

СОВРЕМЕННЫЕ ПЛОСКОПАНЕЛЬНЫЕ ОТОБРАЖАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

*Статья опубликована в журнале «BROADCASTING Телевидение
и радиовещание», №1 (37) январь-февраль 2004, стр. 43-47*

Мухин И. А., ГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Как известно, большую часть информации об окружающем мире человек получает благодаря органам зрения. Передача информации человеку посредством изображений наиболее эффективна. Именно поэтому совершенствованию выходных видеоустройств, с которых человек непосредственно считывает информацию, всегда уделялось особое внимание. Ученые и инженеры стремятся сделать экраны наиболее информативными и удобными в применении. Еще 5 – 10 лет назад в подавляющем большинстве случаев в качестве устройства отображения видеoinформации использовалась электронно-лучевая трубка (ЭЛТ, кинескоп). А для воспроизведения изображений большого формата применялись различные проекционные устройства и видеостены из набора ЭЛТ. Однако эти устройства имеют ряд принципиально неустраняемых недостатков, ограничивающих сферу их применения.

Так, устройства на основе ЭЛТ имеют большую глубину, немалый вес и значительное потребление электроэнергии. Кинескоп очень чувствителен к тряске, и сотрясение или удар могут привести к потере вакуума или деформации теневой маски. Все это затрудняет применение кинескопов в переносных устройствах. Кроме того, для работы кинескопа необходимы высокие (опасные для человека) напряжения. Полностью исключить контакт электроники с внешней средой сложно, поэтому применение ЭЛТ, например, в бассейне или угольной шахте небезопасно.

Видеостены на основе ЭЛТ имеют выраженную мозаичную структуру. Размеры формируемого кинескопом изображения меньше его габаритных размеров, и потому при стыковке ЭЛТ «швы» получаются заметными. Это исключает использование такой видеостены для отображения текста.

Проекционные устройства, как правило, не позволяют получить яркого и высококонтрастного изображения при интенсивной внешней засветке. Кроме того, проекционные устройства с фронтальной проекцией малоприспособны в тех случаях, когда требуется присутствие человека, находящегося перед экраном и указывающего на определенные детали изображения. Устройства с обратной проекцией требуют наличия значительного пространства позади экрана, что не всегда удобно. Например, в этом случае нельзя повесить экран на стену.

Таким образом, несовершенство выходных видеоустройств значительно ограничивало область применения телевидения. Поэтому параллельно с совершенствованием ЭЛТ и проекционных устройств, разрабатывались другие средства отображения информации. Наиболее перспективными на сегодняшний день являются плазменные и жидкокристаллические панели.

Плазменная панель (PDP – Plasma Display Panel) имеет в диагонали от 25 до 72 дюймов (182,8 см) при глубине всего 6-15 см. Поэтому, несмотря на большой экран, она может быть установлена на нешироком столе или подвешена на стене.

Принцип действия плазменной панели основан на свечении люминофоров при воздействии на них ультрафиолетового излучения, получаемого при газовом разряде. Каждая цветная точка экрана, – пиксель, состоит из трех маленьких ячеек – субпикселей, каждый из которых может светиться только одним цветом: красным зеленым или синим. (рис.1).

