



Виктор Жданкин

## Плоскопанельные жидкокристаллические дисплеи повышенной яркости

Жидкокристаллические дисплеи становятся доминирующей составляющей на рынке средств визуализации информации. Особое место среди них занимают дисплеи, предназначенные для промышленных применений и работы в экстремальных условиях и в силу этого отличающиеся повышенной надёжностью, яркостью, устойчивостью к воздействию дестабилизирующих факторов. В данной статье делается обзор таких изделий фирм Planar, I-SFT Siemens, LiteMax, приводятся их технические характеристики, описываются особенности применения.

Стремительное развитие технологий производства плоскопанельных дисплеев в значительной мере обусловлено появлением новых приложений, для которых такие дисплеи идеально подходят. Прежде всего это мониторы ЭВМ и ноутбуки. Кроме того, в 2003 году был отмечен бурный рост популярности плоских телевизоров с большими диагоналями, выполненных на основе жидкокристаллических дисплеев (ЖКД с активной матрицей). Согласно прогнозам, в течение двух последующих лет европейские поставки плоскопанельных дисплеев (ППД) утратятся, причём в 2005 году половина рынка будет принадлежать ЖКД.

Жидкокристаллическая (ЖК) технология является одной из доминирующих на рынке устройств визуального отображения информации. Благодаря известным преимуществам перед плоскопанельными устройствами другого типа ЖК-панели также применяются в аэропортах и на вокзалах, в банках и на промышленных предприятиях, заменяя информационные табло на газоразрядных (плазменных) панелях и видеомониторы на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ). Более широким стало

их использование в традиционных областях: в POS-терминалах на предприятиях розничной торговли, в информационных киосках коммуникационных систем.

Для мест общественного доступа характерно наличие высокого уровня освещённости, а информационно-коммуникационное оборудование, установленное на улице, подвергается воздействию прямого солнечного света (до 107 600 люкс в яркий солнечный день). Всё это затрудняет считывание информации. Поэтому важным свойством дисплеев для таких условий применения является высокая яркость свечения. Специалисты считают, что для получения чёткого изображения при наружной установке дисплея яркость должна быть не менее 900 кд/м<sup>2</sup>.

В настоящее время неуклонно расширяется рынок дисплеев для промышленных применений и для работы в экстремальных условиях, а это, как известно, наиболее благоприятный момент для появления новых марок и новых производителей.

### Жидкокристаллические дисплеи фирмы PLANAR SYSTEMS

Компания Planar Systems (США) получила мировую известность благодаря своим надёжным, высококачественным электролюминесцентным плоскопанельным дисплеям для жёстких условий эксплуатации [1].

Осенью 2003 года Planar Systems представила ряд ЖКД с диагоналями 8,4", 12,1" и 15" на основе активной



Рис. 1. Внешний вид ЖКД LC15.ANN.1000 с яркостью свечения 1000 кд/м<sup>2</sup>

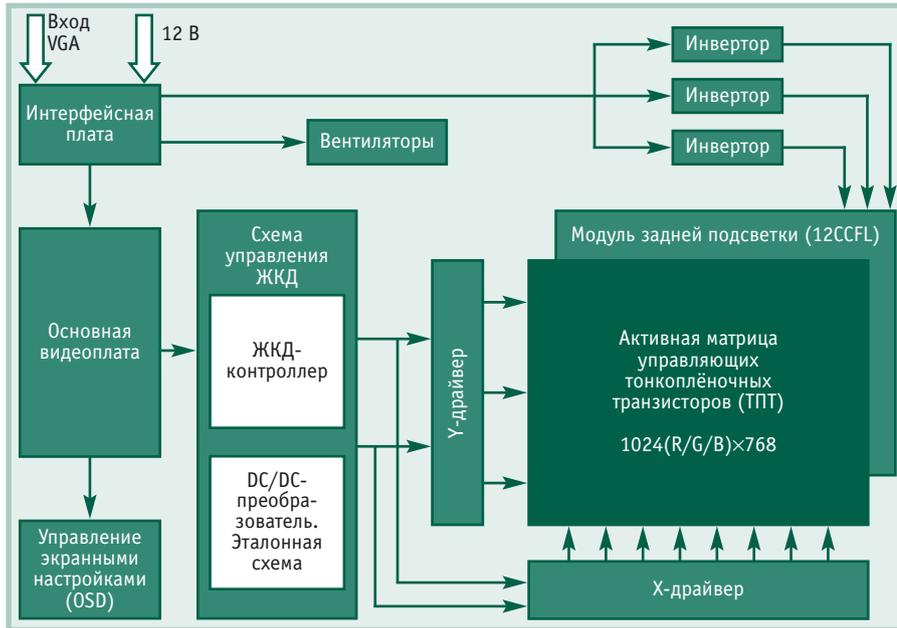


Рис. 2. Функциональная схема ЖКД LC15.ANN.1000

матрицы управляющих тонкоплёночных транзисторов, которые характеризуются высоким показателем яркости и широким углом обзора, что позволяет считывать изображение практически с любого направления фронтального пространства при прямом солнечном освещении.

Модель LC15.ANN.1000 (рис. 1) отличается малым временем отклика — 16 мс [2], что обеспечивает качественное воспроизведение динамически меняющегося изображения. Быстрое безынерционное воспроизведение исключает смазывание изображений подвижных объектов и многоконтурность. Среднее время безотказной работы (MTBF) ЖКД, рассчитанное для рабочей температуры 25°C при доверительном уровне 90%, составляет 20 000 часов. MTBF вентилятора системы принудительного воздушного охлаждения для таких же условий — 80 000 часов. Ресурс флуоресцентных ламп с холодным катодом (CCFL) системы задней подсветки определяется временем, в течение которого при рабочей температуре 25°C первоначальная яркость уменьшается в 2 раза; этот ресурс составляет 40 000 часов.

Функциональная схема дисплея LC15.ANN.1000 представлена на рис. 2.

Этот ряд ЖКД разработан на унифицированной конструкционной платформе и оптимизирован для применений в различных информационно-коммуникационных системах, таких как торговые терминалы, банкоматы, игровые автоматы, системы электронного голосования, информационные

киоски, системы управления и др. Необходимо отметить, что малогабаритные дисплеи LC08 (рис. 3) и LC12 (рис. 4) выделяют меньше тепла, чем соответствующие им по размеру экрана видеомониторы на ЭЛТ; это способствует повышению эксплуатационной надёжности конечных устройств, использующих ЖКД, а также позволяет разрабатывать для них более компактные конструкции или при том же объёме размещать дополнительное оборудование, такое, например, как считыватели биометрических параметров, принтеры, акустические системы и т.д.

