От производителя монитора зависят:

- Цветопередача, а именно: точность гамма-кривых, снятых с монитора при заводских установках и то, насколько эта точность остается приемлемой при пользовательских настройках, отличных от заводских установок;
- Диапазон регулировки яркости, определяемый установленным инвертором. Использование ШИМ-регулировки с широким диапазоном позволяет аппаратно снижать яркость до минимальных значений, недоступных мониторам с токовой регулировкой;
- Функциональность. Сюда входит возможность отключения интерполяции, наличие расширенных регулировок цвета (например, настройка по шести каналам вместо традиционных трех, настройка насыщенности и пр.), количество компьютерных входов, наличие видеовходов, функции PIP, регулировки по высоте и поворота в портретное положение, встроенного датчика окружающего освещения и другие возможности, определяемые сложностью электроники и механики монитора.

Примитивные рекомендации по выбору таковы. Очертите для себя круг задач, для которых будет использоваться монитор, соответственно задачам определитесь с типом панели. И уже затем выбирайте конкретную модель: по наличию необходимого функционала, по стоимости подходящих моделей у разных производителей и т.д. Обязательно обратите внимание на позиционирование мониторов производителем: модельный ряд, как правило, поделен на различные серии — офисные (простейшие модели с ограниченным функционалом), игровые (с минимальным временем отклика), для работы с графикой (дорогие мониторы с гамма-коррекцией и насыщенным функционалом) и т.п.

Часть 3. Мониторы для профессиональной работы с цветом

Основной причиной, ограничивающей применение MVA и PVA для коррекции цвета на профессиональном уровне, является цветовой сдвиг (англ. термин — color shift), обусловленный зависимостью некоторых цветовых оттенков от угла обзора.



Цветовой сдвиг на PVA. Небольшое отклонение от нормали заметного влияния на оттенки не оказывает. Однако при взгляде под большим углом изменение некоторых цветов становится весьма существенным. В данном случае видно, что нижняя темно-синяя полоса приобретает зеленоватый оттенок

На S-IPS color shift практически отсутствует, при увеличении угла обзора происходит только обычное для LCD падение контрастности. Если представить S-IPS единственным профессиональным решением для работы с цветом (а именно такое позиционирование

производителями, как правило, и поддерживается), нужно немного сказать о производителях и необходимых аппаратных функциях.

Основными производителями S-IPS являются LG.Philips, NEC и Hitachi. Продукция IDTech и Mitsubishi из-за высокой стоимости практического интереса не представляет. Наиболее распространены S-IPS производства LG.Philips, они занимают основную часть рынка.

Все мониторы, позиционируемые как профессиональные, оснащаются, как минимум, 10-битной гамма-коррекцией. Отдельно можно отметить фирму Eizo, оборудующую 10-битной коррекцией практически весь модельный ряд, а на профессиональных моделях использующую 14-битную.

Другой функцией, часто реализуемой в таких мониторах, является возможность прямой аппаратной калибровки, т.е. непосредственной записи значений в LUT монитора, что позволяет избежать потери градаций. Такая возможность существует, например, в Eizo серии ColorEdge (при помощи ColorNavigator software), NEC серии SpectraView (при помощи SpectraView Profiler) и некоторых других мониторах. Нужно обратить внимание, что ПО каждого производителя поддерживает только определенные измерительные приборы.

Часть 4. Как определить тип панели?

По таблице

Конкретные панели для значительного количества мониторов размером от 17" и выше указаны в сводной таблице [«Модели TFT-панелей в LCD-мониторах»](#). Мониторы 15" в данной таблице не представлены, т.к. в настоящее время все они без исключения выпускаются на TN.

По спецификациям монитора

Если в таблице по приведенной выше ссылке нужного монитора не нашлось, можно попробовать определить тип панели «заочно», по спецификациям монитора. Такой способ на какую-либо достоверность не претендует, тем не менее, отличить панели TN-типа по нему, как правило, можно. Спецификации желательно смотреть в Интернете на сайте производителя монитора. Полагаться на цифры, указанные на сайтах фирм-продавцов или на ценниках в магазинах не следует, там часто имеет место элементарная небрежность.

Заявленные углы обзора ниже 170° по горизонтали и вертикали (170/170) явно указывают на установленную TN. Для всех остальных современных панелей (MVA, PVA и S-IPS) углы обзора составляют 170/170, 176/176 или 178/178. Кроме того, для TN вертикальные углы обзора часто меньше горизонтальных (к примеру, 140/135), у всех остальных типов горизонтальные и вертикальные углы всегда одинаковые.

При выборе монитора только по заявленным в спецификациях цифрам есть большой подводный камень: у некоторых производителей в разных партиях одной модели монитора можно встретить два различных вида панелей. Поэтому более надежным является третий способ — визуальный.

Визуально

Даже не имея соответствующего опыта, вполне реально самостоятельно визуально определить тип панели по признакам, описанным ниже.

Признаки TN

Основным признаком TN являются небольшие углы обзора. Особенно это касается углов по вертикали, именно по ним TN легче всего опознать.



На фотографиях проиллюстрировано изменение картинки на TN под различными углами по вертикали. Хорошо заметно осветление изображения при взгляде сверху и сильное потемнение при взгляде снизу.

Под различными углами по вертикали TN, в силу особенностей конструкции, ведет себя по-разному. При перемещении головы вверх от нормали к экрану изображение постепенно светлеет, при перемещении вниз же, наоборот, темнеет. По потемнению картинки при взгляде снизу опознать TN достаточно несложно (см. фото выше), такого больше не происходит ни с одним типом панелей.

Признаки S-IPS

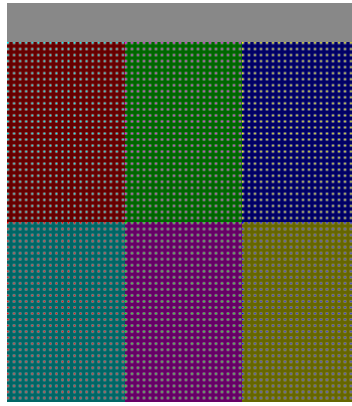
S-IPS также имеет свою индивидуальную особенность. Проявляется она, если вывести на экран черный фон и посмотреть на него сбоку. Черный цвет под углом приобретает заметный фиолетовый оттенок. Однако, при ярком внешнем освещении этот фиолетовый оттенок не так заметен, поэтому данный признак не всегда является надежным.



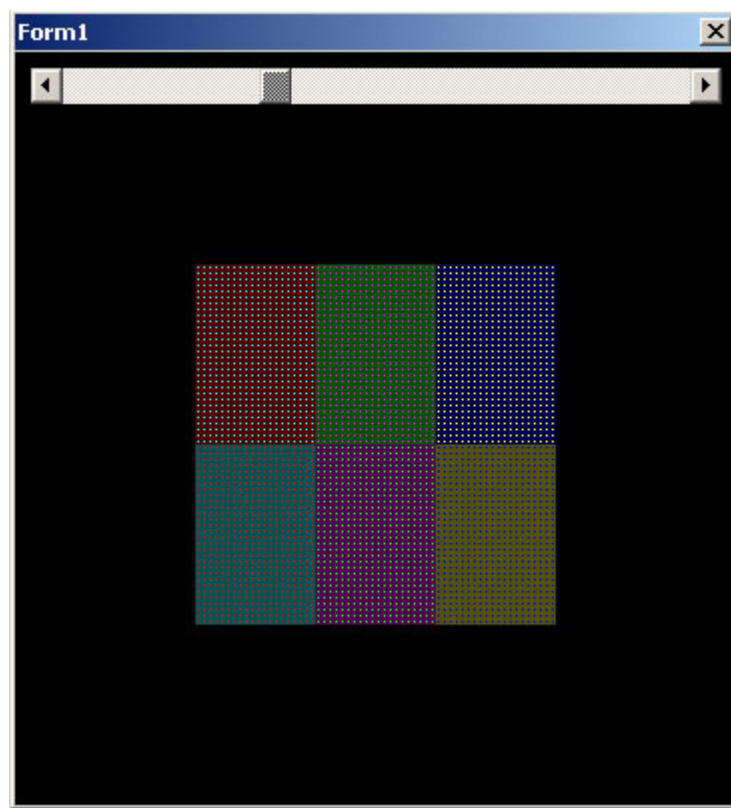
Черный цвет на S-IPS при взгляде сбоку переходит в фиолетовый

Признаки MVA и PVA

Выше уже упоминалось, что MVA и PVA имеют зависимость некоторых оттенков от угла обзора (цветовой сдвиг). Чтобы определить наличие цветового сдвига, можно воспользоваться приведенной ниже интерактивной формой. Нажимая кнопки «+» или «-», добейтесь максимального совпадения по цвету всех прямоугольников: так, чтобы состоящий из них квадрат выглядел примерно однотонным. Затем посмотрите на экран сбоку под большим углом. Если присутствует цветовой сдвиг, квадрат при взгляде под таким углом снова разделится на явно выраженные прямоугольники. Присутствие такого эффекта указывает на MVA или PVA-панель, на S-IPS цвета прямоугольников под углом останутся без изменения.

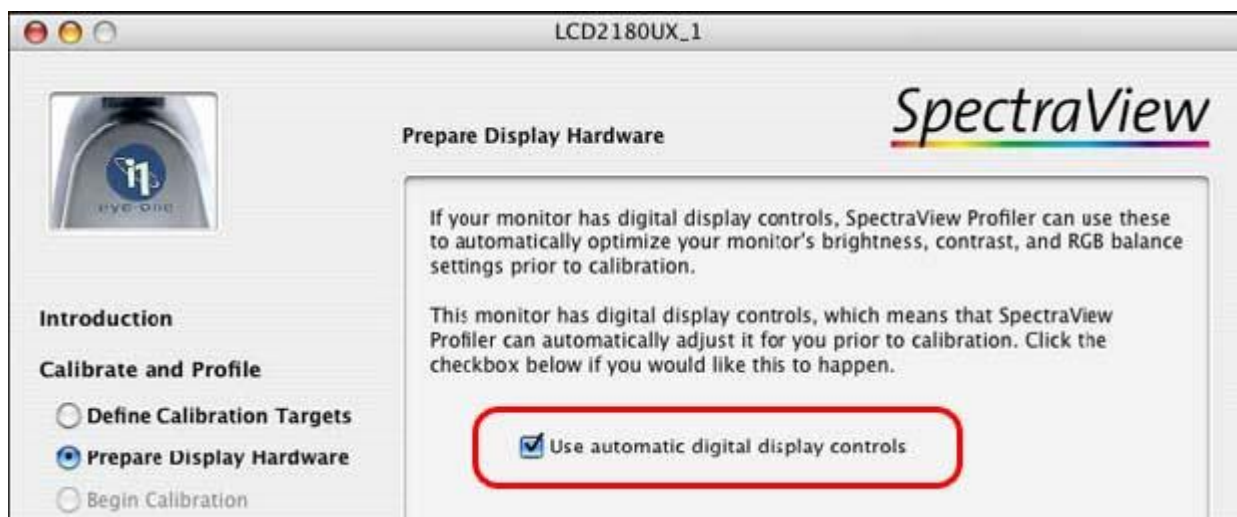


Если ваш браузер не поддерживает выполнение сценариев, используйте [утилиту](#) (89.93 Кбайт) для Windows. Распакуйте архив и запустите файл Leka.exe. Ползунком в верхней части окна добейтесь максимального совпадения по цвету всех прямоугольников. Способ оценки описан выше.