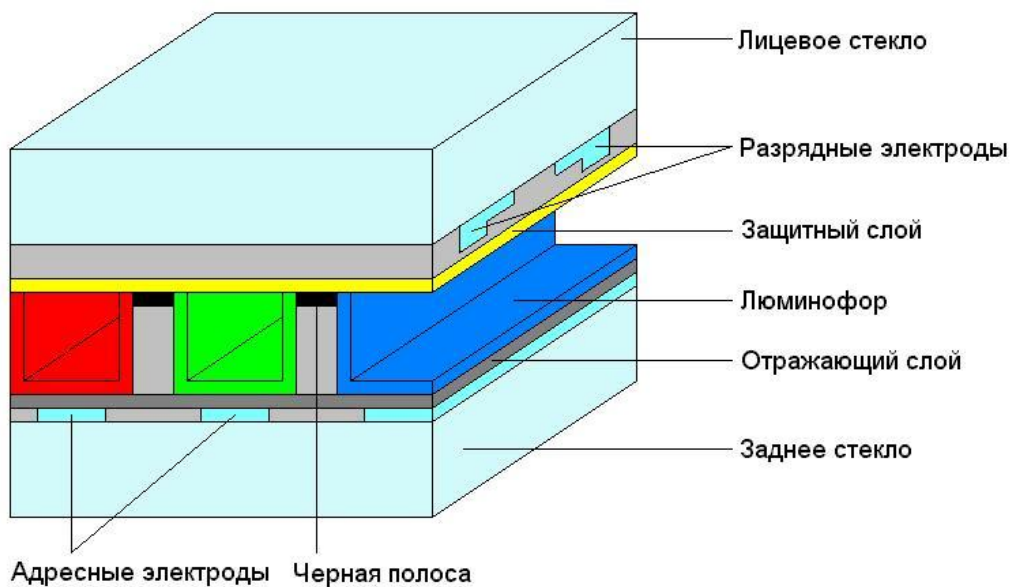


Рис.1. Устройство ячейки плазменной панели

Устройство субпикселя плазменной панели схоже с устройством люминесцентной лампы. Каждый субпиксель – это заполненная газом ячейка, на стенки которой с внутренней стороны нанесен люминофор, а с наружной расположены прозрачные проводящие ток электроды. Когда на эти электроды подается высокое напряжение, в ячейке возникает электрическое поле. Это поле ионизирует газ - начинается газовый разряд, в результате образуется плазма, которая излучает фотоны ультрафиолетового диапазона, то есть светится невидимым глазом ультрафиолетовым светом. Для преобразования этого невидимого света в видимый и нужен люминофор, нанесенный на внутренние стенки ячейки. Люминофор поглощает ультрафиолетовое излучение и излучает фотоны видимого диапазона – видимый свет. Люминофор одного субпикселя излучает красный цвет, другого – зеленый, а третьего – синий. Складываясь в пространстве с различными яркостями, эти три цвета дают ощущение самых разнообразных цветов.

Основу конструкции панели составляют два близкорасположенных стекла, промежуток между которыми заполнен смесью газов: неона и ксенона. На внутренних поверхностях стекол расположены горизонтальные и вертикальные электроды, образующие систему из двух взаимно ортогональных решеток (рис.2).

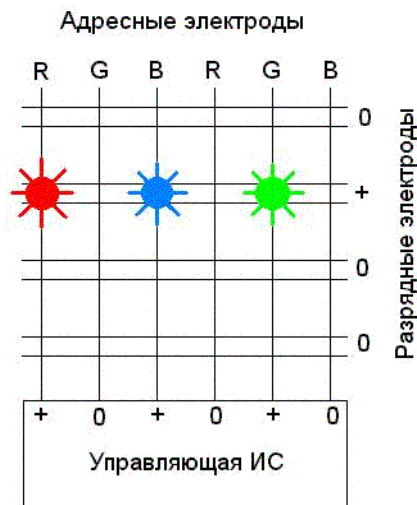


Рис.2. Система электродов плазменной панели

Вертикальные электроды расположены на заднем стекле и называются адресными (address electrode). Горизонтальные электроды – прозрачные, они сгруппированы по два, расположены на переднем стекле и называются электродами отображения (display electrode, их также называют: питающие, сканирующие, иницирующие, разрядные).

Особый интерес представляет процесс формирования раstra плазменной панели. Дело в том, что интенсивность излучения ячейки может регулироваться лишь в очень небольших пределах. Снизу напряжение на разрядных электродах ограничено напряжением удержания разряда, а сверху - напряжением зажигания, при котором происходит образование плазмы в ячейке при отсутствии поджигающего импульса на адресном электроде. Таким образом, изменяя интенсивность разряда, нельзя добиться регулировки яркости в широких пределах. Поэтому для этой цели используется метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ), суть которого заключается в изменении соотношения длительностей включенного («светится») и выключенного («не светится») состояния ячейки.