Аббревиатура ANN в кодировке моделей дисплеев расшифровывается следующим образом: А — аналоговый вход; N — стандартный (normal) диапазон рабочих температур; N (No dimming) — отсутствие функции регулировки яркости. В 2004 году планируется начать поставки ЖКД LC15 с функцией регулировки яркости и модели LC17 (диагональ 17") с функцией регулировки яркости в зависимости от внешней освещённости, а также приступить к производству дисплеев LC15 с несколько меньшей яркостью свечения — 500 кд/м<sup>2</sup>.

Основные характеристики ЖКД с активной матрицей фирмы Planag приведены в табл. 1.

К дисплеям, предназначенным для установки в местах массового скопления людей, предъявляется ряд дополнительных требований.

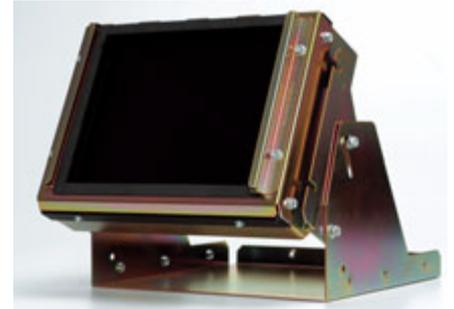


Рис. 3. Конструкция малогабаритного ЖКД LC08

- Дисплей является дорогостоящим устройством, которое должно быть защищено от случайных или намеренных повреждений. Следовательно, дисплей должен быть **вандалоустойчивым**. Для защиты от повреждений дисплеи фирмы Planag могут быть снабжены специальным стеклом, выполненным по технологии Contrast Enhancement Technology™ (CET); такое стекло защищает дисплей и увеличивает контрастность, тем самым улучшая визуальное восприятие изображения при ярком прямом свете.

- Дисплеи должны обеспечивать **отличное визуальное восприятие изображения** пользователем, что достигается высоким разрешением (XGA, SVGA), широким углом обзора, высокой яркостью.

- Дисплей должен быть не только надёжным, прочным, но и простым в применении, то есть должен иметь **удобный пользовательский интерфейс**. Поэтому системы отображения часто оборудуются сенсорными экранами — управление прикосновением не требует специальных навыков, сокращает время реакции пользователя, делает диалог с ним более простым и динамичным. ЖКД фирмы Planag по заказу снабжаются ёмкостными сенсорными экранами или экранами, использующими техноло-



Рис. 4. Внешний вид модели LC12 (яркость 1500 кд/м<sup>2</sup>)

## ЖКД с активной матрицей фирмы Planar

Технические характеристики	LC08	LC12	LC15.ANN.1000	LC40-EU	LC640.480.33-AC
Тип дисплея	Полноцветный TFT	Полноцветный TFT	Полноцветный TFT	TFT	Полноцветный TFT
Разрешение	SVGA (800×600), VGA	XGA (1024×768), SVGA, VGA	XGA (1024×768), SVGA, VGA	Wide-XGA (WXGA), 1280×768	VGA (640×480)
Размер рабочего поля	170,9×129,6 мм (диагональ 210 мм)	246×184,5 мм (диагональ 308 мм)	304×228 мм (диагональ 15")	862×517 мм (диагональ 40")	211,2×158,4 мм (диагональ 10,4")
Видеовход	Аналоговый: соединитель 15-контактный D-sub	Аналоговый: соединитель 15-контактный D-sub	Аналоговый: соединитель 15-контактный D-sub	Аналоговый: RGB (соединитель 15-контактный D-sub); цифровой: DVI (24-контактный DVI-D); видеокомпонитный (BNC); S-видео; компонентный (BNC)	18-битовый интерфейс, 34-контактный соединитель
Яркость (тип.)	1000 кд/м <sup>2</sup>	1500 кд/м <sup>2</sup>	1000 кд/м <sup>2</sup>	450 кд/м <sup>2</sup>	1000 кд/м <sup>2</sup>
Однородность яркости (равномерность свечения)	Не менее 70% (по сравнению с яркостью в центре экрана)	Не менее 40% (по сравнению с яркостью в центре экрана)	Не менее 78% (по сравнению с яркостью в центре экрана)	—	Не менее 70% (по сравнению с яркостью в центре экрана)
Контрастность	250:1	300:1	350:1	500:1	150:1
Угол обзора	100° по горизонтали, +30°/–50° по вертикали	100° по горизонтали, 50° по вертикали	160° по горизонтали, 109° по вертикали	170° по горизонтали и по вертикали	140° по горизонтали, +40°/–60° по вертикали
Время электрооптического отклика (тип.)	—	—	16 мс (включение и выключение пиксела)	22 мс (включение и выключение пиксела)	25 мс (включение пиксела), 45 мс (выключение пиксела)
Потребляемая мощность (тип.)	40 Вт	54 Вт	48 Вт	220 Вт (в дежурном режиме 12 Вт)	32 Вт (макс.) с учетом системы задней подсветки
Номинальное напряжение питания/ток потребления	+12 В/3,3 А	+12 В/4,5 А	+12 В/4,5 А	—	+5 В, +12 В (модуль задней подсветки)
Габаритные размеры	245×180×110 мм	340×310×105 мм	333×262×78 мм	941×601×120 мм	272,3×199,9×27 мм
Масса	2,5 кг	5 кг	3 кг	20 кг	0,9 кг
Диапазон рабочих температур	0...+60°C	0...+60°C	0...+50°C	5...+35°C	–10...+70°C (сохраняет работоспособность во включенном состоянии при –20...+80°C)
Диапазон температур хранения	–20...+60°C	–20...+60°C	–20...+60°C	–20...+60°C	–25...+85°C
Допустимая относительная влажность (в рабочем состоянии)	До 95% без конденсации влаги	До 95% без конденсации влаги	До 85% без конденсации влаги	30...85%/10...85% без конденсации влаги	До 95% без конденсации влаги
Устойчивость к синусоидальной вибрации (в рабочем состоянии)	0,9g, 10...200 Гц	0,9g, 10...200 Гц	0,25g, 10...500 Гц 0,002g <sup>2</sup> /Гц (случайная)	—	0,02g <sup>2</sup> /Гц, 5...500 Гц, 30 мин (по каждой оси)
Устойчивость к синусоидальной вибрации (в нерабочем состоянии)	—	0,02g <sup>2</sup> /Гц (случайная)	0,75g, 10...500 Гц 0,0082g <sup>2</sup> /Гц (случайная)	—	—
Ударопрочность	30g, 2,5 мс (полусинусоида)	30g, 2,5 мс (полусинусоида)	30g, 11 мс (полусинусоида)	—	100g, 6 мс (полусинусоида) 3 удара по поверхности
Комплект для охлаждения	2 вентилятора с термостатом и воздухопроводом	4 вентилятора	По заказу: 3 вентилятора с термостатом и воздухопроводом	—	—
Источник питания	80-ваттный источник питания, сетевой шнур (по заказу)			Источник питания включён в комплект поставки	—
Стекло вандалоустойчивое со свойством повышения контрастности	Вандалоустойчивое стекло, выполненное по технологии CET; заказной сенсорный экран	Вандалоустойчивое стекло, выполненное по технологии CET; заказной сенсорный экран	Вандалоустойчивое стекло, выполненное по технологии CET; сенсорный экран: ёмкостный и NFI (Near Field Imaging — «образ ближнего поля»)	Доступны антибликовые и антиотражающие стекла	—