Утилита оценки цветового сдвига

Примечание: Цветовой сдвиг на TN выражен еще заметнее, чем на MVA и PVA, поэтому в данном случае речь идет только об отличии *VA от S-IPS.



NEC SpectraView Profiler: Флажок «Use automatic digital display controls» активирует коррекцию значений непосредственно в LUT монитора через DDC/CI

Из S-IPS производства LG.Philips в профессиональных аппаратах используются только 19" (1280x1024) и 20.1" (1600x1200). Ни одного аналогичного монитора, использующего ее же широкоформатные панели (20.1" 1680x1050 и 23" 1920x1200), пока не представлено.

Панель 21.3" 1600x1200 производства NEC представляет в настоящий момент наиболее интересное соотношение «цена-качество». Мониторы на ней стоят порядка 1.5-2 тысяч долларов. Очень качественным, но весьма дорогим решением являются мониторы Eizo ColorEdge (CG19 и CG210).

Часть 5. Выбор диагонали и разрешения

Разрешение

Жидкокристаллические мониторы имеют идеальную четкость текста и по этому параметру значительно превосходят любой CRT-монитор. Но эта четкость доступна только в одном разрешении. Это разрешение называется физическим и соответствует количеству ячеек (пикселей), которое имеет LCD-панель. Поэтому необходимо понимать: выбирая LCD-монитор, вы выбираете и то разрешение, в котором вам предстоит работать. Разрешения большие, чем физическое, будут недоступны, меньшие будут выводиться за счет применения интерполяции. Интерполяция растягивает картинку, задействуя соседние ячейки, при этом очертания букв приобретают расплывчатый ореол. Интерполяция производится даже при выводе разрешения, кратного физическому. Так, например, распространено заблуждение, что 20-дюймовый монитор с физическим разрешением 1600x1200 при работе с 800x600 просто выдает сигнал с одного пикселя на квадрат из четырех, не нарушая, таким образом, четкости изображения. На самом деле, конечно, для вывода этого разрешения монитор применяет тот же алгоритм интерполяции, что и для всех других.



Текст на 20-дюймовом мониторе с физическим разрешением 1600x1200. На снимке слева — «родное» разрешение, справа — интерполяция на 800x600

На снимке видно, что применение интерполяции резко сказывается на четкости отображения текста. Причем приведенный вариант является не самым показательным — интерполяция в разрешение с другим соотношением сторон, например из 1600x1200 (4:3) в 1280x1024 (5:4) выглядит еще хуже. Поэтому работа с текстом в разрешении, отличном от физического, категорически не рекомендуется.

В играх интерполяция существенного ухудшения картинки не дает, если ваша видеокарта «не тянет» физическое разрешение монитора, можно без опасений ставить меньшее. Кроме того, некоторые 19-дюймовые мониторы и подавляющее большинство мониторов от 20 дюймов и выше имеют функцию отключения интерполяции. Изображение в таком режиме выводится «пиксель в пиксель» в центре экрана, а незадействованная область вокруг остается черной.

Поскольку, как говорилось, разрешение выбирается единственное, к выбору его нужно подойти очень внимательно. Если до этого вы работали за 17-дюймовым ЭЛТ в разрешении 1024x768, подумайте — нужна ли вам LCD-«двадцатка» с 1600x1200? Вполне возможно, что преимущества такого разрешения в вашем случае будут не востребованы, а недостаток — мелковатый текст, окажется более весомым. Для большинства пользователей 1280x1024, которое имеют 17- и 19-дюймовые мониторы, является достаточным, поэтому такие мониторы являются наиболее популярными.

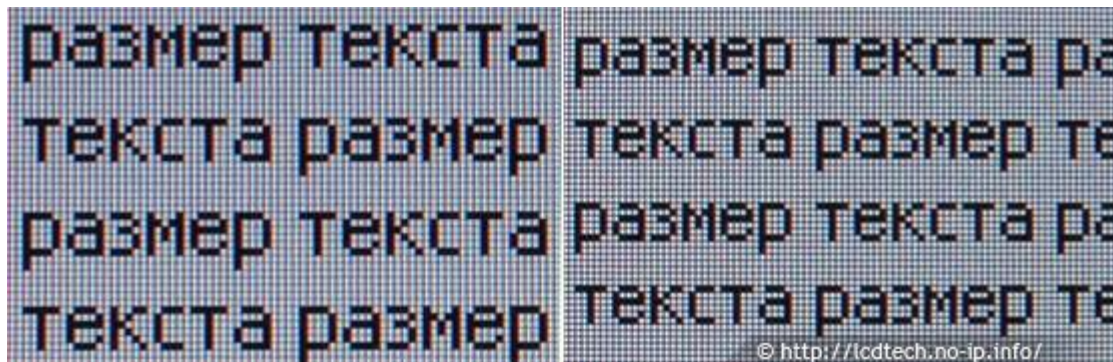
Отдельно стоит отметить широкоформатные мониторы. Они пока не имеют такой распространенности, как обычные, но их доля на рынке неуклонно растет. Для многих приложений, например графических редакторов, широкий экран является оптимальным вариантом. Вполне удобны такие мониторы и как мультимедийные.

В таблице, расположенной ниже, указаны все производимые в настоящий момент варианты диагональ/разрешение.

Диагональ,"	Разрешение	Обозначение	Формат	Пикселей на дюйм, (PPI)	Размер пикселя, мм
15.0	1024x768	XGA	4:3	85.5	0.297
17.0	1280x1024	SXGA	5:4	96.2	0.264
17.0	1440x900	WXGA+	16:10	99.6	0.255
19.0	1280x1024	SXGA	5:4	86.3	0.294
19.0	1440x900	WXGA+	16:10	89.4	0.284
20.1	1400x1050	SXGA+	4:3	87.1	0.291
20.1	1680x1050	WSXGA+	16:10	98.4	0.258
20.1	1600x1200	UXGA	4:3	99.6	0.255
20.8	2048x1536	QXGA	4:3	122.7	0.207
21.0	1680x1050	WSXGA+	16:10	94.3	0.270
21.3	1600x1200	UXGA	4:3	94.0	0.270
22.0	1680x1050	WSXGA+	16:10	90.1	0.282
22.2	3840x2400	WQUXGA	16:10	204.0	0.1245
23.0	1920x1200	WUXGA	16:10	98.4	0.258
24.0	1920x1200	WUXGA	16:10	94.3	0.269
26.0	1920x1200	WUXGA	16:10	87.1	0.2865
27.0	1920x1200	WUXGA	16:10	83.9	0.303
30.0	2560x1600	WQXGA+	16:10	101.0	0.251

Размер пикселя

В последнем столбце приведенной таблицы указан размер ячейки (пикселя), который имеет каждая панель. Например, 19-дюймовая с разрешением 1280x1024 имеет ячейку 0.294 мм, а 20-дюймовая с разрешением 1600x1200 — 0.255 мм. Казалось бы, совсем незначительная разница. Теперь взгляните на снимок. В сравнении хорошо видно, что различие на самом деле весьма существенное.



Так выглядит текст на 19-дюймовом мониторе с разрешением 1280x1024 (слева).
А так на 20-дюймовом с разрешением 1600x1200 (справа)

Размер системного текста связан с размером пикселя. Поэтому нужно учитывать: покупая монитор с небольшим размером пикселя, вы соответственно привязываете себя к мелкому тексту. На такую меру, как увеличение шрифтов в настройках операционной системы, рассчитывать не стоит — неудобств это решение обычно приносит больше, чем выгоды. Поэтому для людей, имеющих недостатки зрения, либо много работающих с текстом, выбор очевиден: монитор с большим размером ячейки.

Часто встречается вопрос: зачем покупать более дорогую 19-дюймовую модель, если можно взять «семнашку» с тем же разрешением и просто поставить ее ближе. Ответ: 19-дюймовый монитор при работе с текстом обеспечивает более комфортное расстояние для правильной фокусировки глаз на экране и является более предпочтительным.

Выбирая монитор для работы с графикой, многие, наоборот, предпочитают модели с небольшим размером ячейки из-за меньшей зернистости изображения. Кроме того, высокое разрешение, которое имеют «мелкопиксельные» мониторы размером 20 дюймов и более, значительно облегчает работу в графических редакторах. Однако помните, что обратной стороной этого удобства будет меньшая комфортность при работе с текстом.

Часть 6. Выбор по эргономике и функциональности

Наличие регулировки высоты экрана

В плане эргономики предпочтительны мониторы с регулировкой высоты экрана, это позволит подобрать правильное положение и снизить утомляемость.

Цвет лицевой рамки

На утомляемость также оказывает влияние значительный перепад яркости на границе экрана и лицевой рамки корпуса монитора. Рамка черного цвета чрезмерно контрастирует с белым фоном экрана и делает работу менее комфортной. И наоборот, рамка яркого белого цвета будет иметь излишний контраст при темных фонах. Поэтому в стандарте ТСО'03 появилось ограничение: коэффициент отражения лицевой рамки дисплея должен лежать в интервале от 20 до 80%. На практике это означает, что мониторы со слишком светлой или слишком темной рамкой стандарту не соответствуют. Так, для мониторов в полностью черном корпусе обычно указывается

соответствие только ТСО'99 именно по этой причине. Так как мониторы с черным цветом корпуса имеют достаточно высокий спрос, производители часто для соответствия ТСО'03 используют светлую лицевую рамку.



Для соответствия ТСО'03 рамка полностью черного монитора сделана серебристой

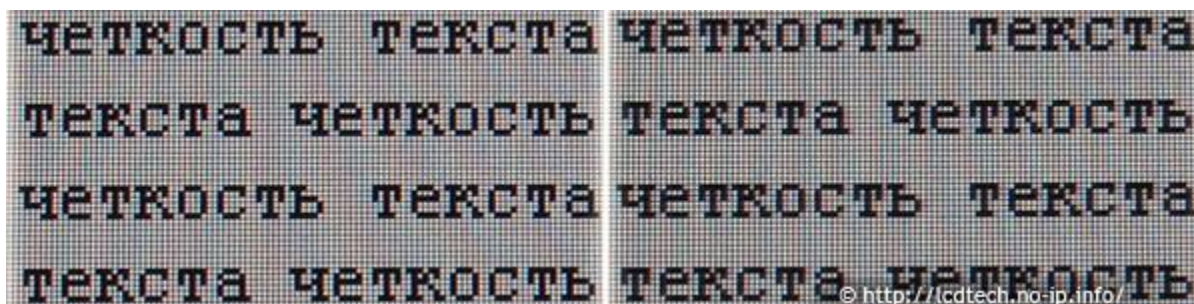
Наличие DVI-входа

Во многих недорогих моделях можно встретить только аналоговый (D-Sub) вход. Иногда встречаются версии одной модели монитора, различающиеся только наличием/отсутствием DVI. Что дает цифровой вход и так ли он необходим? Ответ на этот вопрос зависит от диагонали монитора и его разрешения.

При диагонали 15" (такие мониторы имеют разрешение 1024x768) DVI-вход необходимым не является. Даже автоматическая настройка в этом случае часто дает приемлемый результат, при котором разницы в четкости текста в сравнении с цифровым подключением заметно не будет. Единственным преимуществом DVI-входа на такой диагонали является возможность полностью забыть про ручную подстройку сигнала.