Развертка изображения в плазменной панели осуществляется следующим образом. Каждое ТВ поле (20 мс) разбивается на 8 субполей (SF - Sub Fields) различной длительности. Каждое субполе состоит из двух временных интервалов: адресации и отображения (address/display). Интервалы адресации одинаковы во всех восьми субполях, а интервалы отображения соотносятся следующим образом:

$$t_{d\ SF1}: t_{d\ SF2}: t_{d\ SF3}: t_{d\ SF4}: t_{d\ SF5}: t_{d\ SF6}: t_{d\ SF7}: t_{d\ SF8}=1:2:4:8:16:32:64:128.$$

Во время интервала адресации осуществляется процесс адресации всех ячеек панели – заряжаются маленькие конденсаторы тех ячеек, которые должны вспыхнуть в последующем интервале отображения и разряжаются конденсаторы тех ячеек, которые загораться не должны. Во время интервала отображения на все разрядные электроды подаются импульсы напряжения, количество которых зависит от номера субполя. При этом зажигаются только те ячейки, конденсаторы которых были предварительно заряжены в период адресации. Таким образом, адресуя ячейку в различных субполях, можно получить различное число ее вспышек в течении поля – от 0 (не адресована ни в одном поле) до 255 (адресована во всех 8 полях), то есть получить 256 градаций яркости. Так как пиксель плазменной панели состоит из трех субпикселей, каждый из которых может

принимать 256 значений яркости, то общее количество передаваемых пикселем, а значит и плазменной панелью, цветов равняется $256 \times 256 \times 256 = 16,78$ млн.

Благодаря специфичному методу развертки, формируемое плазменной панелью изображение имеет высокую яркость (до 600 Кд/м^2) и контраст (до 500:1). Действительно, если в ЭЛТ каждая точка вспыхивает только один раз за период телевизионного поля, то в PDP за тот же период самые яркие точки вспыхивают 256 раз. Плазменная панель дает яркое и насыщенное изображение даже при сильной внешней засветке, поэтому при ее использовании можно не беспокоиться о затемнении помещения.

Другое достоинство PDP – отсутствие мерцаний экрана. Можно сказать, что самые яркие участки изображения плазменной панели мигают в 256 раз чаще, чем в ЭЛТ. Таким образом, изображение становится «немерцающим». Такое изображение меньше утомляет глаза, (кроме того, его можно снимать телевизионной камерой, не заботясь о синхронизации с источником сигнала).

Но на этом достоинства плазменной панели не заканчиваются. В PDP принципиально невозможны такие присущие ЭЛТ дефекты, как несведение, расфокусировка и геометрические искажения. Изображение имеет высокую четкость по всему полю и большой угол обзора, так как диаграмма направленности излучения светящегося люминофора широка, поэтому изображение на экране PDP можно наблюдать в пределах угла 160° без искажения цветопередачи и при незначительном уменьшении яркости.

Благодаря высокой интенсивности свечения люминофора, цветовой охват плазменной панели больше, чем у ЭЛТ. То есть PDP способна передавать различные оттенки цветов более точно, поэтому формируемое изображение более реалистично, а значит - приятно глазу наблюдателя.

В отличие от ЭЛТ, плазменная панель не чувствительна к магнитным полям. Это делает ее предпочтительной в системе домашнего кинотеатра, где рядом с экраном располагают акустические системы.

Плазменные панели легко «масштабируются», складываясь из отдельных блоков и позволяя получить экран с диагональю до 7-ми метров.

В PDP нет мощных устройств развертки и высоковольтного источника анодного напряжения, как в ЭЛТ, а потому – отсутствует рентгеновское излучение, сильные магнитные и электрические поля.

Срок службы PDP – порядка 30 000 часов, тогда как у лучших ЭЛТ - 20 000...25 000 часов.