гию NFI (Near Field Imaging — «образ ближнего поля»).

- Дисплеи могут быть установлены в различных местах, в том числе на улице или в производственном помещении, где им приходится **выдержи-**

**вать значительные изменения температуры, влажности, повышенное содержание пыли и воздействие яркого солнечного света.** В силу этого дисплеи должны отвечать довольно высоким требованиям по ударной и

вибрационной прочности, иметь расширенный диапазон температур работы и хранения, сохранять работоспособность в особых условиях повышенной влажности и запылённости, создавать изображение, воспри-

нимаемое при высоком уровне внешней освещённости, и т.д.

- Дисплеи должны **легко интегрироваться в информационную систему**. Модели ЖКД LC08, LC12, LC15 поставляются (по заказу) в комплекте с источником питания и сетевым шнуром.

### Технология СЕТ

Подробнее расскажем о патентованной технологии повышения контрастности СЕТ. Известно, что каждый слой внутренней структуры экрана дисплея создаёт отражения, а отражения уменьшают контрастность. При сильной внешней засветке качество изображения ухудшается, насыщенность цветов снижается. Антиотражающие (anti-reflective) и антибликовые (anti-glare) покрытия в известной мере могут тут помочь, но они не способны компенсировать понижение контрастности, которое имеет место при солнечной прямой засветке и зеркальном отражении внешнего света, характерных для случая установки оборудования на улице или в ярко освещённых помещениях. Вандалоустойчивое стекло, созданное специалистами фирмы Planag с использованием технологии СЕТ, не только защищает дисплей от механиче-



**Дисплеи LC08 широко применяются в составе информационных киосков и банкоматов**

ских повреждений, но и за счёт специальной плёнки с особыми оптическими свойствами повышает контрастность в 1,5 раза по сравнению с обычным вандалоустойчивым стеклом в условиях прямого солнечного освещения (яркость 2000 footlambert, 1 footlambert = 3,4 кд/м<sup>2</sup>). При этом наблюдается незначительное уменьшение яркости, а вот угол обзора не меняется. Образуя внутри стекла слой, который уменьшает внутренние отражения, плёнка СЕТ увеличивает в определённых пределах контрастность изображения без увеличения яркости све-

чения модуля задней подсветки дисплея. Это повышает ресурс ламп задней подсветки и ЖКД в целом, а также позволяет получать чёткое и яркое изображение, хорошо считываемое даже при сильном внешнем освещении и практически под любым фронтальным углом. Меньшая яркость свечения ламп задней подсветки при требуемой контрастности изображения приводит к снижению количества выделяемого тепла и величины потребляемой мощности, а это увеличивает общую надёжность ЖКД и уменьшает эксплуатационные расходы. Помимо этого, плёнка СЕТ поглощает инфракрасное излучение, уменьшая тепловое влияние на дисплей прямого солнечного света, что также способствует увеличению срока службы дисплея. Стекло, изготовленное по технологии СЕТ, может применяться и с сенсорными экранами, обеспечивающими интерактивный интерфейс.

В зависимости от условий конкретного применения фирма Planag наряду с технологией СЕТ может предложить множество других решений на базе антиотражающих покрытий, изготовленных по заказным размерам и из различных материалов.

### Система задней подсветки

Необходимо отметить, что ЖКД сам по себе не создаёт свечения, а формирует изображение за счёт управления потоком проходящего или отражаемого света. Большинство ЖКД, предназначенных для отображения видеoinформации с высокой плотностью и рассчитанных на просмотр в направлении, перпендикулярном плоскости экрана, позволяют добиться наиболее качественного изображения при подсветке экрана сзади. Поэтому параметры современных цветных ЖКД во многом определяются характеристиками модуля задней подсветки (backlight), а жидкокристаллический экран является всего лишь модулятором для потока света, формируемого источником задней подсветки. От параметров экрана зависит динамика изображения, угол обзора и частично цветопередача, а всё остальное — яркость, насыщенность и равномерность цвета — обеспечивает модуль задней подсветки [3], [4], [5]. При использовании ЖКД на основе активной матрицы управляющих тонкоплёночных транзисторов в информационных киосках, мультимедийных приложениях, промышленных применениях от системы задней подсветки требуется большой ресурс работы и однородность свечения по всей площади экрана. Яркость, обеспечиваемая системой задней подсветки, должна быть не менее  $5000 \text{ кд/м}^2$ , так как большая часть света теряется за счёт поглощения слоями внутренней структуры ЖКД (поляризаторы, подложка тонкоплёночного транзистора, матричные цветные светофильтры).

Основное подсвечивающее устройство современных ЖКД состоит из инвертора, управляющего флуоресцентной лампой с холодным катодом (cold-cathode fluorescent tube — CCFT). Понятие «холодный катод» означает, что для «поджига» лампы не используются накальные цепи; как такового нет и катода — оба электрода равноправны, поскольку лампа работает на переменном токе. Тип разряда в лампах — дуговой, ток в цепи — несколько мА, поэтому электроды и вся колба лампы нагреваются [3].