На диагоналях 17 и 19" наиболее часто встречается разрешение 1280x1024. Наличие DVI в этом случае уже является крайне желательным. Можно сказать так: покупка монитора без цифрового входа в этом случае превращается в своего рода лотерею. Хотя в большинстве случаев результат настройки будет удовлетворительным, можно натолкнуться на такую связку «монитор-видеокарта», которая не даст идеальной четкости ни при каких настройках. Так как предсказать результат заранее невозможно, покупка монитора 17-19" с DVI однозначно выглядит оправданной в большинстве случаев.

Для диагонали 20" и выше наличие цифрового входа является необходимым без каких-либо оговорок. При подключении по D-Sub четкость текста, идентичная DVI-подключению, будет недостижима практически в любом случае.



Макроснимки текста на 20" -мониторе с разрешением 1600x1200 при подключении по DVI (слева) и D-Sub (справа)

Наличие функции поворота в портретное положение (Pivot)

Портретная ориентация экрана удобна для работы с текстовыми документами в Microsoft Word, Adobe Acrobat и подобных программах, так как вертикальная ориентация страниц является более распространенной. Особенно впечатляюще выглядит эта функция на широкоформатных мониторах большой диагонали.



Широкоформатный монитор при портретной ориентации экрана

Возможно, что через некоторое время после покупки монитора вы пожалеете об отсутствии Pivot. Решением проблемы в этом случае может стать приобретение дополнительного кронштейна для настольного или настенного крепления, имеющего шарнир для поворота экрана. Для этого необходимо, чтобы монитор поддерживал крепления стандарта VESA mounting interface или, проще говоря, имел на задней части корпуса площадку с четырьмя отверстиями на расстоянии 100 или 75 мм. За эти отверстия обычно крепится стандартная подставка монитора, для установки кронштейна она снимается и кронштейн приворачивается на ее место (см. фото). Одновременно такой кронштейн решает проблему с регулировкой положения экрана по высоте, если в вашем мониторе она отсутствует.



Площадка под крепление стандарта VESA 100 mm (слева) и кронштейн для настольного крепления монитора VESA 75/100mm с поворотным шарниром (справа)

С креплениями стандарта VESA совместима значительная часть мониторов, это соответствие обычно указывается в спецификациях. Согласно требованиям TCO'03 монитор должен иметь регулировку положения высоты экрана, либо, как минимум, крепление VESA mounting interface.

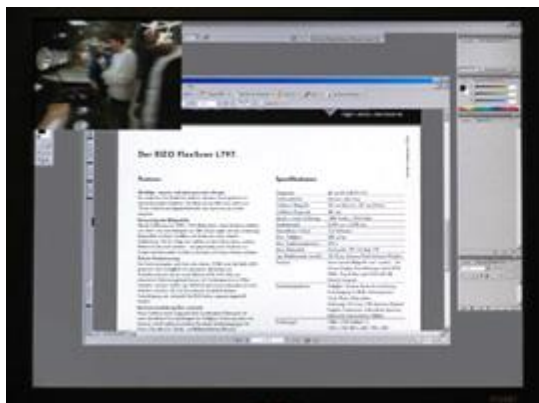
Наличие видеовходов

Некоторые мониторы оснащены дополнительными входами для сигнала от видеоисточников — композитным и S-video. Наличие композитного входа, например, позволяет подключить к монитору стоящий без дела старый видеомаягнитофон и использовать его тюнер и пульт ДУ для просмотра телепрограмм. Существуют мониторы и со встроенным ТВ-тюнером, но они, как правило, заметно дороже.



Кроме традиционных D-Sub и DVI, здесь можно видеть входы S-video (крайний слева) и composite

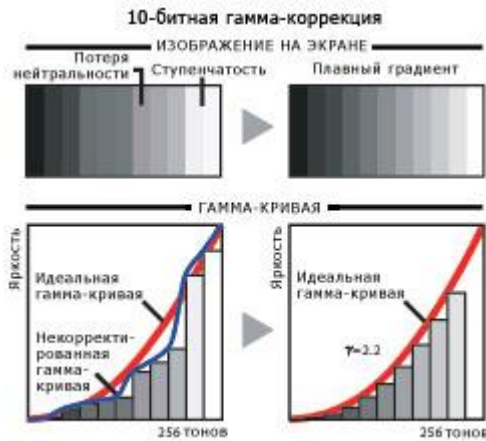
Мониторы, имеющие видеовходы, обычно оснащаются функцией «PIP» (картинка-в-картинке). Это позволяет вывести картинку с композитного или S-video входа в отдельном окне (размер и положение окна регулируются).



Использование функции PIP - на окно в верхнем углу экрана выводится ТВ-сигнал, подаваемый через композитный вход (фото слева). Просмотр ТВ-программ на экране монитора — через композитный вход на экран подается картинка с тюнера видеомаягнитофона (фото справа)

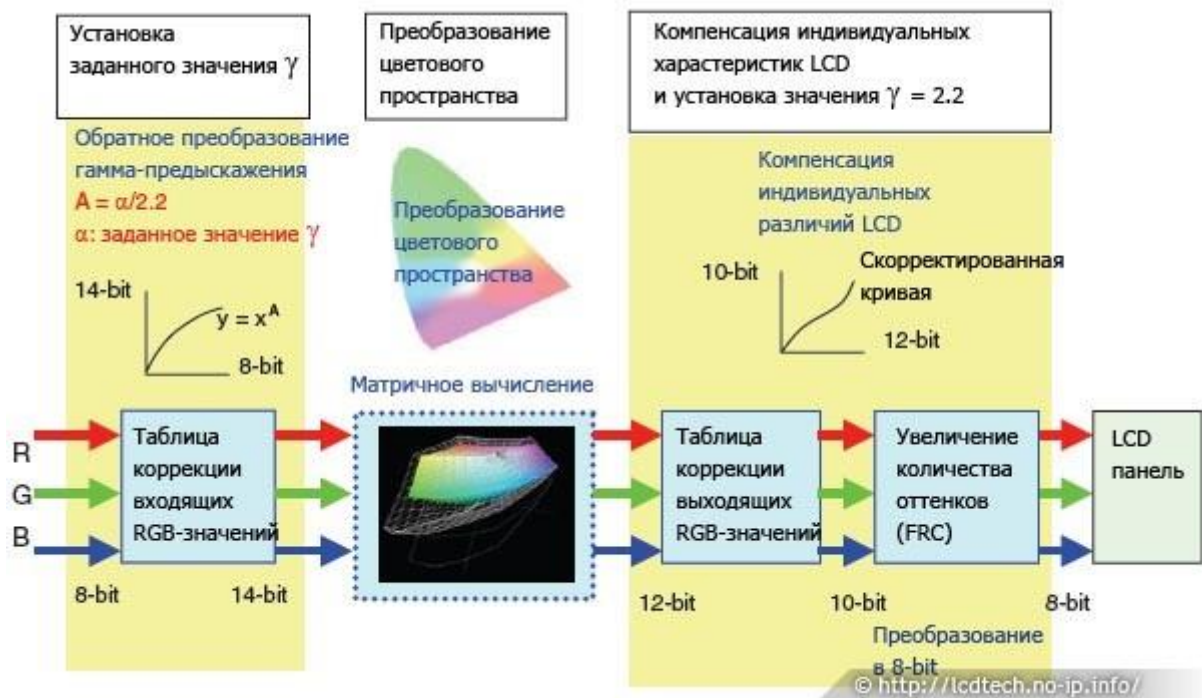
Наличие гамма-коррекции (10-битной или более)

В мониторе с 10-битной гамма-коррекцией поступающие с компьютера 8-битные данные (соответствующие 256 градациям) автоматически преобразуются в 10-битные (1024 градации). После перерасчета они вновь конвертируются в 8-битные и поступают на LCD-панель. Результатом такой обработки является значительно более высокая точность: гамма-кривые получаются более ровными. Как следствие, градиенты на таком мониторе меньше страдают от конкретных настроек и в общем случае выглядят более гладкими.



10-битная обработка данных дает более ровные градиенты

Однако для идеального расчета темных градаций точность 10-битной коррекции все еще является недостаточной. Поэтому в некоторых мониторах используется 12- или 14-битная обработка. Ниже показан принцип работы схемы ASIC последнего поколения, применяемой в мониторах Eizo верхнего ценового диапазона.



Чип ASIC (Eizo) с 14-bit обработкой содержит две таблицы коррекции, секцию матричного вычисления и color expansion processing section (секцию «цветового расширения», т.е. увеличения количества оттенков)

Часть 7. Использование мониторов Apple под PC

В 2004 году Apple выпустил новую серию мониторов (20-дюймовый M9177, 23-дюймовый M9178 и 30-дюймовый M9179). От предыдущей серии они отличаются полностью измененным дизайном и алюминиевым корпусом, пришедшем на смену акриловому.



На снимке слева — Apple прежней («акриловой») серии с интерфейсом ADC, справа — современная «алюминиевая» серия, оснащенная DVI-входом

Но наиболее интересной особенностью новой серии стал отказ от использования ADC (Apple Display Connector). Этот фирменный интерфейс представлял собой единый разъем для передачи напряжения питания монитора, шины USB и видеосигнала.



Apple Display Connector

ADC, разумеется, исключал прямое подключение мониторов Apple к PC — для этого требовался специальный адаптер (DVI to ADC Adapter). Стоил, кстати говоря, этот адаптер в то время более 150 долларов и популярности и без того недешевым мониторам Apple не прибавлял. Теперь же на конце провода появился привычный DVI-разъём и пользователи PC получили возможность подключения Apple без дополнительных затрат.



Apple DVI to ADC Adapter (M8661)

Однако проблемы в использовании этих мониторов с PC все же существуют. Основной является проблема с отображением текстового режима до загрузки операционной системы — в сочетании со многими видеокартами Apple отказывается выдавать экраны POST и BIOS. То есть, имея в распоряжении такой монитор, как единственный, пользователь теряет доступ к настройкам материнской платы и возможность переустановки системы. Причем сказать, будет ли работать текстовый режим именно на вашей видеокarte заранее невозможно. На форумах в Интернете были попытки создать список видеокарт, совместимых по этому параметру с мониторами Apple, но так и остались попытками — оказалось, что версии одних и тех же карт от разных

производителей дают разный результат. В редких случаях помогала перепрошивка версии BIOS видеокарты на другую, но однозначного решения этой проблемы не существует по сей день.

Все три монитора текущей линейки построены на широкоформатных S-IPS производства LG.Philips. Стоит заметить, что те же панели можно получить в мониторах других производителей за значительно меньшие деньги, при большей функциональности монитора. Напомню, Apple не имеют регулировки по высоте, поворота экрана в портретное положение, дополнительных видеовходов и т.п. Из аппаратных настроек доступна только регулировка яркости (см. фото), экранное меню (OSD) полностью отсутствует — это означает, что при необходимости настройки других параметров придется обращаться к драйверам видеокарты.



Мониторы Apple имеют всего три кнопки: питание и две для регулировки яркости

Исходя из вышесказанного и учитывая немалую стоимость дисплеев от Apple, покупка их для использования с PC в настоящее время оправданной не выглядит.

