

# OLED-дисплеи — будущее уже начинается

**Технология OLED обращает на себя все больше и больше внимания, как более дешевая и при этом более качественная альтернатива существующих дисплеев. Уже сейчас существует возможность создания не только OLED-дисплеев для КПК и сотовых телефонов, но даже больших экранов для мониторов и телевизоров. Такие экраны не только обеспечивают более высокое качество изображения, но и потребляют меньше энергии.**

**Владимир Дмитриев**

На сегодняшний день технология OLED (Organic Light Emitting Device — органическое светоизлучающее устройство), содержащая в своем названии основной элемент структуры — органический светоизлучающий диод — (organic light-emitting diode), является ведущей технологией следующего поколения в ряду плоских дисплеев — FDP (flat panel displays). Регулярно появляются новости о появлении очередной дисплейной панели на базе органической электролюминесценции.

Приборы OLED — это светоизлучающие полноцветные приборы, которые обеспечивают высокую яркость, малую потребляемую мощность, широкий угол обзора, хорошую контрастность изображения. Кроме того, они компактные и легкие, выдерживают значительные механические нагрузки, обладают широким диапазоном рабочих температур и имеют достаточный срок службы.

Несколько слов об истории возникновения технологии. Свойства некоторых сложных полимеров менять цвет под воздействием приложенного напряжения были открыты еще в 1989 году в Кембриджском университете группой Ричарда Френда (Richard H. Friend). Технология OLED основана на полупроводниковых свойствах некоторых органических веществ, в частности, производных PPV (poly-phenylene vinylene), что позволяет получать светоизлучающий переход в тонкопленочной структуре. Впоследствии ученые сформировали компанию Cambridge Display Technology (CDT), которая в настоящее время входит в число лидеров индустрии органических дисплеев. Прошло много лет, прежде чем эта идея смогла реализоваться практически.

Если сравнивать с привычным жидкокристаллическим дисплеем (liquid-crystal display — LCD), то дисплей, изготовленный по OLED-технологии, имеет немало преимуществ.

Во-первых, он сам излучает свет (основой дисплея являются органические светодиоды) и, соответственно, не требует подсветки. Отсюда следует низкое энергопотребление дисплея, практически полное от-

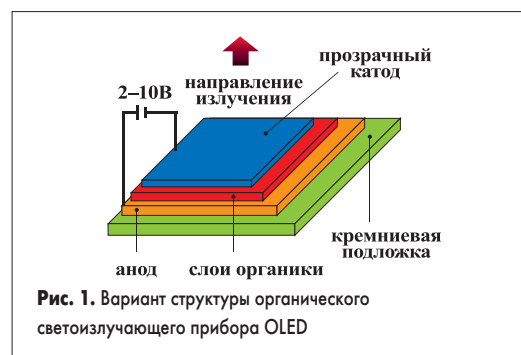
сутствие инерции при выводе изображения и большой угол обзора. В то же время дисплей более легкий и тонкий (до долей миллиметра) и обладает приличной гибкостью. По площади же OLED-дисплей не имеет ограничений, теоретически возможно изготовление сколь угодно большого дисплея.

Другой отличительной особенностью дисплеев, созданных на основе технологии OLED, является широкий допустимый угол обзора, достигающий 160 градусов при сохранении неизменной величины излучаемой мощности в единичном телесном угле. Низкие величины напряжения питания (от 2 до 10 В) определяют потенциально высокий КПД, минимизируют теплоотдачу и уровень паразитных излучений.

Сочетание этих уникальных качеств позволяет значительно улучшить такой интегральный показатель качества дисплеев, как количество передаваемой информации с единицы веса или объема.

## Устройство и основные параметры OLED

Органический электролюминесцентный дисплей OLED представляет собой монокристаллический тонкопленочный полупроводниковый прибор, который излучает свет, когда к нему приложено напряжение. OLED состоит из ряда тонких органических пленок, которые заключены между двумя тонкопленочными проводниками (рис. 1). Световые лучи, проходя



сквозь красный, зеленый и голубой слои, образуют на экране цветные точки. Рабочее напряжение OLED — всего лишь 2–10 В.