Для обеспечения равномерности свечения лампы, входящие в одну систему задней подсветки, подбираются с одинаковой яркостью. Однако даже в этом случае равномерность свечения системы задней подсветки имеет величину порядка 80% (для ЖКД с диагоналями не более 15" это значение меньше).

Помимо этого, в конструкции системы задней подсветки используется специальный рассеиватель, на котором, кстати, тоже теряется часть световой энергии.

Многие фирмы, включая Planag, постоянно оптимизируют конструкцию модуля задней подсветки, используя более совершенные лампы, разрабатывая новые схемы инверторов напряжения и добиваясь значительного улучшения цветовой гаммы, увеличения яркости и равномерности свечения, а также и уменьшения толщины дисплея. Примером такого подхода к разработке ЖКД является модель LC640.480.33-AC (табл. 1).



Рис. 5. Внешний вид дисплея LC640.480.33-AC со встроенным датчиком освещённости (типичная яркость в центре экрана  $1000 \text{ кд/м}^2$ , минимальная яркость  $900 \text{ кд/м}^2$ )

### Примеры модулей ЖКД

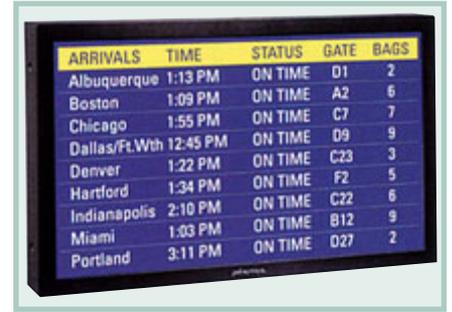
На рис. 5 показан внешний вид ЖКД LC640.480.33-AC. В качестве основы в нём использован стандартный ЖКД фирмы Sharp LQ10D421 с диагональю 10,4". Применение 10 ламп CCFT собственной разработки и инвертора позволило получить яркость  $1000 \text{ кд/м}^2$ , световую отдачу  $45 \text{ кд/Вт}$ , однородность яркости по сравнению с яркостью в центре экрана 70% (мин.), контрастность 150:1. Такая яркость обеспечивает высокий контраст при сильном внешнем освещении даже в случае сенсорного экрана с низким коэффициентом пропускания света. Дисплей предназначен для применений в наружных информационных киосках, а устойчивость к вибрационным и ударным воздействиям позволяет использовать его в промышленных условиях, например на транспорте. Автоматическое регулирование яркости (automatic brightness control — ABC) в зависимости от внешней

освещённости обеспечивает оптимальное качество изображения для конкретных условий применения, что способствует увеличению ресурса системы задней подсветки. Среднее значение времени до понижения яркости системы задней подсветки в два раза составляет 100 000 часов, а подтверждённое время безотказной работы (MTBF) — более 30 000 часов с доверительным уровнем 90% при 25°C. Автоматическая система производит выключение дисплея при чрезвычайно низких и высоких температурах, гарантируя безопасную эксплуатацию. Стандартный интерфейс обеспечивает простое подключение к видеоплатам, поддерживающим плоскочелюстные дисплеи (ППД), и процессорным платам со встроенными видеоконтроллерами с поддержкой ППД.

Более подробные сведения о технических характеристиках и применении дисплея LC640.480.33-AC приведены в [6].

В качестве информационного дисплея для больших помещений аэропортов, вокзалов, центров управления и т.п. предлагается ЖКД LC40 (-EU) с диагональю 40" (рис. 6). Данный ЖКД способен конкурировать с занимающими этот сегмент рынка газоразрядными

панелями, или, как их чаще называют в зарубежной литературе, плазменно-дисплейными панелями (plasma display panels — PDP). LC40 имеет широкоформатный экран с отношением сторон (апексом) 16:9 и разрешением 1280×768 пикселей (Wide-XGA). В отличие от газоразрядных панелей (ГРП), у которых яркость свечения люминофора снижается в процессе эксплуатации вследствие эффекта «выгорания», возникающего, как правило, из-за длительных показов статических изображений, ЖКД сохраняют свои яркостные свойства в течение всего срока службы системы задней подсветки. При этом лампы задней подсветки в ЖКД характеризуются вдвое большим по сравнению с ГРП сроком службы, который для LC40 составляет 50 000 часов. Другими преимуществами ЖКД являются повышенное разрешение и более высокая яркость (450 кд/м<sup>2</sup> у LC40 и 150...350 кд/м<sup>2</sup> у ГРП), а также примерно на 40% меньшее энергопотребление. Однако ЖКД уступают ГРП по времени оптического отклика и цветовой гамме. Поэтому ГРП являются идеальными экранами для воспроизведения динамически меняющихся изображений (например, для просмотра



ARRIVALS	TIME	STATUS	GATE	BAGS
Albuquerque	1:13 PM	ON TIME	D1	2
Boston	1:09 PM	ON TIME	A2	6
Chicago	1:55 PM	ON TIME	C7	7
Dallas/Ft. Worth	12:45 PM	ON TIME	D9	9
Denver	1:22 PM	ON TIME	F2	5
Hartford	1:34 PM	ON TIME	C23	3
Indianapolis	2:10 PM	ON TIME	B12	9
Miami	1:03 PM	ON TIME	D27	2
Portland	3:11 PM	ON TIME		

Рис. 6. Внешний вид крупноформатного дисплея LC40 (диагональ 40", апекс 16:9, яркость 450 кд/м<sup>2</sup>, время отклика 22 мс)

видеофильмов), а ЖКД хороши для вывода статических изображений. Но благодаря 22-миллисекундному времени отклика, углу обзора 170° в вертикальной и горизонтальной плоскостях, разрешению WXGA, высокому контрасту 500:1 и яркости 450 кд/м<sup>2</sup>, а также возможности воспроизведения 16,7 млн. цветов дисплей LC40 способен обеспечить качество изображения, требуемое для DVD. Дисплей LC40 имеет несколько видов видеоинтерфейсов: аналоговый, цифровой DVI, видеокompозитный, S-видео, компонентный.

### ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ДИСПЛЕИ ФИРМЫ LITEMAX ELECTRONICS

Фирма LiteMax Electronics основана в августе 2000 года, но уже широко известна как производитель систем задней подсветки, обеспечивающих высокую яркость свечения (Very High Brightness — VHB), ЖКД со сверхвысокой яркостью, ЖК-телевизоров. Основная технология создания системы задней подсветки VHB, разработанная основателями фирмы, доминирует в США с 1993 года и получила высокую оценку таких потребителей специальных систем задней подсветки для ЖКД, как Sharp, NEC, Mitsubishi, Toshiba, Hitachi, Philips и Samsung. Эта фирменная технология обеспечивает свечение ЖКД с яркостью от 800 до 2000 кд/м<sup>2</sup>.

Главной задачей фирмы LiteMax является серийное производство современных ЖКД с очень высокой яркостью. Для решения этой задачи фирма располагает мощными научно-исследовательскими и производственными подразделениями. Её изделия находят применения в ЖК-телевизорах, мультимедийных ЖКД, торговых терминалах, информационных киосках, настенных дисплейных панелях. Технология создания систем задней подсветки

Активно-матричные ЖКД серии LF фирмы LiteMax Electronics

Технические характеристики	LF1041	LF1051	LF1203A	LF1501A	LF1503A	LF1511A	LF1710A	LF1711A	LF2011A	LF2213
Размер по диагонали, дюйм	10,4	10,4	12,1	15	15	15	17	17	20,1	22,1
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	1200	1300	800	1700	800	1700	1000	700	1000	1000
Шаг пиксела, мм	0,264×0,264	0,2055×0,2055	0,3075×0,3075	0,297×0,297	0,297×0,297	0,297×0,297	0,264×0,264	0,264×0,264	0,51×0,51	0,294×0,294
Разрешающая способность (макс.), пиксел	800×600	1024×768	800×600	1024×768	1024×768	1024×768	1280×1024	1280×1024	800×3×600	1600×1024
Контрастность	170:1	450:1	200:1	450:1	350:1	350:1	300:1	300:1	500:1	600:1
Размер рабочего поля, мм	211,2×158,4	210,432×157,824	246×184,5	304,1×228,1	304,1×228,1	304,1×228,1	337,92×270,336	337,92×270,336	408×306	542×375
Время электро-оптического отклика, мс	15	34	25	40	40	40	25	25	22	35,3
Количество воспроизводимых цветов	262144	262144	262144	16,7 млн.						
Угол обзора, градус	+65/-65 по горизонтали, +55/-55 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +80/-80 по вертикали	+65/-65 по горизонтали, +55/-55 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +80/-80 по вертикали	+70/-70 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+70/-70 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+85/-85 по горизонтали, +85/-80 по вертикали	+85/-85 по горизонтали, +85/-80 по вертикали
Потребляемая мощность, Вт	25	21,7	31	52,5	48	51,5	62	58	66	80
Габаритные размеры (Ш×В×Г), мм	283×184×11	255×186×11	283×213×24,5	350×266,5×27	350×266,5×27	326×252×26	383×306×22,2	383×306×22,2	448×347×27,6	542×376×23

ки VNB для полноцветных активно-матричных ЖКД является фирменным know-how, распространяющимся на

применяемые материалы, технологию производства ламп с холодным катодом, специально разработанные

ШИМ-инверторы напряжения, обеспечивающие широкий диапазон регулирования яркости 200:1 (стандартный диапазон регулирования — 4:1) и низкую потребляемую мощность.

### ЖКД серий LF и LH

ЖКД серий LF и LH имеют следующие общие характеристики:

- высокая яркость,
- высокий контраст,
- малое время отклика,
- широкий угол обзора,
- надёжная система задней подсветки с лампами CCFT,
- управление, оптимизирующее энергопотребление.

В табл. 2 и 3 приведены основные технические характеристики дисплеев серий LF и LH.

ЖКД серии LF (рис. 7) представляет собой комплект стандартной ЖК-панели (применяются TFT ЖК-панели фирм Sharp, Samsung, NEC, AU Optoelectronics, Hydys) и системы задней подсветки VNB фирмы LiteMax (лампы CCFT и инвертор). Такие дисплеи предназначены для заказчиков, которые встраивают их в свои системы и адаптируют для конкретного применения, с этой целью, например, разрабатывая плату управления или используя инвертор собственной разработки для оптимизации параметров функционирования ламп CCFT.

Таблица 3

## Активно-матричные ЖКД серии LH фирмы LiteMax Electronics

Технические характеристики	LH1041	LH1201A	LH1203A	LH1501A	LH1503A	LH1511	LH1513	LH1710	LH1711A	LH1731	LH1811	LH2011
Размер по диагонали, дюйм	10,4	12,1	12,1	15	15	15	15	17	17	17	18,1	20,1
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	1200	1250	800	1700	800	1700	800	1000	700	700	700	1000
Шаг пиксела, мм	0,264×0,264	0,3075×0,3075	0,3075×0,3075	0,297×0,297	0,297×0,297	0,297×0,297	0,297×0,297	0,264×0,264	0,264×0,264	0,264×0,264	0,2805×0,2805	0,51×0,51
Разрешающая способность, пиксел	800×600	800×600	800×600	1024×768	1024×768	1024×768	1024×768	1280×1024	1280×1024	1280×1024	1280×1024	800×3×600
Контрастность	170:1	200/180:1	200/180:1	450/350:1	450/350:1	350:1	350:1	300:1	300:1	300:1	600:1	500:1
Размер рабочего поля, мм	211,2×158,4	246×184,5	246×184,5	304,1×228,1	304,1×228,1	304,1×228,1	304,1×228,1	337,92×270,336	337,92×270,336	337,92×270,336	359×287,2	408×306
Время электро-оптического отклика, мс	15	25	25	40	40	40	40	25	25	25	25	22
Количество воспроизводимых цветов	262144	262144	262144	16,7 млн.								
Угол обзора, градус	+65/-65 по горизонтали, +55/-55 по вертикали	+70/-70 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +80/-80 по вертикали	+85/-85 по горизонтали, +85/-80 по вертикали								
Видеовход	Аналоговый (RGB)											LVDS
Синхронизация	ТТЛ (полож./отр.)							LVDS	LVDS	LVDS	LVDS	LVDS
Тип сигнального соединителя	15-контактный D-sub, DVI	15-контактный D-sub	15-контактный D-sub	15-контактный D-sub	15-контактный D-sub	15-контактный D-sub, DVI	15-контактный D-sub, DVI	15-контактный D-sub	15-контактный D-sub	15-контактный D-sub, DVI	15-контактный D-sub, DVI	15-контактный D-sub, DVI
Вход S-видео, соединитель AV	Стандартно	По заказу	По заказу	По заказу	По заказу	Стандартно	Стандартно	По заказу	По заказу	Стандартно	Стандартно	Стандартно
Потребляемая мощность, Вт	30	35 (без адаптера); 32 (с адаптером)	35 (без адаптера); 32 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	65 (без адаптера); 65 (с адаптером)	65 (без адаптера); 65 (с адаптером)	70 (без адаптера); 70 (с адаптером)	90	58