Драйверы Apple для Windows

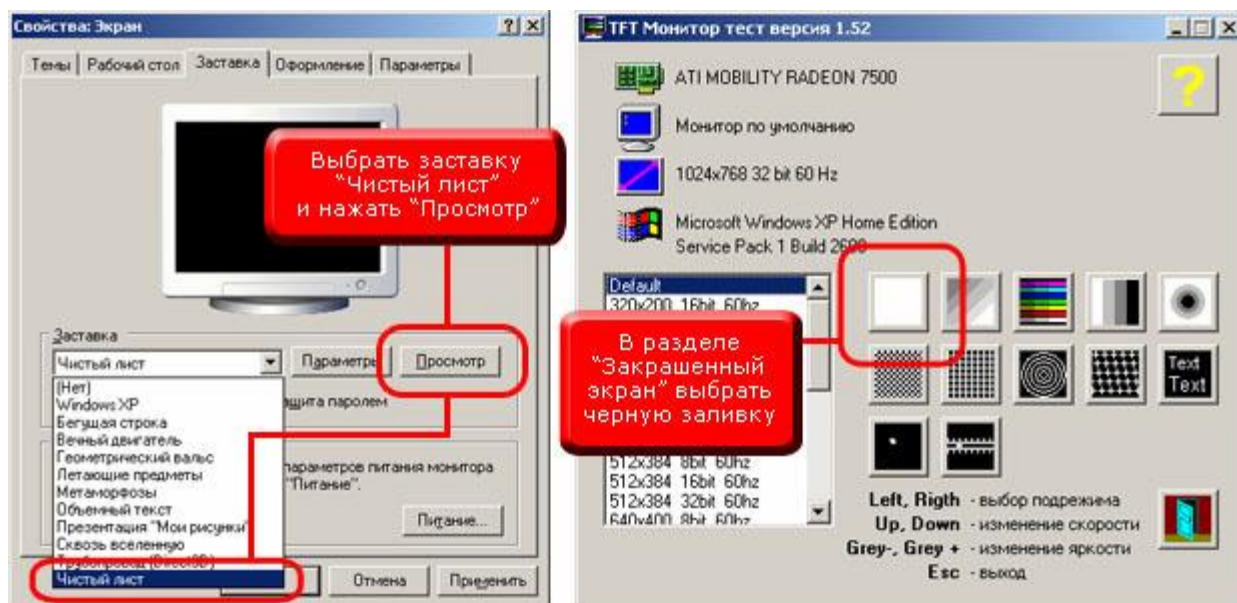
Те, кто использует мониторы Apple под Windows, сталкиваются с неприятным моментом: в диспетчере появляется ошибка USB HID-совместимого устройства, несмотря на то, что USB-порты, расположенные на мониторе, функционируют вполне исправно. От самого Apple реверансов в сторону пользователей PC ожидать не стоило, поэтому появилось обеспечение от стороннего производителя, включающее HID-драйвер и панель управления. После инсталляции происходит корректное определение USB HID-совместимого устройства, а в свойствах экрана появляется возможность управлять яркостью монитора, назначать для этой регулировки «горячие клавиши», назначать действие на кнопку питания монитора и деактивировать кнопки питания и регулировки яркости.

Часть 8. Тестирование при покупке

Проверка на «битые» пиксели

Стандарт ISO 13406-2, о котором речь пойдет ниже, оговаривает отдельно дефекты для пикселей и субпикселей. Пиксель, как известно, образуется тремя субпикселями — красным, зеленым и синим, каждый из которых имеет собственный транзистор и электрод(-ы). Поэтому на практике почти всегда нерабочим будет субпиксель, а не весь пиксель. В зависимости от вида неисправности субпиксель будет либо постоянно светящимся, либо постоянно черным. Более мешающими при работе являются постоянно светящиеся ячейки, поэтому нужно особенно внимательно проверить монитор на их отсутствие. Для этого потребуется черный фон, выведенный на весь экран. Такой фон можно получить при помощи тестирующей программы (Nokia Monitor Test, TFT Монитор Тест, Dead Pixel Buddy и т.п.). При отсутствии таковой можно

просто вывести на экран монитора заставку «Чистый лист» (Экран — Свойства — Заставка — Чистый лист — Просмотр).



Установка черного фона: через свойства экрана (слева), через программу «TFT Монитор Тест» (справа)

Постоянно светящиеся субпиксели представляют собой яркие маленькие точки красного, зеленого или синего цвета, любой из этих цветов хорошо заметен на черном фоне. Смотреть лучше, придвинувшись вплотную к экрану, особенно это важно при ярком внешнем освещении или на мониторах с небольшим размером ячейки.

Второй вид неработающих субпикселей — постоянно темные. Представляют они собой точки черного цвета и просматриваются при белой заливке экрана.

Часто имеет место такой случай: при внимательной проверке в магазине «битых» не обнаруживается, но дома через некоторое время они все же выявляются. Это совсем не значит, что вы пропустили их при тестировании во время покупки. Просто обычно дефектные субпиксели проявляются именно в первые часы или дни работы. Поэтому вполне разумной является покупка монитора, проработавшего некоторое время на витрине. Ресурс его за это время никак не пострадает, а вот отсутствие отказавших ячеек после нескольких дней работы уже является некоторой гарантией.

В холодное время года ни в коем случае не подключайте сразу монитор, принесенный с улицы, дайте ему предварительно постоять в помещении не менее часа для уравнивания температур и испарения возможного конденсата.

ISO 13406-2

Теперь о количестве неработающих ячеек, допускаемом производителями. ЖК-панели являются достаточно сложными в производстве и всегда имеют некоторый процент дефектных экземпляров. Дефекты касаются по большей части именно работоспособности всех без исключения ячеек. Если установить жесткие правила, заставляющие производителей отбраковывать панель при единственной нерабочей ячейке, рентабельность производства резко снизится.

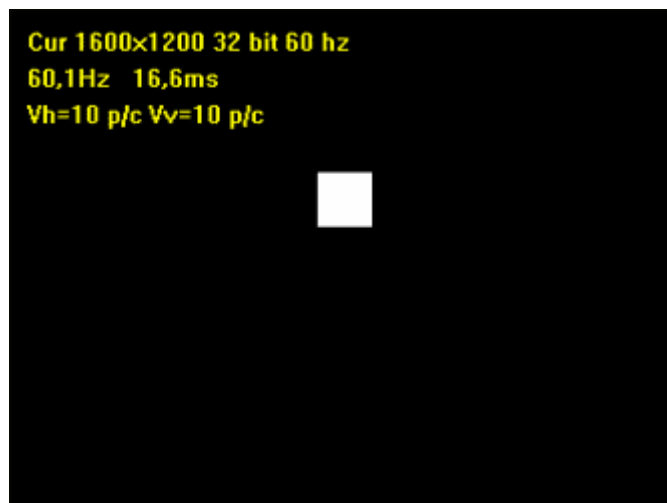
Стандарт ISO 13406-2 оговаривает разделение панелей на четыре класса, в зависимости от количества дефектов пикселя. Практически все производители мониторов заявляют принадлежность их изделий ко второму классу. На деле же не все однозначно и трактовки стандарта некоторые устанавливают самостоятельно. Подробно о стандарте ISO 13406-2 и

отношении различных производителей к его поддержке можно почитать [здесь](#). Данный материал датирован 2003 годом, политика некоторых производителей из указанных могла быть пересмотрена, однако общая тенденция по-прежнему сохраняется. Таким образом, покупая, 17- или 19-дюймовый монитор, не стоит рассчитывать на безоговорочную его замену при наличии, допустим, трех и более постоянно светящихся точек, согласно ISO 13406-2 Class 2. Ответы различных производителей на такую претензию могут отличаться.

Существуют также акции производителей по конкретным моделям мониторов, гарантирующие отсутствие «битых» пикселей. Гарантируется, конечно же, не само отсутствие нерабочих ячеек, а просто замена монитора в случае их обнаружения. Например, «Zero Bright Dot» означает, что монитор будет заменен при наличии хотя бы одной постоянно светящейся точки.

Время отклика

Начать следует с того, что ни одной программой время отклика не измеряется, для его измерения требуется фотодатчик. Заблуждение о том, что значение времени отклика можно получить чисто программным способом, без какого-либо оборудования, у многих рождает программа «TFT Монитор Тест». А именно — два ее раздела «Движущийся квадрат».



Закладка «Движущийся квадрат» программы TFT Монитор Тест

На самом деле данные разделы предназначены для визуальной оценки быстродействия монитора, в чем легко убедиться, открыв справку к программе. Изменяющаяся же цифра в левом верхнем углу окна (например, 16.6 ms на приведенном выше скриншоте) представляет собой интервал обновления экрана в текущий момент, о чем также ясно говорится в справке. Разделив единицу на 60,1 (текущее значение частоты обновления экрана), можно получить как раз те самые 16,6. То есть, «16,6ms» — не якобы измеренное программой время отклика монитора, а всего лишь цифра, показывающая, что в настоящий момент содержимое экрана обновляется каждые 16,6 миллисекунд.

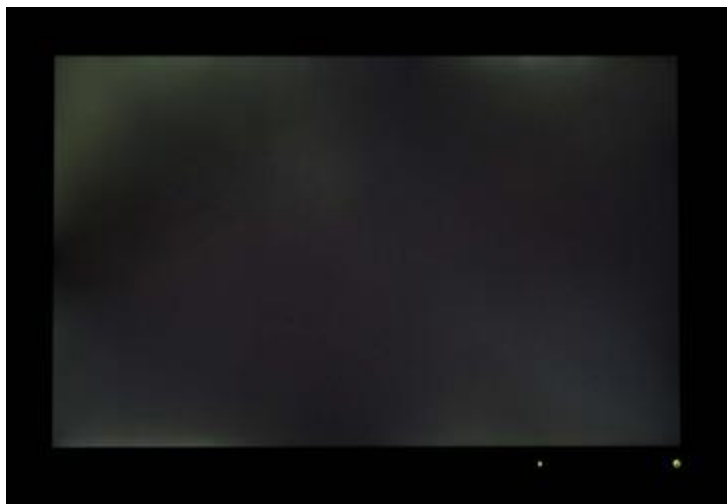
Итак, оценить время отклика монитора при покупке возможно только визуально. Поскольку это весьма затруднительно, в случае, если для вас очень важен этот параметр, лучше заранее ознакомиться с тестами данной модели в Интернете и отзывами о ней на форумах.