Плазменную панель может быть использована, как дисплей персонального компьютера. Все PDP имеют кроме видеовхода (AV - вход или S-VHS) еще и VGA вход. Однако разрешения плазменной панели недостаточно для качественного отображения мелкого текста, что важно в издательском деле или полиграфии. По этому параметру PDP проигрывает ЭЛТ. К сожалению, высокое энергопотребление, (на порядок больше, чем у ЭЛТ) ограничивает использование PDP в мобильных устройствах.

Плазменные панели пока сложны в изготовлении, а потому большее распространение получили ЖК-дисплеи. Отличительной особенностью жидкокристаллических дисплеев (LCD - Liquid Crystal Display) является низкое энергопотребление – на порядок ниже ЭЛТ. Именно это свойство делает ЖК-панели незаменимыми устройствами отображения видеоинформации в портативных электронных устройствах. Пассивные ЖК-матрицы встраиваются в часы, сотовые телефоны,

различную аудио и видеотехнику в качестве информационных табло. Активные ЖК-матрицы служат для изготовления цветных видеоскренов, применяемых в "ноутбуках" и стационарных мониторах.

Принцип действия ЖК-матриц основан на поляризации света и вращении плоскополяризованного света молекулами жидкокристаллического вещества. Как и в PDP, пиксел ЖК-матрицы состоит из трех одинаковых субпикселов, отличающихся только цветом выходного светофильтра. Устройство субпикселя показано на рисунке 3.

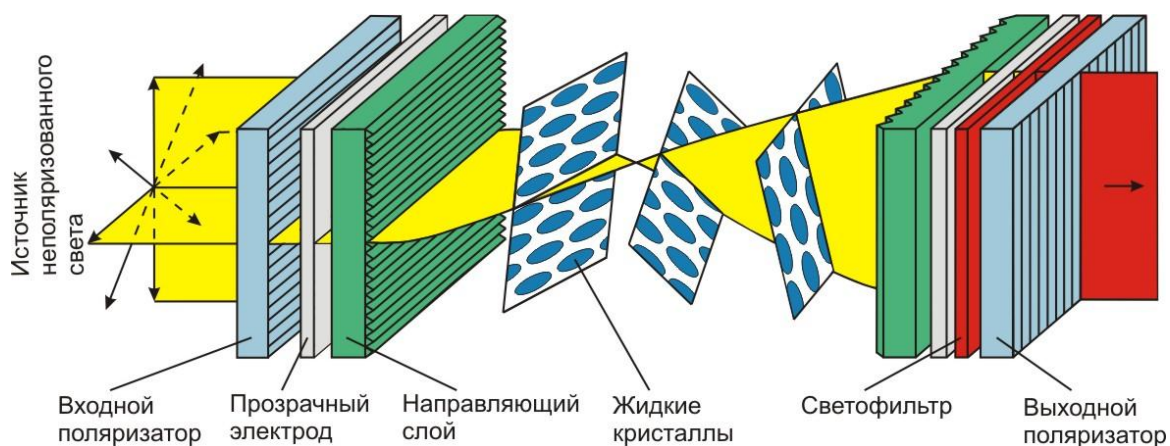


Рис. 3. Устройство субпикселя ЖК-панели

Все цветные ЖК-матрицы работают на просвет. Это означает, что с тыльной стороны матрицы находится источник неполяризованного света – галогенная лампа или матрица из белых светодиодов с рассеивателем. Естественный свет, пройдя через входной поляризатор, становится плоскополяризованным. Далее он подвергается "скручиванию" на 90° нематическим ЖК-веществом и почти без потерь проходит через выходной поляризатор (анализатор), так как плоскость поляризации света и анализатора совпадают. При появлении внешнего электрического поля спиралевидная структура ЖК-вещества разворачивается. Согласно закону Маллюса, интенсивность проходящего сквозь анализатор плоскополяризованного света будет пропорциональна квадрату косинуса угла между вектором поляризации света и вектором поляризации анализатора. Поэтому при увеличении угла поворота света относительно анализатора интенсивность проходящего излучения уменьшается, (при угле 90° – до нуля). Свет уже не подвергается скручиванию и не пропускается анализатором.