Необходимо отметить, что штатные инверторы специально оптимизированы для управления работой ССФТ. Инвертор LI330A, применяемый в ЖКД LF1811, осуществляет регулирование яркости методом широтно-импульсной модуляции (ШИМ) в диапазоне 200:1 (от 700 до 3,5 кд/м<sup>2</sup>). Яркость свечения ламп 700 кд/м<sup>2</sup> позволяет воспринимать изображение на дисплее при прямом солнечном свете. Для достижения такого значения яркости необходимо между электродами ламп приложить напряжение 640 В (среднеквадратическое значение), ток лампы



Рис. 7. Внешний вид комплекта дисплея серии LF (ЖК-панель и плата инвертора)

при этом равен 4,5 мА (среднеквадратическое значение). Всего в системе задней подсветки ЖКД LF1811 установлено 15 ламп. Так как инвертор имеет КПД 75-80%, общая мощность входного напряжения постоянного тока инвертора лежит в диапазоне от 54 до 58 Вт. При уменьшении яркости потребляемая мощность снижается. Более подробные сведения о применении инверторов LI200, LI220, LI320 приведены в [7].

Для повышения надёжности ЖКД необходимо оптимизировать тепловой режим эксплуатации устройства. Например, при полной яркости свечения потребляемая мощность ЖКД LF1811 равна примерно 43 Вт. В этом случае температура экрана дисплея может быть выше нормальной. Чтобы она оставалась в пределах температурных спецификаций ЖКД LQ181E1LW31 Sharp, необходимо обеспечить рассеивание тепла. Рост температуры экрана при предельной потребляемой мощности сильно зависит от способа установки ЖКД в системе. Например, при работе LF1811 с полной яркостью на

открытом месте при неподвижном воздухе среднее значение температуры поверхности экрана выше температуры окружающего воздуха на 13...18°. Наибольший рост температуры обычно отмечается при горизонтальной установке ЖКД. В том случае когда дисплей установлен вертикально, часть тепла поднимается вверх и рассеивается в окружающем пространстве. Если ЖКД установлен в рамке, проводящей тепло (кондуктивное охлаждение), или используются охлаждающие вентиляторы (принудительное воздушное охлаждение), температура нагревания экрана может быть значительно снижена.

Температуру экрана ЖКД при полной яркости свечения необходимо измерять в реальных условиях эксплуатации, во встроеном состоянии или в окружении системного оборудования (в зависимости от способа применения); только по полученным таким образом данным можно выбрать соответствующие способы отвода тепла для обеспечения нормального теплового режима устройства.



Рис. 8. ЖКД LH1501 на выставочном стенде ПТА-2003

Если расчёт теплового режима затруднён или сложно осуществить отвод тепла в конкретных условиях, следует эксплуатировать ЖКД при эмпирически выбранной пониженной яркости, чтобы уменьшить мощность, потребляемую системой задней подсветки. Например, если ШИМ-инвертор L1330A установлен в режим работы с коэффициентом заполнения 60%, то при этом яркость свечения составляет примерно  $400 \text{ кд/м}^2$ , потребляемая мощность системы задней подсветки уменьшается примерно на 40% и в результате пропорционально сокращается количество выделяемого тепла.

Для ЖКД LF1811 среднее время до понижения яркости в два раза составляет 25 000 часов. Ресурс системы задней подсветки главным образом определяется ресурсом ламп. В свою очередь ресурс ламп в значительной степени зависит от тока лампы. Значение тока лампы системы задней подсветки дисплея LF1811 при полной яркости свечения равно 4,8 мА. Именно для случая постоянной эксплуатации дисплея при таком значении тока лампы и указан ресурс 25 000 часов.

В реальных применениях весьма вероятно, что дисплей устанавливается на более низкое значение яркости при слабом внешнем освещении. Например, если ЖКД LF1811 постоянно эксплуатируется с яркостью  $500 \text{ кд/м}^2$ , ток лампы уменьшается до 3,4 мА, а её ресурс увеличивается до 50 000 часов. Поэтому реальный срок службы системы задней подсветки VNB дисплея LF1811 в большинстве случаев существенно превысит 25 000 часов.

Кроме того, необходимо отметить, что некоторые заказчики устанавливают модуль задней подсветки VNB и инвертор дисплея серии LF в собственные конструктивы. При этом необ-

ходимо учитывать следующее обстоятельство: инвертор формирует высокое напряжение, поэтому существует ограничение на размер воздушного зазора между ним и деталями конструктива. Во избежание пробоя этот зазор должен быть, как правило, больше 4 мм [8].

В состав комплекта поставки ЖКД серии LH (рис. 8) входят ЖК-панель, инвертор, плата управления дисплеем, плата управления экранными настройками (OSD), плата подключения к интерфейсу VGA. Часть моделей оснащается входом S-видео. По заказу ЖКД серии LH дополнительно оснащаются датчиком освещённости; некоторые модели этой серии имеют интерфейс LVDS. С задней стороны дисплеев расположены выключатель питания и кнопки управления OSD. Функции OSD включают в себя вертикальное и горизонтальное центрирование изображения, а также регулировку яркости, контрастности, цветности, фазировки и синхронизации сигнала. Сборка изделия осуществляется в соответствии с инструкциями по сборке и установке. При эксплуатации необходимо обеспечи-

вать нормальный тепловой режим работы ЖКД.

Фактически дисплеи серии LH отличаются от ЖКД серии LF наличием плат управления и более широкими возможностями по настройке изображения.