Равномерность подсветки

Для получения черного цвета ячейки LCD-панели должны блокировать прохождение света от расположенных сзади (либо чаще по ее верхнему и нижнему торцам) флуоресцентных ламп. Однако не все панели одинаково хорошо с этим справляются. Наиболее равномерным черным фоном традиционно обладают MVA и PVA. У TN дела обстоят заметно хуже — на них, как

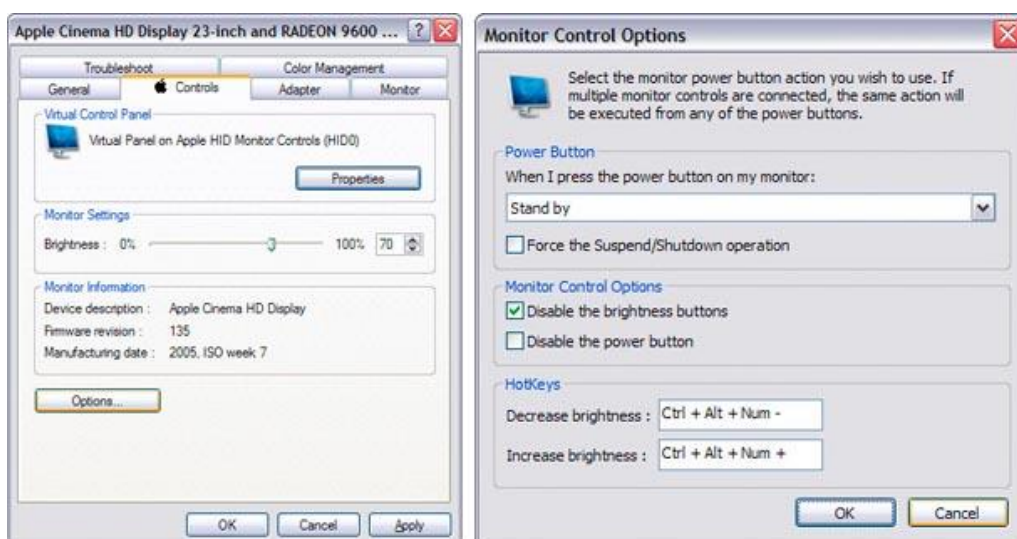
правило, присутствуют более яркие пятна у верхней и нижней кромок экрана. Лидером по количеству и разнообразию встречающихся светлых пятен являются S-IPS производства LG.Philips. Высокая неравномерность черного является привычной проблемой этих панелей. Поэтому до покупки желательно заранее посмотреть на подобный монитор и решить, насколько критичен для вас такой недостаток.

Снимок, помещенный ниже, сделан в полной темноте, выдержка намеренно увеличена, чтобы подчеркнуть неравномерность. При достаточном внешнем освещении черный фон на таком мониторе выглядит совершенно прилично.



Светлые пятна на черном фоне при отсутствии внешнего освещения многих шокируют. В повседневной работе они практически незаметны и не доставляют неудобств

В случае, если монитор уже куплен, а значительные белесые пятна на черном фоне вас разочаровали, нужно знать: неравномерность освещенности в вашем случае основанием для замены являться не будет. Нормы неравномерности в ISO 13406-2 и TCO довольно мягкие и борьба с сервис-центром, скорее всего, решится не в вашу пользу. Способов устранения таких пятен не существует, возможно лишь снижение их интенсивности со временем вследствие уменьшения напряжений от пережимов при монтаже модуля. Поэтому следует заранее определиться, насколько они могут быть вам неприятны. Еще раз: при обычной работе подобный недостаток никак себя не проявляет и про него можно забыть.



После установки драйверов в свойствах экрана появляется дополнительная закладка «Controls» с фирменным надкушенным яблоком

Загрузить драйверы можно [отсюда](#). Примечание: К проблеме с отображением текстового режима драйверы никакого отношения не имеют и решению ее, разумеется, не способствуют.

Часть 9. Разъёмы, кабели и видеоадаптеры

Современные видеоадаптеры комплектуются разъемами для цифрового подключения мониторов. Наиболее распространенным на данный момент является DVI (Digital Video Interface), а HDMI (High Definition Multimedia Interface) и DisplayPort борются за звание универсального цифрового интерфейса для аудио/видео данных.

Виды DVI-разъёмов

Существует несколько видов разъема DVI, различающихся количеством контактов (см. также [«обозначение контактов»](#)):

- DVI-A — для передачи только аналогового сигнала;
- DVI-I — для передачи аналогового и цифрового сигналов;
- DVI-D — для передачи только цифрового сигнала.

Последние два вида бывают как в Single Link, так и Dual Link. Single Link рассчитан на передачу сигнала для разрешений до 1920x1200 включительно. Применение более высоких разрешений требует Dual Link. Передача сигнала в Dual Link производится отдельно по двум каналам, соответственно увеличивается пропускная способность.

Какой нужен кабель

Некоторые недорогие мониторы при наличии как D-Sub, так и DVI-разъема имеют в комплекте только один кабель — для аналогового подключения. Такая комплектация позволяет снизить стоимость монитора. Предполагается, что пользователь, желающий подключить монитор через цифровой интерфейс, должен приобретать кабель самостоятельно. Поэтому часто звучит вопрос: какой кабель для этого необходим?

Внимание! Основная масса мониторов оснащается DVI-D-входом, поэтому кабель для них необходимо покупать также DVI-D. Кабель DVI-I в разъем DVI-D попросту не встанет, так как имеет большее количество контактов. В случае, если ваш монитор имеет разрешение 1920x1200 или меньшее, достаточно обычного Single Link кабеля. Dual Link также подойдет, но стоит он дороже, а часть его контактов в этом случае будет не задействована, поэтому приобретать его не имеет смысла.

Как правило, DVI-кабелем не комплектуются недорогие мониторы до 19 дюймов включительно. Для них ответ на вопрос «Какой нужен кабель?» звучит так: DVI-D Single Link.

Видеокарты и поддерживаемые ими разрешения

Покупка монитора с разрешением 1600x1200 или меньшим обычно никаких проблем не вызывает — подобное разрешение поддерживается по DVI практически всеми видеокартами, даже достаточно старыми. Возможные проблемы начинаются с разрешения 1920x1200, которое имеют широкоформатные 23- и 24-дюймовые мониторы. Из современных карт 1920x1200 поддерживается также большинством, но лучше все же заранее уточнить максимально возможное для DVI разрешение для своей видеокарты. Нужно помнить, что 1920x1200 является пограничным режимом, то есть последним возможным для Single Link соединения по DVI. Пропускная способность канала при этом оказывается задействованной полностью и для некоторых видеокарт возможно снижение частоты обновления экрана ниже 60.

Мониторы с разрешением выше 1920x1200 однозначно требуют Dual Link видеоадаптера, способного передавать цифровой сигнал одновременно по двум каналам. Поэтому, приобретая 30-дюймовый Apple M9179 или Dell 3007WFP, нужно помнить, что кроме покупки достаточно дорогого монитора, скорее всего, может потребоваться и замена видеокарты.

Существуют проблемы и для широкоформатных мониторов с 1680x1050. В списке поддерживаемых разрешений по умолчанию такое разрешение часто не значится. Это не значит, что ваша видеокарта его не поддерживает. Необходимо попробовать его в этот список добавить. Сделать это можно, например, через программу PowerStrip. Для этого нужно в разделе программы «Профили дисплея» открыть «Дополнительные параметры», затем нажать «Другие разрешения» и в разделе «Пользовательские разрешения» выбрать из списка требуемое «1680x1050p (LCD)». После этого остается только щелкнуть по кнопке «Добавить новое разрешение». Программа тестирует драйвер видеокарты на поддержку этого режима и перезагружает систему. Если 1680x1050 является совместимым с вашим видеодрайвером, оно после перезагрузки появится в списке доступных в свойствах экрана Windows. PowerStrip для загрузки данного режима больше не потребуется.

Часть 10. Настройка

Ручная подстройка для аналогового соединения

В случае, если монитор имеет только аналоговый вход, либо используется видеокарта без DVI-выхода, вам придется выполнить процедуру подстройки под сигнал от видеокарты. Для начала следует запустить автонастройку, такая функция присутствует во всех мониторах. Активировать ее можно, не заходя в OSD-меню монитора — для запуска автонастройки, как правило, предназначена отдельная кнопка на панели монитора. Обычно она именуется «AUTO», но у некоторых производителей может обозначаться по-своему — например, «i» (iKey) у BenQ. При нажатии этой кнопки в течение нескольких секунд монитор производит автоматическую настройку положения картинки, частоты и фазы.

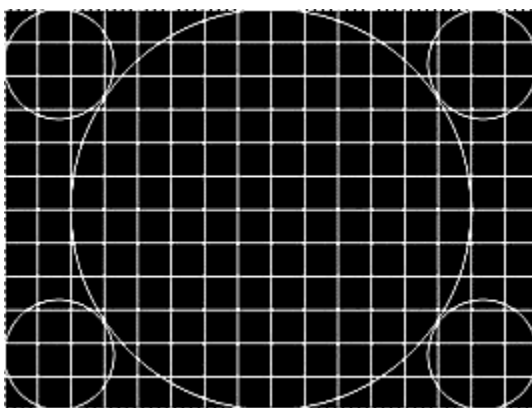


Кнопка «AUTO» предназначена для запуска автонастройки при аналоговом подключении. (Использовано фото сайта iXBT)

Автоматическая настройка часто дает вполне приемлемый результат. Однако, чтобы получить максимально доступное качество, в большинстве случаев потребуется дополнительная ручная подстройка. Очень удобно использовать для этого программу Nokia Monitor Test: она широко распространена, не требует инсталляции и имеет все необходимые тестовые картинки. Внимание! Нельзя выполнять настройку на «холодном» мониторе, после включения он должен поработать не менее 20 минут.

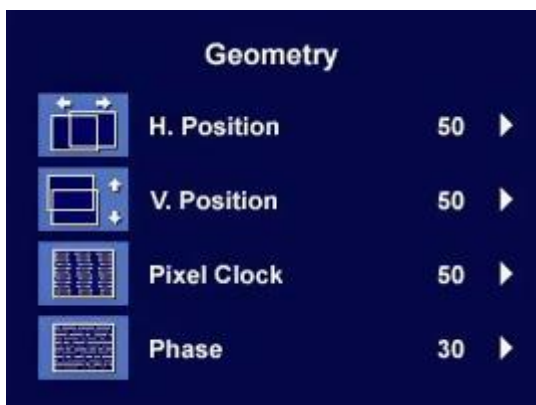
1. Положение картинки.

Как правило, этот параметр без проблем вытягивается автонастройкой. Проверить результат работы автоматической настройки можно на закладке «Геометрия».



Окно «Геометрия» программы «Nokia Monitor Test»

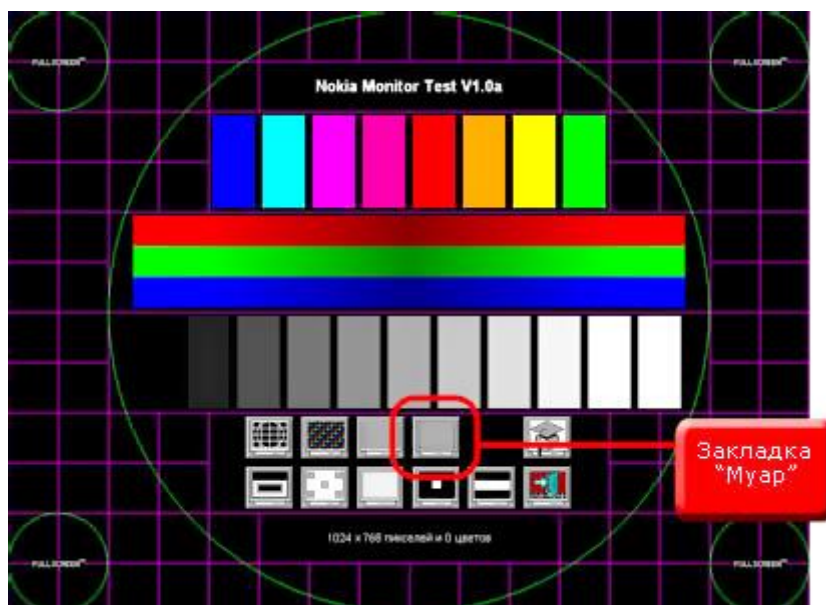
При правильном положении картинки пунктирная линия, ограничивающая тестовую таблицу, будет расположена точно по краям экрана. В редких случаях, когда автоматика здесь не справилась, нужно открыть настройку геометрии в экранном меню монитора и подстроить положение картинки вручную. Соответствующие пункты OSD-меню в англоязычном варианте обычно называются «H.Position» (положение по горизонтали) и «V.Position» (положение по вертикали).