Таким образом, OLED — это не что иное, как тонкопленочное устройство со светоизлучающей поверхностью. Поверхность эта образована множеством одновременно излучающих свет ячеек на одной подложке. Причем эти ячейки могут быть изготовлены либо методом напыления, либо методом струйной печати, для создания дисплея с произвольным структурированием можно также применить обычную литографию. Другими словами, устройства OLED имеют значительные преимущества в технологии формирования структуры.

Цвет, эффективность и интенсивность излучения приборов OLED зависят от использованных органических материалов, которыми определяется многообразие воспроизводимых дисплеем цветов. Сегодня основное внимание разработчиков приборов OLED направлено на создание материалов для полноцветной передачи (при этом широкий цветовой охват, высокая точность и постоянство цветопередачи позволят мониторам OLED по области применения обогнать жидкокристаллические TFT-мониторы).

В приборах OLED используются два класса органических материалов — это микромолекулы и полимеры, работы по обоим направлениям создания OLED велись параллельно. В то время как пользователь не смог бы отличить полимерный прибор OLED (PLED) от прибора с микромолекулами (sm-OLED), эти две системы имеют несколько различий. Разница между ними — в способе нанесения на подложку светоизлучающих частиц. При полимерном методе они напыляются в жидком виде, а при микромолекулярном — конденсируются из пара. Например, Dow Chemical продвигает полимерную технологию OLED, отличную от более распространенной микромолекулярной технологии OLED, в свою очередь одним из главных сторонников микромолекулярной технологии OLED является Eastman Kodak. Сегодня приборы sm-OLED опережают приборы PLED по эффективности и сроку службы, однако сторонники полимерной технологии OLED утверждают, что она требует менее дорогостоящего оборудования и технологичнее в производстве.

Оценим технические параметры устройств, созданных по технологии OLED.

**Яркость.** Яркостью называется поверхностная плотность силы света в заданном направлении, равная отношению силы света к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению. Яркость измеряется в канделах (кд). (Одна кандела равна силе света в заданном направлении от источника, испускающего монохроматическое излучение частотой  $540 \times 10^{12}$  Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет  $1/683$  Вт/стерадиан.) Приборы OLED равномерно и без мелькания обеспечивают яркость излучения от нескольких кд/м<sup>2</sup> (для ночной работы) до очень высоких яркостей — свыше 100 000 кд/м<sup>2</sup>, причем их яркость может регулироваться в очень широ-

ком динамическом диапазоне. Так как срок службы монитора обратно пропорционален его яркости, для приборов рекомендуется работа при более умеренных уровнях яркости. Достижением сегодня считаются сроки службы по спаду яркости в два раза до 5–10 тыс. часов при средней яркости 100 кд/м<sup>2</sup>. Дополнительно дисплеи OLED имеют очень широкий угол обзора (более 160°) и малое время реакции — приблизительно 10 мкс.

**Контрастность.** Чтобы обеспечить хорошую читаемость информации экрана автомагнитолы при прямом солнечном свете, следует увеличивать контрастность, а не яркость приборов. Чтобы добиться этого, отражающая способность дисплея должна быть управляемой. Приборы OLED имеют очень хорошую контрастность. Например, стандартный прибор, имеющий круговой поляризатор с антибликовым покрытием, обладает контрастом свыше 300:1 при уровне освещенности 500 люкс, которая считается нормальной для наземного транспорта. (Освещенность поверхности — отношение приходящегося на нее светового потока к ее площади. Измеряется в люксах. Один люкс равен освещенности поверхности сферы радиусом один метр, создаваемой находящимся в ее центре точечным источником, сила света которого равна 1 кд.)