**Активно-матричные ЖКД серии LD**

ЖКД серии LD (рис. 9) представляют собой законченное решение на базе описанных дисплейных комплектов, помещённых в прочный корпус чёрного или серебристого цвета. Основные технические характеристики ЖКД серии LD приведены в табл. 4. Дисплеи подключаются к интерфейсу VGA 15-контактным соединителем. Поставляются модели с входом S-видео, элементами управления на передней и задней панели, а также закалённым передним стеклом, сенсорным экраном и датчиком внешней освещённости.

Яркость свечения ЖКД VNB превышает 1200 кд/м<sup>2</sup>. Так как это чрезвычайно ярко, применяется датчик внешней освещённости автоматической ре-



Рис. 9. Внешний вид конструкции ЖКД LD1501

гулировки яркости, что позволяет эксплуатировать ЖКД как в наружных установках, так и в помещениях. Схема автоматической регулировки яркости реализована на плате управления LCN101. Причём LCN101 может применяться с любой другой платой управления, так как использует стандартный интерфейс.

Датчик освещённости по существу является чувствительным к свету резистором. Изменение его сопротивления, определяемое перепадами внешней освещённости, вызывает изменение яркости свечения экрана ЖКД. АЦП (MAX1109) преобразует аналоговый сигнал от датчика в четырёхрядный сигнал, на основе которого микроконтроллер (например 8051) осуществляет регулировку. Обычно яркость свечения панели увеличивается при росте внешней освещённости и уменьшается в противном случае [9].

При эксплуатации ЖКД серии LD необходимо особое внимание уделять выбору средств обеспечения теплового режима.

Интересна новая модель LD2011 (рис. 10). Выполненный в алюминиевом корпусе со встроенной дублированной системой принудительного воздушного охлаждения (в качестве нагнетателей применяются вентиляторы) дисплей LD2011 способен обеспечить отличное качество изображения с разрешением 800×600 (макс.), временем электрооптического отклика 22 мс

Таблица 4

Активно-матричные ЖКД серии LD фирмы LiteMax Electronics

Технические характеристики	LD1041	LD1201	LD1203	LD1501	LD1503	LD1511	LD1513	LD1710	LD1711	LD1731	LD2011
Размер по диагонали, дюйм	10,4	12,1	12,1	15	15	15	15	17	17	17	20,1
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	1200	1250	800	1700	800	1700	800	1000	700	700	1000
Шаг пиксела, мм	0,264×0,264	0,3075×0,3075	0,3075×0,3075	0,297×0,297	0,297×0,297	0,297×0,297	0,297×0,297	0,264×0,264	0,264×0,264	0,264×0,264	0,51×0,51
Разрешающая способность, пиксел	800×600	800×600	800×600	1024×768	1024×768	1024×768	1024×768	1280×1024	1280×1024	1280×1024	800×600
Контрастность	170:1	200/180:1	200/180:1	450:1	450:1	350:1	350:1	300:1	300:1	300:1	500:1
Размер рабочего поля, мм	211,2×158,4	246×184,5	246×184,5	304,1×228,1	304,1×228,1	304,1×228,1	304,1×228,1	337,92×270,336	337,92×270,336	337,92×270,336	408×306
Время электрооптического отклика, мс	15	25	25	40	40	40	40	25	25	25	22
Количество воспроизводимых цветов	262144	262144	262144	16,7 млн.							
Угол обзора, градус	+65/-65 по горизонтали, +55/-55 по вертикали	+70/-70 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+80/-80 по горизонтали, +70/-70 по вертикали	+85/-85 по горизонтали, +85/-80 по вертикали					
Видеовход	Аналоговый RGB										
Тип сигнального соединителя	15-контактный D-sub					15-контактный D-sub, DVI					
Вход S-видео, соединитель AV	По заказу					Стандартно		По заказу			Стандартно (TV-тюнер по заказу)
Потребляемая мощность, Вт	30	35 (без адаптера); 32 (с адаптером)	35 (без адаптера); 32 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	56,5 (без адаптера); 55 (с адаптером)	65 (без адаптера); 65 (с адаптером)	65 (без адаптера); 65 (с адаптером)	65 (без адаптера); 65 (с адаптером)	80 (без адаптера); 90 (с адаптером)
Габаритные размеры, мм	340×228×48,3	338×278×59,3	338×278×59,3	389×71×52,1	389×71×52,1	389×317×52,1	389×317×52,1	436×373×54,1	436×373×54,1	436×373×54,1	483×413,6×62
Масса, кг	2,76	2,97	2,97	3,92	3,92	3,92	3,92	4,86	4,86	4,86	8,08



Рис. 10. Внешний вид новой модели LD2011AG фирмы LiteMax (размер диагонали 20,1", яркость 1000 кд/м<sup>2</sup>, контрастность 500:1, время отклика 22 мс, общий угол обзора по горизонтали 165°)

(тип.) и количеством воспроизводимых цветов 16,7 млн. даже при прямом солнечном свете.

Яркость дисплея 1000 кд/м<sup>2</sup> (стандартные модели имеют яркость 450 кд/м<sup>2</sup>) обеспечивает насыщенность цвета, широкий угол обзора (общий угол по горизонтали 165°) и контраст 500:1. Ресурс системы задней подсветки составляет 50 000 часов. В то время как яркость обычного ЖКД постепенно уменьшается, модель LD2011 предоставляет возможность плавно увеличивать яркость для сохранения качества отображения информации на дисплее.

Дисплей оснащён входами VGA, AV, S-видео и TV- тюнером (по заказу) для приёма телевизионных каналов. Входы могут коммутироваться посредством пульта дистанционного управления. Пользователь имеет возможность открыть небольшое окно для просмотра телевизионных программ или качественных видеозаписей на DVD в режиме VGA (picture in a picture — PIP). Две акустические системы с сабвуфером (отдельный низкочастотный динамик), обладая выходной мощностью 5 Вт, способны обеспечить отличное воспроизведение звука в общественных местах. LD2011 может быть установлен на железнодорожных вокзалах и автобусных станциях, в аэропортах, универсамах, музеях, гостиницах и многих других местах.

### Области применения ЖКД фирмы LiteMax

Благодаря высокой яркости, надёжности и устойчивости к внешним факторам ЖКД фирмы LiteMax находят много разнообразных применений в составе таких устройств и систем, как

- панельные ПК;
- кассовые терминалы;

- информационные киоски;
- жидкокристаллические телевизоры (бытовые, студийные, бортовые, Web-TV);
- навигационные системы;
- игровые автоматы;
- системы управления производственными процессами;
- системы управления полётами;
- развлекательные системы на борту авиалайнеров, пассажирских поездов и автобусов и т.д.