Раздел «Геометрия» OSD-меню монитора. Первые два пункта предназначены для регулировки положения картинки по горизонтали и вертикали

2. Частота.

Для правильного преобразования аналогового сигнала необходимо, чтобы частота синхронизирующих импульсов монитора соответствовала частоте синхронизирующих сигналов видеокарты. В случае несовпадения синхроимпульсов на экране монитора будут образовываться вертикальные полосы. Параметр «Частота» в английском варианте меню монитора чаще всего именуется «Clock». Для настройки частоты нужно использовать окно «Муар» Nokia Monitor Test.



Закладка «Муар» в главном окне программы Nokia Monitor Test



Настройка частоты в OSD-меню. На снимке хорошо видны вертикальные полосы на экране, возникающие из-за неточной установки частоты

Параметр «Clock» также обычно редко требует дополнительной регулировки после автонастройки. Если вертикальные полосы (см. фото выше) в окне «Муар» все же присутствуют, необходимо устранить их перемещением ползунка «Clock» экранного меню монитора. Нужно учитывать, что подстройка частоты может повлиять на размер картинки по горизонтали и, возможно, потребует небольшая корректировка ее положения. Поэтому после установки частоты необходимо вернуться к п.1 и при необходимости повторить настройку «H.Position».

3.Фаза.

Настройкой фазы регулируется момент преобразования аналогового сигнала в цифровой. Именно настройка фазы наиболее часто требует «ручного вмешательства». Для установки фазы используется то же окно «Муар». Неточно отрегулированная фаза определяется присутствием на экране горизонтальных волн или мерцания. На шаблоне «Муар» с чередующимися черными и белыми тонкими вертикальными полосками такие волны или рябь наиболее заметны. Соответствующая регулировка в экранном меню монитора обычно носит название «Phase» (в мониторах NEC — «Fine»), с ее помощью вам необходимо добиться максимальной стабильности картинки. Если после тщательной настройки указанных пунктов волны, мерцание или искажения

устранить не удалось, проверьте установленную частоту обновления в свойствах экрана. Если выставлено более 60 Гц, нужно изменить на «60» и повторить настройки.

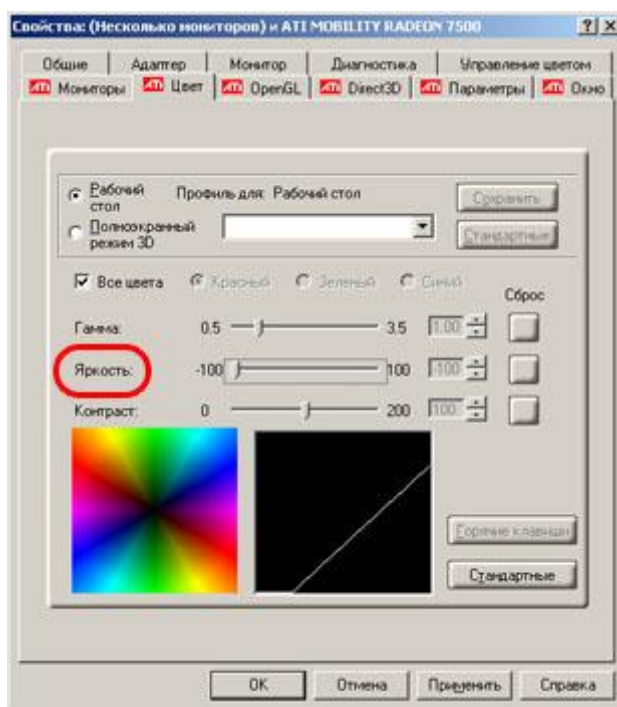
Настройка яркости, контраста и температуры цвета

Для работы с текстом

При работе с текстом, таблицами и т.п. значительное влияние на утомляемость глаз оказывает излишняя яркость экрана, особенно при недостаточном внешнем освещении, когда светлый фон экрана резко контрастирует с темным окружающим фоном.

Рекомендации:

- Не работайте за монитором в недостаточно освещенном помещении.
- Пространство за монитором не должно быть слишком темным. Если позади монитора темные обои или плохо освещенный угол — проверенным решением является освещение заднего фона светом неяркой настольной лампы с рефлектором, направленным на стену.
- Установите минимальную яркость, при которой вам при данном внешнем освещении будет комфортно. Помните, что при изменении яркости требуется некоторое время на адаптацию. Это значит, что при резком снижении яркости картинка может показаться слишком темной, однако спустя минуту ощущение придет в норму. На многих мониторах диапазон регулировки яркости недостаточен и, даже при нулевом значении параметра «Яркость», освещенность экрана все еще остается избыточной. В этом случае помогает уменьшение ее средствами драйвера видеокарты. Это можно сделать в настройках свойств экрана в панели управления (закладка «Параметры» — «Дополнительно»).



Уменьшение яркости в настройках видеоадаптера

Потеря некоторой части цветовых оттенков, которую влечет за собой регулировка через драйверы, для работы с текстом значения не имеет. Обладателям карт Matrox, в настройках драйверов которых данная регулировка отсутствует, можно прибегнуть к помощи сторонних программ, например PowerStrip.

Режим с пониженной яркостью подходит только для работы с текстом, для отображения графики он не пригоден из-за сильной потери визуальной информации в теневых участках изображений. Для просмотра фотографий или видео яркость придется обязательно увеличивать.



При понижении яркости поляна на заднем плане «исчезает», сливаясь с деревьями

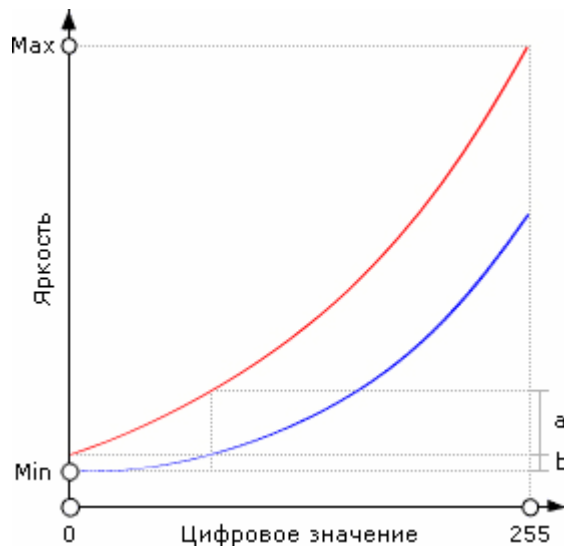
Установки контрастности и температуры цвета при работе с текстом особого значения не имеют — можно оставить значения по умолчанию, либо, при необходимости, изменить на более комфортные.

Для работы с изображениями

Важное замечание: совет по дополнительному освещению пространства за монитором, приведенный выше, для работы с изображениями категорически не пригоден.

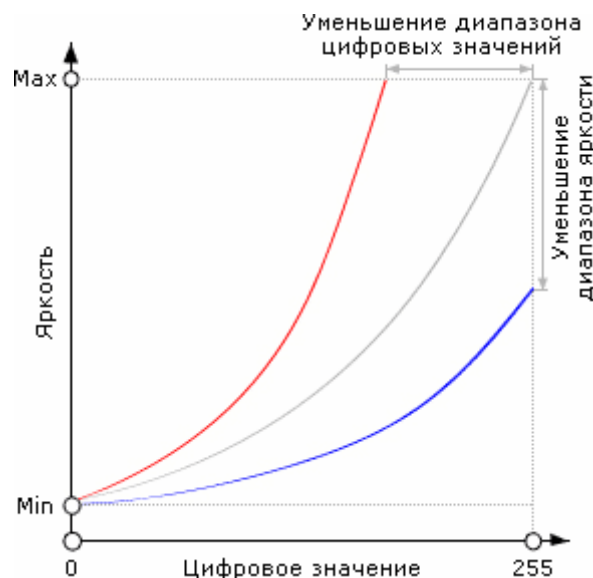
Профессионалам хорошо известны требования к организации рабочего места:

- цвет стола и пространства за монитором — нейтральный (серый);
- полная изоляция помещения от внешнего света;
- отсутствие посторонних источников света в секторе обзора при работе;
- использование для освещения комнаты люминесцентных светильников с необходимой температурой (5000К, либо близкой к ней). Для любителей такие требования избыточны. Достаточно выполнить следующие условия:
- Пространство за монитором должно быть по возможности однородного нейтрального (серого) цвета.
- Попадание прямых солнечных лучей, да и вообще зависимость от внешнего освещения лучше исключить, используя плотные шторы или жалюзи. Теперь, для начала, коротко о том, что происходит с изображением на экране при регулировке яркости, контрастности и цветовой температуры. Регулировка параметра «Яркость» позволяет за счет изменения яркости лампы подсветки одновременно изменять диапазон всех возможных яркостей. Распространенным названием этого параметра является «Black Point Level» (уровень черной точки), на деле же при изменении яркости лампы одновременно меняется уровень светимости как черной точки, так и белой. Понижение уровня яркости приводит к неразличимости деталей в глубоких тенях изображения, при сильном снижении происходит полное визуальное слияние темных тонов. Происходит это из-за значительного сужения диапазона яркостей для цифровых значений сигнала, соответствующих темным тонам.



Регулировка яркости: красная кривая — максимальная яркость, синяя кривая — пониженная яркость. Диапазон в тенях при повышенной яркости (отрезок a) значительно превышает этот диапазон при пониженной яркости (отрезок b). «Min» — минимальная светимость черной точки, «Max» — максимальная светимость белой точки

При регулировке параметра «Контрастность» происходит синхронное изменение сигналов, определяющих напряжение ячеек (субпикселей) по всему ряду цифровых значений от 1 до 255 с сохранением соотношения интенсивностей сигнала пропорционально цифровому значению. Нулевое значение (т.е. черный цвет) при этом остается неизменным. Другим названием термина «Контрастность» является «White Point Level» (уровень белой точки). Действительно, это название более точно отражает сущность данной регулировки.