В компьютерных мониторах для повышения контрастности изображения используются черные покрытия, заполняющие пространство между пикселями (черная матрица) и поглощающие падающие на них извне излучения (остаточный уровень коэффициента отражения этих покрытий составляет не менее 1–1,5%). Интегрированные интерференционные поглощительные покрытия, разработанные фирмой IZOVAC, в зависимости от вида приложения имеют среднее значение коэффициента отражения, достигающее значения 0,1%. При этом, напоминая технологию «стелс», они обеспечивают управляемое отражение, минимальное в области, наиболее чувствительной для человеческого глаза (400–700 нм) (см. рис. 2, где верхняя кривая соответствует современной технологии, а нижняя — предлагаемой). Аналогичный метод может быть легко применен и в технологии OLED.

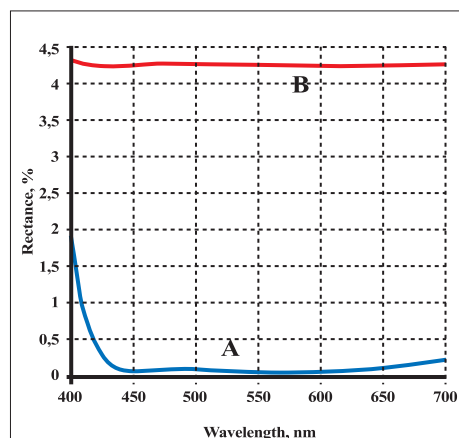


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента отражения для существующих технологий антибликовых покрытий (кривая В) и предлагаемой фирмой IZOVAC (кривая А)

Повысить контрастность удается и в прозрачных (transparent) дисплеях — TOLED. Приборы TOLED, которые имеют коэффициент пропускания 70–85% в выключенном состоянии, могут быть применены для воспроизведения информации на лобовом стекле. Требуемая для такого использования яркость в настоящее время недостижима, но ведущие разработки делают такую возможность реальной в ближайшей перспективе.

**Температура окружающей среды.** Возможность работы в широком диапазоне температур — актуальный вопрос для транспортных дисплеев, которые должны работать от температур ниже нуля до температур, которые превышают 80 °С. В то время как для жидкокристаллических дисплеев воздействие низких температур оказывается неблагоприятным, и обычно требуется использование подогрева подложки, приборы OLED хорошо работают даже при температуре –40 °С! При высоких температурах приборы OLED имеют допустимую рабочую температуру порядка 70 °С.

**Габариты.** Дисплеи OLED тонкие и легкие. Используя подложку толщиной 0,7 мм, дисплей OLED будет иметь толщину порядка или чуть больше 1,4 мм. Это позволяет конструировать гибкие дисплеи. Фирма UDC (Universal Display Corp.) разрабатывает дисплеи OLED на гибких (flexibility — гибкость) подложках (FOLED). На фотографии (рис. 3) — дисплей FOLED на пассивной матрице, 128×64 пиксела (размер пиксела 400×500 мкм), имеющий яркость 100 кд/м<sup>2</sup>. Он выполнен на стандартной жароупорной пленке толщиной 0,18 мм из полиэтиленерефталата (PET), является ультратонким и весит существенно меньше любого другого дисплея с аналогичными параметрами.

Дисплеи FOLED еще более прочные, чем обычные дисплеи OLED. Кроме того, они допускают изгиб с радиусом кривизны менее 1 см. Использование дисплея FOLED открывает совершенно новые возможности при проектировании панели транспортного средства.



Рис. 3. Вид гибкого дисплея



Рис. 4. Гибкий OLED-дисплей (FOLED) фирмы UDC

Экран может быть установлен в пространство, раньше недоступное для дисплеев на плоских панелях, например, в изогнутую приборную доску, на внутреннюю облицовку боковых панелей и потолок и, возможно, на ветровое стекло, что обеспечит одновременно удобство и безопасность для оператора (рис. 4).