ЖК-матрицы бывают пассивные и активные. Для управления ячейками пассивной матрицы используются прозрачные полоски-электроды. Они нанесены на стекла, между которыми находится ЖК-вещество, причем с одной стороны полоски нанесены горизонтально, а с другой вертикально, образуя решетчатую структуру. На пересечении электродов как раз и находятся ячейки. В пассивной матрице можно управлять одновременно только ячейками одной строки. При переходе к управлению следующей строкой, изображение, сформированное на предыдущей строке постепенно исчезает. Такая матрица требует довольно большого времени для обновления изображения, то есть частота мельканий довольно низкая. Пассивные матрицы применяются только там, где не требуется высокой частоты обновления экрана – в часах, сотовых телефонах и т.д.

Устройство активная ЖК-матрицы показано на рис. 4

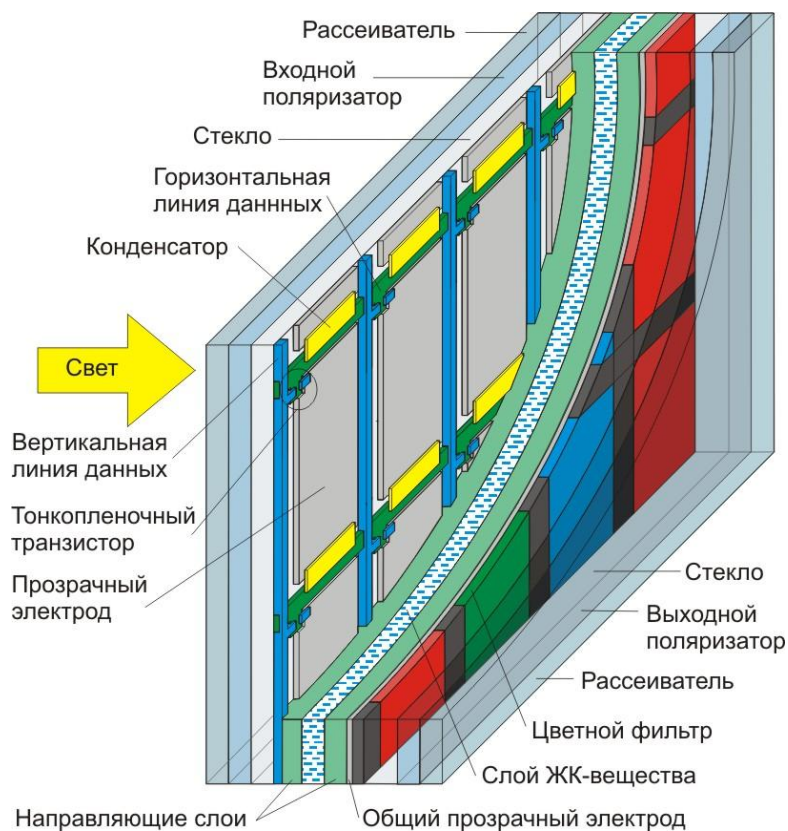


Рис. 4. Устройство активной ЖК-матрицы

Каждая ячейка имеет свой индивидуальный прозрачный электрод, тонкопленочный полевой транзистор (TFT – Thin Film Transistor) и конденсатор памяти. Полевой транзистор подключен стоком к вертикальной линии данных, затвором – к горизонтальной линии данных, а истоком – к индивидуальному электроду.

Формирование изображения в активных ЖК-панелях осуществляется следующим образом. Входной видеосигнал подвергается оцифровке и в течение длительности активной части строки накапливается в сдвиговом регистре. Как только заканчивается активная часть строки, открываются TFT-транзисторы строки, сигналы со сдвигового регистра, пройдя ЦАП, поступают на соответствующие индивидуальные электроды и заряжают конденсаторы ячеек. Этот процесс длится весь интервал гашения. С началом активной части следующей строки TFT-транзисторы предыдущей строки закрываются. Но прозрачность, а значит и яркость, ячеек остается без изменений, так как конденсаторы хранят заряд, напряженность поля и соответственно угол разворота ЖК-кристаллов в ячейке остаются постоянными. Таким образом, яркость ячеек ЖК-дисплея не меняется в течении всего периода обновления экрана. Изображение, формируемое ЖК-матрицей, становится немерцающим.