Регулировка контраста: красная кривая — повышенный контраст, синяя — пониженный

На рисунке выше серым цветом отображена кривая тонопередачи, на которой максимальному цифровому значению тона (255) соответствует максимальная яркость. Верхняя точка этой кривой является нижней границей так называемой зоны насыщения. Последующее увеличение параметра «Контрастность» уже не влечет за собой рост яркости белой точки, а приводит к выравниванию

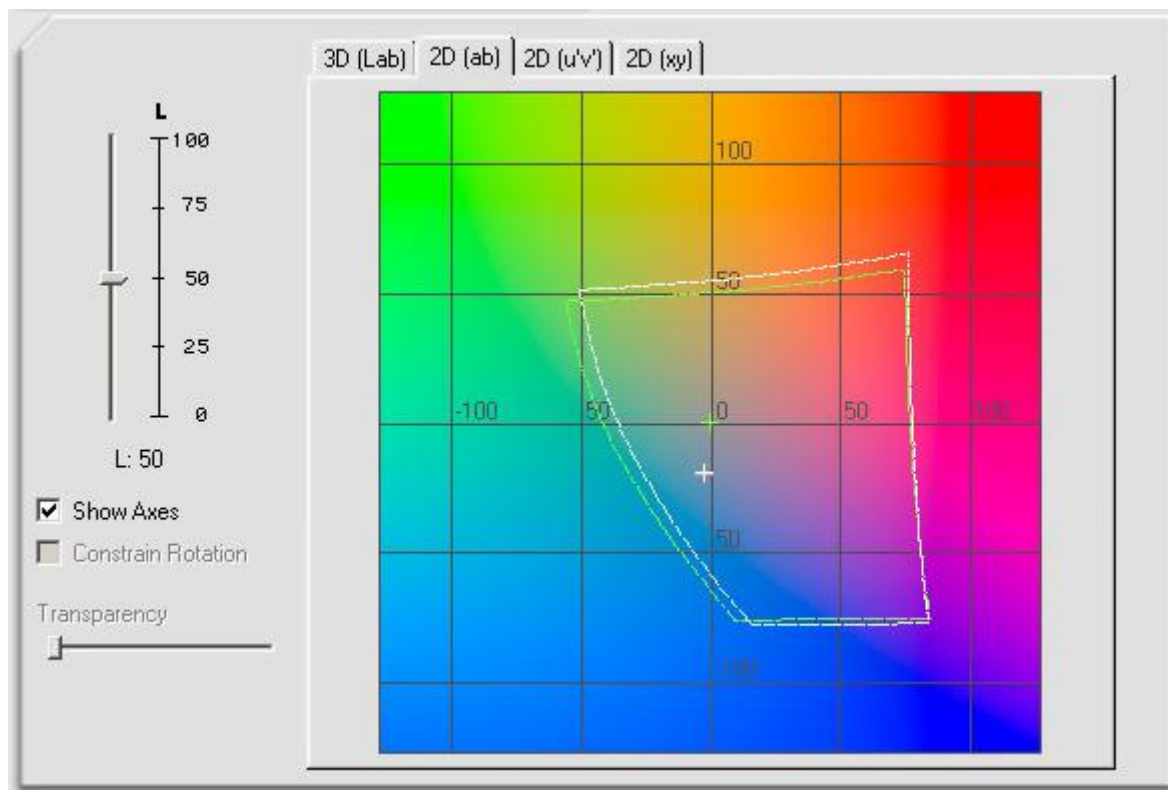
яркости белого в некоем диапазоне, расширяющемся с дальнейшим увеличением контрастности. В реальности это означает, что все светлые оттенки после определенной отметки будут отображаться как белые. Допустим, все оттенки в диапазоне 200-255 будут фактически соответствовать белому, и только ниже 200 начнется снижение яркостей, пропорциональное цифровому значению тона. При уменьшении контрастности ниже зоны насыщения происходит снижение яркости белой точки и пропорциональное уменьшение яркостей по всему диапазону цифровых значений

И, наконец, о цветовой температуре (температуре белой точки). Белый цвет на экране монитора образуется в результате оптического смешения излучений трех базовых цветов — красного, зеленого и синего (т.н. трехцветный аддитивный синтез). В зависимости от интенсивности каждого базового цвета, белый цвет, т.е. отображаемый монитором для цифрового значения 255-255-255, визуальнo будет иметь различный оттенок. При настройке температуры белой точки эта интенсивность как раз и регулируется. Для настройки цветовой температуры в OSD-меню монитора присутствует набор дискретных вариантов, а также поканальная регулировка интенсивности базовых цветов, предназначенная для более точной настройки. Набор дискретных вариантов представляет собой две или более предустановки, соответствующих определенным температурам. Эти предустановки в различных мониторах могут либо обозначаться как конкретная температура (9300K, 6500K и т.д.), либо иметь ассоциативное название (например, «Bluish», «Reddish» и т.д.).



Установка цветовой температуры в OSD-меню монитора

Количество таких режимов обычно варьируется от двух до пяти. Исключение составляют мониторы Eizo, позволяющие регулировку в диапазоне 4000-10000K с шагом 500K (включая 9300K), т.е. фактически имеющие полтора десятка предустановок. Присутствующий в меню многих мониторов пресет «sRGB» предназначен для отображения различными мониторами стандартного цветового пространства. Здесь стоит пояснить подробнее. Как уже говорилось, различным значениям температуры белой точки соответствует различное соотношение максимальной интенсивности для базовых цветов. Поэтому изменение температуры влечет за собой изменение цветового охвата монитора. При несовпадении охватов часть цветов, доступных на одном устройстве, не может быть воспроизведена на другом. sRGB является стандартным цветовым пространством, его охват относительно невелик и доступен практически любому среднестатистическому монитору. А режим «sRGB» в меню монитора является такой предустановкой базовых цветов, при которой отображаемое цветовое пространство соответствует пространству sRGB — все воспроизводимые в нем оттенки будут попадать в требуемый диапазон.



Сравнение цветового охвата монитора Eizo S2110W при температуре белой точки 5000K (ограничен зеленой линией) и 6500K (ограничен белой линией)

Числовое значение температуры, указанное в OSD-меню монитора, является ориентировочным — реальная температура может отличаться от указанной на несколько сотен градусов. Более точная настройка осуществляется при помощи раздельного регулирования интенсивности для каждого канала. Для этого, кроме набора дискретных вариантов (9300K, 6500K и т.п.), существует поканальная настройка (в экранном меню она именуется Custom Colour, User Preset и т.п.).

Теперь непосредственно о настройке.

Шаг 1. Установка цветовой температуры.

Необходимая цветовая температура определяется задачами, для которых будет использоваться монитор:

- Использование предполагает визуальное сравнение картинки на экране с печатными изображениями. Требуется специальное просмотровое место для печатных изображений и уравнивания белой точки монитора с освещением просмотрового места. Такое применение является профессиональным и в данном случае говорить о нем не имеет смысла.
- Использование монитора в качестве самостоятельного устройства для просмотра и коррекции изображений (сравнения изображения на экране с печатным, либо с другим дисплеем не требуется). Наиболее распространенный вариант для любительского применения. Выбор температуры здесь не является, как считают некоторые, важным фактором — он не привязан к определенным значениям и может быть произвольным. Объясняется это способностью зрения приспосабливаться к изменению опорного белого света — так называемой цветовой адаптацией. Однако некоторые критерии выбора цветовой температуры все же существуют и в этом случае:
 - Комфортность восприятия — основной фактор. Например, теплая цветовая температура в помещении (работа при искусственном освещении с использованием ламп накаливания или стены теплых цветов) затрудняет цветовую адаптацию к нейтральным и холодным значениям температуры белой точки;
 - Значение температуры, установленное по умолчанию. Стандартный заводской профиль монитора, если вы намерены им воспользоваться, создается для настроек

по умолчанию и при их изменении его использование теряет смысл (собственно говоря, использование такого профиля вообще лишено смысла в большинстве случаев). Мониторы Eizo, как правило, сопровождаются отдельными профилями для значений 5000К и 6500К;

- Цветовой охват. Большинство любительских камер ориентировано на стандарт sRGB, а именно при 6500К охват LCD-монитора близок или соответствует этому пространству. При наличии в OSD-меню пресета, прямо обозначенного «sRGB», его использование для работы с соответствующими снимками является предпочтительным. В качестве цветового профиля монитора (при отсутствии самостоятельно построенного профиля) в этом случае вполне возможно использование стандартного «sRGB Color Space Profile».
- Использование двухмониторной системы. Требуется визуальное уравнивание белой точки дисплеев по яркости и температуре. Конкретное значение цветовой температуры, как и в предыдущем случае, принципиального значения не имеет и выбирается по тем же критериям.

Шаг 2. Настройка контрастности.

У части мониторов при DVI-подключении настройка контрастности блокируется. На таких мониторах этот шаг можно пропустить — регулировка контрастности через драйвер видеокарты смысла не имеет, так как ведет к значительному уменьшению количества отображаемых оттенков. Выше уже пояснялось, что завышенная контрастность ведет к потере части крайних светлых оттенков, пониженный — к сужению диапазона доступных яркостей. Поэтому смысл настройки параметра «Контрастность» состоит в установке его по нижней границе зоны насыщения.

Для контроля можно воспользоваться [тестовым изображением](#) с нанесенными на белый фон цифрами, соответствующими крайним светлым тонам.

- Сохраните указанное изображение на жесткий диск и откройте в полноэкранном режиме;
- Установите значение контрастности на максимум и при необходимости плавно снижайте до различимости максимального количества цифр. Отличным показателем считается различимость всех цифр (до 254 включительно), но в данном случае требуется просто выявить максимальное количество светлых оттенков.

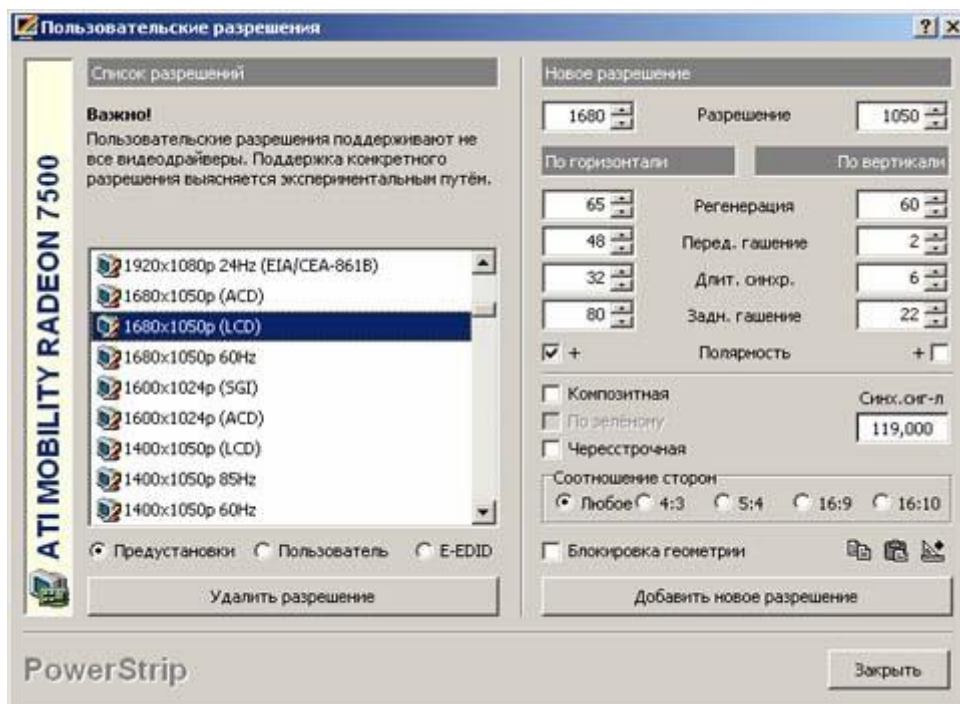
Шаг 3. Настройка яркости.

Задача при настройке параметра «Яркость» состоит в выявлении оттенков в глубоких тенях изображения.

- Сохраните [тестовое изображение](#) на жесткий диск и откройте в полноэкранном режиме;
- Установите значение яркости на минимум и плавно повышайте, добиваясь видимости большего количества цифр. Отличным результатом считается различимость цифр от 2 и выше, в данном же случае требуется просто увеличить количество различаемых темных оттенков. Эта различимость увеличивается до конца диапазона, поэтому на мониторах с высокой максимальной яркостью настройка сводится к выбору компромиссного значения с достаточной различимостью темных тонов и одновременно все еще комфортного для продолжительной работы.