### Принцип передачи изображения на OLED-дисплее

Существует два типа дисплеев:

1. С пассивной матрицей, где каждая точка представляет собой диод, и для того, чтобы заставить ее светиться, ток подается на ряд и столбец матрицы. Здесь одной из проблем является создание эффективного устройства подачи управляющих напряжений к матрице. (NEC удалось разместить управляющие электронные схемы на той же подложке, что и сам дисплей.)
2. С активной матрицей, где точка состоит из диода и тонкопленочного транзистора, который работает переключателем и контролирует количество энергии, поступающее к диоду. Данная технология более перспективна, но находится в зачаточном состоянии.

Специалисты фирмы Kodak разработали относительно простой, но единственный в своем роде метод для изготовления пассивно-матричного дисплея OLED. Метод, условно названный «Ребро» («rib» — также известен как «base and pillar»), основан на использовании «выкроек» анодных проводников. Их наложение на подложку из органического материала с металлизированным катодом (см. рис. 1) автоматически производит индикаторную панель OLED с желаемым изображением. Большое преимущество этого метода заключается в том, что «выкройки» легко масштабируются и не связаны с процессом создания подложки. Отсюда следует возможность создания панелей достаточно большого размера. Для управления изображением электрический ток пропускается через пиксели, находящиеся в определенных местах пересечений «строк и столбцов» сеток анодных и катодных проводников. Подачей напряжения на избранные проводники управляет контроллер. Процесс управления напоминает развертку телевизионного сигнала с частотой 1/60 с.

OLED-дисплеи с пассивными схемами управления имеют потенциальную возможность отображать полноцветные движущиеся изображения с превосходным качеством. Это демонстрировалось на многих прототипах среднего размера, но при создании маленьких цветных панелей с высоким разрешением и при использовании пассивной схемы управления возникают значительные трудности. Альтернативный вариант, который решает возникающие проблемы: использование активно-матричной технологии для управления тонкопленочными транзисторами на низкотемпературном поликристаллическом кремнии (LTPS). Дальнейшее развитие активно-матричной технологии OLED (AMЭЛ) позволит расширить область применения OLED-дисплеев.

### Трудности роста

Почему же столь эффективные технические решения не получили своего широкого практического воплощения в коммерческих продуктах? Основная причина — короткий срок службы, связанный с губительным воздействием на такие полимеры находящихся в воздухе кислорода и частиц воды. Для предотвращения попадания на полимеры влаги в UDC создали специальную влагонепроницаемую подложку из полиэтилена терефталата (ПЭТ) (из этого вещества производят пластиковые бутылки для напитков), покрытую тонкими перемежающимися слоями полиакрилата и оксида алюминия. По заявлению компании, их новые гибкие OLED-дисплеи имеют срок службы порядка 3800 часов (монохромные OLED имеют более долгий срок службы). Тем не менее, пока этого недостаточно: для успешного коммерческого внедрения срок службы должен составлять, как минимум, 10 тыс. часов. (Впрочем, компания Xerox Research Centre of Canada создало OLED-дисплей, способный работать при температуре 70–100 °C до 10 тыс. часов.)

Существенный недостаток новой технологии заключается также в том, что для ее реализации потребуются новое оборудование, что резко увеличивает издержки начального этапа внедрения технологии. В частности, необходимая для экранов OLED большого размера теневая маска все еще слишком дорога.

Рассмотренные проблемы привели к следующему.

Во-первых, в настоящее время реально достижимы небольшие размеры дисплеев. Диагональ коммерческих матриц OLED на сегодняшний день редко превышает 2–3 дюйма (хотя в единичных экземплярах демонстрируются и 20-дюймовые модели).

Во-вторых, даже для 2–3-дюймовых матриц производители не могли обеспечить поистине массовые объемы производства, что останавливало производителей, например, мобильных телефонов, для которых такой размер экрана вполне подходит. Впрочем, в последнее время эта ситуация начала меняться: в конце минувшего — начале этого года производители мобильных телефонов начали демонстрировать прототипы с полноцветными OLED-экранами, а производители этих матриц начали объявлять о планах выпуска на этот год, измеряющихся в миллионах единиц.