ЖК-экраны, как и PDP характеризуются малой глубиной, плоским экраном, отсутствием геометрических искажений раstra и вредных излучений, высокой четкостью по всему полю. LCD имеет большие размеры рабочей части экрана. ЖК-монитор 15" имеет рабочую часть экрана, сравнимую с рабочей частью 17" ЭЛТ.

Но, к сожалению, LCD имеют ряд существенных недостатков. ЖК-экран, как правило, плохо отображает мелкий текст. Это связано с тем, что качественное отображение картинки на экране возможно только в том случае, если число строк разложения входного сигнала соответствует разрешению экрана. Зачастую это условие не выполняется. Например, физическое разрешение 17" LCD монитора – 1280 на 1024 пиксела. А видеоадаптер, допустим, работает в режиме 1024 на 768 точек. Чтобы получить качественную картинку, можно использовать не все пиксели панели, а только матрицу 1024 на 768. Но при этом, очевидно, изображение будет занимать лишь часть рабочей поверхности экрана. Чтобы развернуть изображение на весь экран, применяется метод нелинейной интерполяции, когда одно разрешение пересчитывается в другое. Но так как разрешения экрана и сигнала не являются кратными, такой метод не дает хороших результатов. В итоге, мелкий шрифт на полученном изображении воспроизводится с заметными искажениями, а некоторые вертикальные или горизонтальные линии имеют зачастую удвоенную толщину либо вовсе исчезают. Поэтому для работы с текстом или графикой лучше подходит экран на основе ЭЛТ.

Распространенные ЖК-экраны имеют небольшой угол обзора – порядка 120° , так как несмотря на применение рассеивающих пленок, излучаемый свет является плоскополяризованным и узконаправленным. При больших углах наблюдения изменяется не только яркость отображаемых деталей изображения, но и их цвет.

Контраст изображения, формируемый LCD невелик - примерно 200:1 (при 500:1 для PDP), так как поляризатор и анализатор не идеальны. Например, поляризатор просто подавляет, но не задерживает полностью свет, направление поляризации которого ортогонально направлению поляризации поляризатора. Поэтому даже «закрытая» ячейка пропускает свет. В результате, черные детали изображения становятся серыми – контраст уменьшается.

Другой неприятной особенностью ЖК-панели является неравномерное распределение яркости по полю экрана. Для подсветки используется несколько тонких и длинных ламп, поэтому, несмотря на применение всевозможных отражателей и рассеивателей, добиться равномерной освещенности ЖК-матрицы очень сложно.

Кроме того, ЖК-экраны имеют небольшой цветовой охват. Это означает, что хоть ЖК-панель и передает 16,8 миллионов цветов, среди них нет таких, которые может передать, например, ЭЛТ или плазменная панель. Объяснить это можно следующим примером. Допустим, имеется две банки с краской – с синей и с красной. Смешивая их в разных пропорциях, можно получить бесконечное количество пурпурных оттенков (синий, сиреневый, вишневый, красный), но получить другие цвета, например, зеленый или желтый, не удастся.

Таким образом, плазменные экраны и жидкокристаллические дисплеи заняли достойное место в ряду отображающих устройств. PDP стали эталоном качества среди экранов большого размера, а LCD – первыми по-настоящему мобильными отображающими устройствами. Вместе с тем, и устройства на основе ЭЛТ по-прежнему пользуются спросом. Все эти устройства очень разные и предназначены для выполнения различных задач. Поэтому в настоящее время нет смысла пытаться выделить какое-то одно из них. Для каждой конкретной ситуации будет более предпочтителен тот или иной вариант). Несмотря на появление новых видов отображающих устройств, например, таких как LEP (OLED), каждое из устройств будет существовать и развиваться.