Настройка цветопередачи

Качество любой программной калибровки является весьма условным и, как правило, приемлемого результата не дает. Точная настройка цветопередачи осуществляется только аппаратно (программно-аппаратно) при помощи колориметра или спектрофотометра и соответствующего ПО.

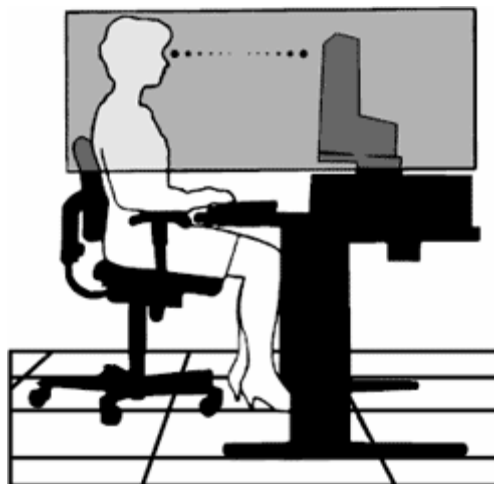


Раздел «Пользовательские разрешения» программы PowerStrip

Часть 11. Эксплуатация

Эргономика

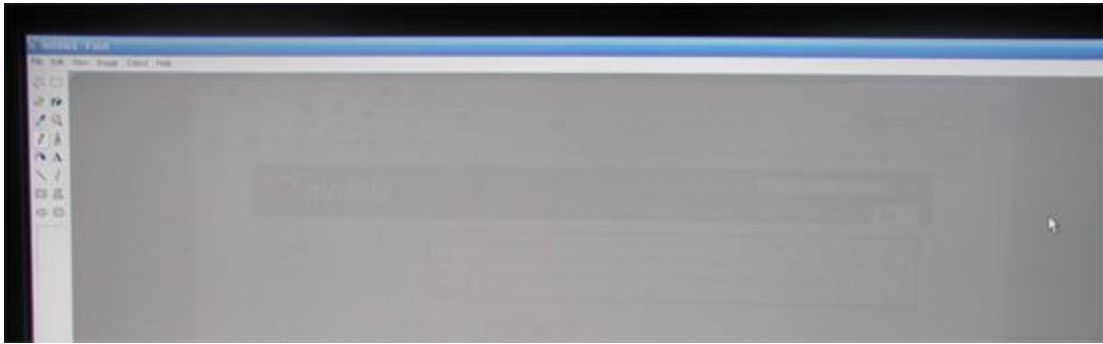
Если ваш монитор имеет регулировку по высоте, рекомендуется установить высоту экрана так, чтобы верхний его край находился на одном уровне или немного ниже уровня глаз.



Правильное положение монитора относительно уровня глаз

Эффект остаточного изображения

При длительном присутствии на экране монитора одной и той же статичной картинке возможен эффект остаточного изображения (image sticking). Заключается он в том, что на экране остается легкий «призрачный» отпечаток той самой картинке.



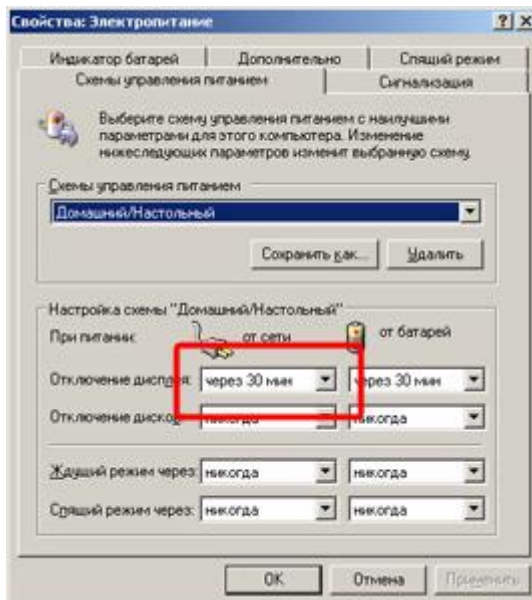
Эффект остаточного изображения. На однородном сером фоне хорошо просматривается «призрак» предыдущего изображения, которое находилось на экране продолжительное время

Эффект остаточного изображения является обратимым, для удаления «отпечатка» изображения требуется выключить монитор на продолжительное время (не менее, чем то, которое находилась на экране статичная картинка). Подвержены этому эффекту в основном мониторы на IPS-панелях. Причем в различных экземплярах одной и той же модели он может быть различным — от проявления через несколько часов до практически полного отсутствия. Во избежание появления остаточного изображения рекомендуется использовать скринсейвер.

Экономия ресурса ламп

Флуоресцентные лампы, используемые в LCD мониторах, имеют ресурс 30000-50000 часов. Заявленный ресурс в данном случае означает снижение яркости к концу указанного срока на 50%. Кроме того, обычно происходит изменение спектра (пожелтение) и потемнение концов тубы из-за оседания частиц катодов. Выражается это в появлении небольшой желтизны белого фона и легком потемнении боков или углов экрана. Ресурс этот весьма значительный, легко подсчитать, что 30000 часов — это более 10 лет ежедневной работы в течение 8 часов. За такой срок многие меняют монитор неоднократно. Кроме того, замена ламп является вполне элементарной операцией, осуществимой в практически любом сервисном центре или даже самостоятельно при наличии определенных навыков. Основным фактором в этом случае является «цена вопроса». Различные LCD-панели для мониторов, в зависимости от размера и производителя, имеют от двух до двенадцати ламп. В панелях с большим количеством ламп стоимость ламп вместе со стоимостью замены может составить несколько тысяч рублей, что для устаревшего монитора, скорее всего, будет нерентабельным.

Если ваш компьютер работает круглосуточно, либо часто остается включенным на ночь (например, для загрузки файлов из пиринговых сетей), имеет смысл использовать отключение дисплея в настройках свойств экрана (Экран — Свойства — Заставка — Питание — Схемы управления питанием — Отключение дисплея). Слишком маленькое время устанавливать не стоит, иначе монитор будет уходить в спячку при минимальных перерывах в работе. В случае, если значительные перерывы в работе отсутствуют, отключение дисплея смысла не имеет.

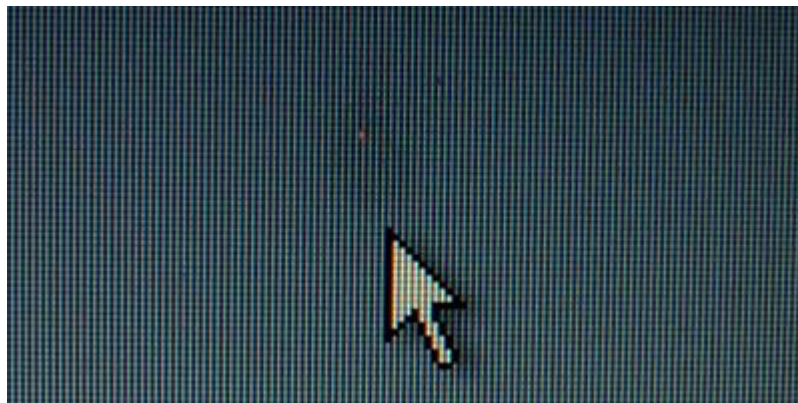


Настройка параметра «отключение дисплея» в свойствах экрана

Уход за монитором

Поверхность экрана является уязвимым местом LCD-монитора. Ее следует оберегать от царапин, ударов и сильных нажимов. Внешняя поверхность LCD-панели представляет собой поляризатор с нанесенным на него антибликовым покрытием. Выполнены поляризатор и «антиблик» единым листом и в случае повреждения замене не подлежат. Поэтому царапина, оставленная на экране когтями кошки или разыгравшимся ребенком будет неустранимой. Существуют мониторы со специальным защитным стеклом, установленным поверх экрана (например, некоторые модели Neovo). Стоит различать мониторы с защитным стеклом от мониторов с глянцевым покрытием экрана (типа CrystalBrite у некоторых мониторов Acer или OptiClear у NEC). Внешне такое покрытие выглядит похожим на стекло, однако никаких защитных функций не имеет.

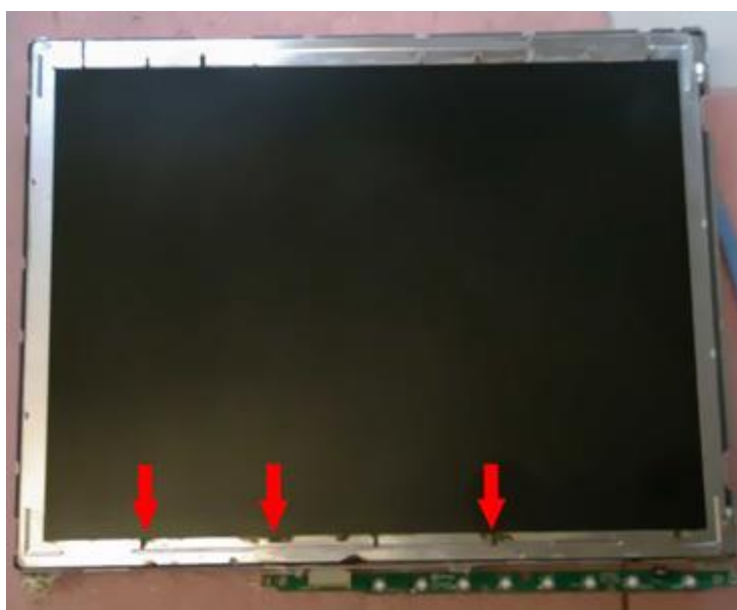
Удары или сильные нажимы на поверхность экрана могут привести к образованию неустранимых пятен. Такие пятна имеют более темный цвет, чем остальная поверхность. Образуются они из-за деформации рельефа внутренней структуры панели, расположенной между ее стеклами. В результате в деформированной области изменяется угол поворота плоскости поляризации проходящего света и на выходе она дает другую светимость.



Курсор указывает на темное пятно на экране, образовавшееся от сильного нажима. В центре пятна

виден красный постоянно светящийся субпиксель,
появившийся вместе с ним

Для протирки экрана не следует использовать сильно смоченную жидкостью ткань. Лицевая рамка корпуса всегда имеет зазор с поверхностью LCD-панели, через который лишняя жидкость может попадать непосредственно внутрь монитора. Кроме того, рамка самой LCD-панели — металлическая, подверженная элементарной коррозии. В случае обращения в сервис-центр при следах коррозии вам, скорее всего, будет выдан отказ по гарантии вследствие нарушений условий эксплуатации.



Стрелками показаны следы ржавчины на рамке LCD-панели, возникшей от попадания агрессивного моющего средства

Обобщение рекомендаций различных производителей мониторов по очистке экрана выглядит так:

- обязательно выключить монитор и вынуть сетевой шнур из розетки;
- использовать для протирки мягкую ткань или мягкие безворсовые салфетки;
- для удаления пятен, следов от пальцев рекомендуется применение специальных аэрозольных средств для очистки экрана, причем средство должно наноситься на ткань или салфетку, а не непосредственно на экран;
- не допускается применение растворителей, ацетона, средств с содержанием аммиака и т.п.;
- при протирке экрана следует избегать сильных нажимов на его поверхность.