В-третьих, еще одна вещь, которая серьезно ограничивала как конкурентоспособность OLED по сравнению с LCD, это и их область применения — до последнего времени в каком-либо массовом порядке производились лишь пассивные матрицы, более-менее пригодные только для экранов мобильных телефонов с их относительно статичным и не слишком сложным изображением.

В-четвертых, не слишком высокая долговечность матриц, достигнутая на сегодняшний день, что в этом плане позволяет сравнить их скорее с плазменными экранами, чем с LCD. А это не слишком хороший образец для подражания в данном вопросе.

И наконец, высокая цена, что, в общем-то, вполне объяснимо для нового продукта, только начинающего выходить на массовый рынок.

В итоге исследовательская компания iSuppli/Stanford Resources опубликовала доклад, согласно которому в развитии технологии производства матриц OLED возникло немало проблем. По словам специалистов, все опытные образцы таких дисплеев, созданные на данный момент, отличаются чрезмерно высоким энергопотреблением и крайне низкой надежностью. Действительно, эффективность излучающих свет полимеров, применяемых для создания гибких OLED-экранов, пока оставляет желать лучшего. Под действием электрического поля в пластике образуются экситоны — связанные пары электрон-дырка. Но лишь малая часть самых «энергичных» экситонов затем быстро распадается, излучая фотон. Большинство же экситонов при распаде вместо света производит тепло. В последнее время в конце тоннеля забрезжил свет. Ученые из Института изучения полимеров в Майнце обнаружили у одного из перспективных образцов яркое розовое свечение вместо ожидаемого слабого сине-зеленого. Подробное исследование образца показало, что причиной свечения стала ничтожная (80 частей на миллион) примесь палладия, которая случайно попала в пластик в процессе его изготовления. Оказалось, что примесь палладия способна заставить экситоны с недостаточной энергией излучать фотоны даже спустя некоторое время после выключения электрического поля.

### Применение OLED в настоящее время

Первый OLED-дисплей, представленный на рынок, был пассивно адресуемой матричной панелью размером 256×64 точек. Он использовался для автомагнитолы (рис. 5).



**Рис. 5.** Первый коммерческий OLED-дисплей: яркость 100 кд/м<sup>2</sup>; контрастное отношение 100:1; угол обзора 170°; диапазон рабочих температур: -40...+85 °C

Расширить применение OLED можно, решив проблему увеличения цветовой гаммы. Исследовательская группа корпорации Tohoku Pioneer активно разрабатывает 18-разрядные OLED-дисплеи, используя тонкопленочные транзисторы типа «монокристалл кремния» (CGSI) (рис. 6, 7).

Корпорация Tohoku Pioneer в 2002 году начинает массовое производство цветных 18-разрядных AMЭЛ-дисплеев. По планам фирмы Tohoku Pioneer сначала будут запущены в серийное производство 2–4-дюймовые активно-матричные дисплеи, которые будут применяться в автомобильных аудиосистемах и в портативных устройствах типа мо-



Рис. 6. Опытный образец 2-дюймовой панели (176×192 точек) с использованием CGSI, предназначенный для мобильных телефонов третьего поколения (Tohoku Pioneer)



Рис. 7. Внешний вид дисплея мобильного телефона

бильных телефонов, PDA и цифровых видеокамер. Затем, при успешной торговле малыми OLED-устройствами, фирма планирует производить панели среднего размера для ноутбуков и видеомониторов.

Фирма Kodak выпустила очередную свою цифровую фотокамеру Kodak EasyShare LS633, в дисплее которой используется полноцветная активная матрица с диагональю 2,2 дюйма и разрешением 512×218 пикселей (рис. 8), что составляет порядка 110 тысяч пикселей. С точки зрения TFT-дисплеев это рядовой показатель, но для OLED-технологии это настоящий прорыв.

OLED-дисплей стал изюминкой камеры EasyShare LS633. По своему размеру он больше, чем у остальных камер, чаще всего имеющих 1,5-дюймовый дисплей. По свидетельствам очевидцев, изображение на дисплее яркое



Рис. 8. Вид дисплея цифровой камеры

и контрастное, в какой-то степени даже более приближено к реальному. Обеспечивается угол обзора 165°. Можно сказать, что матрица такого типа впервые начинает полноценно конкурировать с LCD. Благо, что в среднем разумным сроком жизни экрана цифровой камеры считается тысяча часов, которые эта матрица с легкостью продержится, а высокая цена самой камеры (порядка \$400) позволит растворить в себе цену экрана.

Компания eMagin создала OLED-экран, способный отображать более 16 млн цветов. Устройство позволяет создать виртуальный дисплей размером с большой телевизор, при этом физическая диагональ собственно экрана равна примерно 1,57 см. Экран, называемый SVGA+, поддерживает разрешения 800×600 (SVGA) и 852×480 (широкоэкранный 16:9) точек при глубине цвета в 24 бита (что соответствует 16,7 млн цветов). Кроме обладания такими свойствами, как низкое энергопотребление, высокая яркость и небольшой вес, устройство позволяет осуществить простую интеграцию в оптические системы и на кремниевые чипсеты, что позволяет создавать «системы на чипе» (System-on-a-chip — SoC).

В общем, как продукт активная матрица очень интересна, имеет колоссальные перспективы, но пока что, на данном этапе своего развития, все, на что она может претендовать — это лишь нишевой рынок. Впрочем, нет ни малейших оснований для пессимизма: просто на данный момент большинство прочих игроков на этом рынке — Chi Mei, IDTech, IBM, AU Optronics, Samsung, Pioneer, Matsushita, Toshiba, Sony, Seiko лишь представили свои прототипы подобных продуктов, намереваясь начать массовое производство только в следующем году, причем с диагоналями вплоть до 17–20 дюймов, явно претендующими на рынок настольных мониторов и телевизоров. Показательно, что компания Dow Chemical планирует резко увеличить выпуск материала, который используется для изготовления дисплеев нового поколения.

### Направления развития

Основные усилия разработчиков OLED сегодня направлены на уменьшение дифференциального старения элементов монитора, повышение чистоты цвета и увеличение срока службы полноцветных приборов. Отдельная проблема — получение эффективного белого цвета либо путем разработки новых материалов, либо методом смешения цветов. Немаловажно, что для OLED требуется совершенная герметизация, потому что органические флуоресцентные материалы чрезвычайно чувствительны к влажности. Одно из главных препятствий для развития индустрии OLED — низкий процент выхода годных изделий. Улучшению этого производственного показателя и повышению эффективности производства должна способствовать стандартизация материалов.

Сегодня возможно практическое применение и развитие двух вариантов построения схем управления OLED-дисплеев — с пассивными и активными матрицами.

В каком то смысле данная технология может использовать достижения нанотехнологий. Речь идет о технологии QD-OLED. Результатом открытий в области квантовой механики, анонсированных Массачусетским технологическим институтом, могут стать превосходные сверхтонкие дисплеи для ноутбуков и видеоустройств. Новая технология, сочетающая особенности органических и традиционных твердотельных светоизлучающих приборов, позволит получать гораздо более чистые цвета при значительно меньшем, чем существующие светодиоды, потреблении энергии.

В основе новой технологии лежат квантовые точки — микроскопические промежутки в кристаллической структуре, удерживающие по несколько электронов. При перемещении электронов в эти точки из них излучается свет, а изменяя размер и расположение точек, можно в широких пределах менять его частоту. Другие светоизлучающие материалы очень сильно зависят от естественной конфигурации структур, что существенно ограничивает диапазон цветов. В устройстве слой квантовых точек располагается между двумя слоями других структур, одна из которых обогащена электронами, а другая обеднена. Для этих внешних слоев ученые используют пластиковые полупроводники. Главное преимущество новой технологии, называемой Quantum Dot OLED, или QD-OLED, заключается в том, что начинкой «сандвича» служит всего один слой квантовых точек. Теоретически это позволяет загонять в них, получая свет, все 100% электронов, тогда как расчетная эффективность других систем приближается к 30%, а фактическая едва достигает 5%. Предыдущие конструкции QD-OLED содержали по 10–20 слоев квантовых точек, толщина каждого из которых составляла три нанометра. На основе QD-OLED кроме чрезвычайно тонких и ярких плоских дисплеев можно создавать очень стабильные источники света для научных экспериментов и миниатюризации научного оборудования.

Оказывается, что у технологии OLED уже сейчас имеется перспективный конкурент — LEP-дисплей. Компании Seiko Epson Corp. и Cambridge Display Technology создали совместное предприятие — Polyink для коммерциализации технологии нанесения светящихся под воздействием электрического тока полимеров, которые можно наносить на подложку с помощью струйной печати. Напечатать дисплей можно практически на любой поверхности, к тому же полимеры трех основных цветов (RGB) плюс токопроводящий (используется четырехцветный картридж) — легко растворимы и поэтому могут формировать каплю небольшого размера, что критично для создания требуемого разрешения будущего LEP-дисплея.

Кроме того, компания Iridigm разработала технологию отражательного экрана с применением устройства на базе микроэлектромеханической системы (MEMS). Она называет его «интерферометрическим модулятором», или iMoD. Это устройство позволит втрое увеличить яркость экрана по сравнению

с жидкокристаллическими дисплеями при одновременном уменьшении потребляемой энергии.

Элементы iMoD содержат два проводящих слоя — гибкую металлическую мембрану и тонкую пленку. Эти слои расположены между двумя листами стекла на расстоянии примерно 1 мкм друг от друга. Когда к элементу приложен электрический потенциал, металлическая мембрана притягивается к тонкой пленке и элемент окрашивается в черный цвет. Изменение потенциала меняет расстояние между слоями и, за счет явления интерференции, цвет элемента (он становится красным, зеленым или синим).

### **Выводы**

Как видно, в техническом плане технология OLED имеет очень высокий потенциал и предполагает очень широкий спектр при-

менения. Технология OLED имеет значительное преимущество по стоимости по сравнению с технологией производства жидкокристаллических матриц. Приборы OLED значительно меньше насыщены материалами, они требуют существенно меньшего количества технологических операций, поэтому потенциально себестоимость OLED устройств будет ниже, чем ЖК-дисплеев. Кроме того, при производстве OLED будут использоваться части инфраструктуры жидкокристаллических индикаторов, что сократит время на организацию выпуска.

Характерными являются на сегодняшний день такие параметры серийной продукции (на примере компании Samsung SDI): размер дисплея 21×16 мм, 256 цветов, время отклика 1 мс, цветонасыщенность 65%, яркость 100 нит и контрастность 100:1.

Область применения таких дисплеев довольно широка: от сотовых телефонов и ав-



**Рис. 9.** Слева — существующий дисплей

томагнитол до наשלемых индикаторов, дисплеев на лобовом стекле транспортных средств и осветительных приборов. При последующем развитии фосфоресцентных материалов приборы OLED могут стать не только эффективным средством отображения, но и тонкопленочным источником света, заменяя многочисленные лампы накаливания и дорогие большие неорганические светодиоды. Не исключено, что через пару лет жидкокристаллические TFT-дисплеи будут сменяться мониторами на базе OLED. Для подтверждения этого предположения достаточно сравнить потребительские свойства дисплеев сотовых телефонов (рис. 9).

Однако сейчас технология OLED действительно является лишь светлым будущим. По оценкам Stanford Resources, объем рынка дисплеев OLED в этом году составит \$112 млн, а к 2005 году достигнет \$736 млн. Соответствующие прогнозы для рынка дисплеев LCD составляют \$27,7 млрд и \$43,3 млрд, соответственно. ■