### ЖКД ФИРМЫ I-SFT™ SIEMENS ДЛЯ РАБОТЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Немецкая компания I-SFT™ Siemens предложила для ППД новую промышленную технологию a-Si TFT LCD (amorphous-Silicon Thin Film Transistor LCD — жидкокристаллические дисплеи на поликремниевых тонкоплёночных транзисторных структурах). Благодаря ей созданы дисплеи серии I-SFT (Industrial Siemens Flatpanel Technology), которые работают при температурах -31...+85°С. Среднее значение времени до понижения яркости в два раза составляет 50 000 часов, а у модели I-SFT 60.15XP этот показатель достигает 100 000 часов. Дисплеи выдерживают удары с ускорением до 100g (11 мс) и вибрацию в диапазоне частот от 5 до 150 Гц при виброускорении 3g.

ЖКД серии I-SFT (рис. 11) предназначены для применений в таких областях, как железнодорожный транспорт, морские буровые установки, наружные торговые точки, информационные киоски, промышленные системы управления, авиационные приборы, оборудование для морских судов и специальных транспортных средств и многие другие, требующие высоких показателей яркости, прочности конструкции, термостойкости.

Необходимо отметить модель I-SFT 60.15XP, у которой в модуле задней подсветки применяются лампы, не содержащие ртути. Вместо паров ртути используется инертный газ. Лампа представляет собой конструкцию в виде двух плоскопараллельных стёкол, между которыми создан наполненный газом зазор. Физика работы этой лампы и ламп с холодным катодом



Рис. 11. Дисплей I-SFT 50i.M, работающий под управлением процессорной платы CPU686E фирмы Fastwel

сходна. Высокое переменное напряжение, приложенное между двумя плоскими электродами, вызывает ионизацию газа, пробой зазора и дуговой разряд. Возбуждённые в результате разряда тяжёлые ионы газа испускают ультрафиолет, который, поглощаясь слоем люминофора, преобразуется в видимое излучение. Основные характеристики дисплеев серии I-SFT представлены в табл. 5. Принцип работы ЖКД серии I-SFT, методика и примеры подключения освещены в [10].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремительное развитие технологий производства плоскопанельных дисплеев в значительной мере обусловлено появлением новых приложений, для которых они идеально подходят.

Развитие сетей информационных киосков, устанавливаемых на улице или в общественных местах с сильным внешним освещением, стимулировало разработку ЖКД с высокой яркостью (до 2000 кд/м<sup>2</sup>). За счёт использования более совершенных систем задней подсветки удаётся значительно улучшить цветовую гамму, увеличить яркость, уменьшить толщину и существенно повысить ресурс дисплеев.



ЖКД с активной матрицей на низкотемпературных поликремниевых тонкоплёночных транзисторных структурах фирмы I-SFT Siemens

Технические характеристики	I-SFT 50i.2	I-SFT 50i.M	I-SFT 75i	I-SFT 100i.10X	I-SFT 60.15XP	I-SFT 160i.15X
Разрешающая способность, пиксел	640×480	640×480	640×480	1024×768	1024×768	1024×768
Количество воспроизводимых цветов	256K	256K	256K	256K	16 млн.	16 млн.
Размер по диагонали, дюйм	10,5	10,5	10,5	10,4	15	15
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	500	500	720	1000	800	1600
Регулировка яркости	1:250	1:250	1:250	1:1000	1:5	1:1000
Среднее значение времени до понижения яркости в два раза, ч	50 000	50 000	50 000	более 35 000	100 000	более 50 000
Контрастность	250:1	250:1	400:1	250:1	400:1	350:1
Угол обзора, градус	45/80 по вертикали, 80/80 по горизонтали	45/80 по вертикали, 80/80 по горизонтали	45/80 по вертикали, 80/80 по горизонтали	25/45 по вертикали, 50/50 по горизонтали	50/55 по вертикали, 75/75 по горизонтали	50/55 по вертикали, 70/70 по горизонтали
Устойчивость к ударам	100g (11 мс)	100g (11 мс)	100g (11 мс)	35g (6 мс)	35g (6 мс)	35g (6 мс)
Устойчивость к вибрации	3g (5...150 Гц)	3g (5...150 Гц)	3g (5...150 Гц)	3g (10...2000 Гц)	3g (10...2000 Гц)	3g (10...2000 Гц)
Диапазон рабочих температур, °C	-25...+85	-31...+85	-25...+85	-10...+60	-10...+60	-10...+60
Диапазон температур хранения, °C	-35...+85	-46...+85	-35...+85	-25...+70	-25...+70	-25...+70
Масса, кг	1,22	1,22	1,22	0,99	3,1	2,55
Сигналы управления панелью	6 разрядов сигнал R, 6 разрядов сигнал G, 6 разрядов сигнал B			LVDS	TTL, 2 пиксела	
Время электрооптического отклика, мс	40	40	40	50	45	45
Потребляемая мощность, Вт	20	20	20	20	40	38
Габаритные размеры, мм	271×192×27	271×192×27	271×192×27	251,5×177,6×23,7	354×264×30	354×264×25,7

Для промышленных применений и для работы в экстремальных условиях требуются дисплеи с увеличенным диапазоном рабочих температур, высокой яркостью, широким углом обзора и повышенной механической прочностью. Для производства таких ЖКД необходимы специальные жидкие кристаллы с низкими пороговыми напряжениями и расширенным диапазоном рабочих температур. Повышение безопасности эксплуатации достигается применением ламп задней подсветки, в которых вместо паров ртути используется инертный газ.



Дисплеи LiteMax в составе морской навигационной системы (при ярком солнечном освещении изображение на дисплеях остаётся чётким и контрастным)

ЖКД с большими размерами диагонали занимают значительную долю в корпоративном сегменте рынка для демонстрации статических изображений.

Для упрощения взаимодействия пользователя и информационной системы дисплеи оснащаются сенсорными экранами. Дисплеи с такими экранами широко применяются в информационных киосках, терминалах, промышленных рабочих станциях.

В конечном итоге ЖКД заменяют ЭЛТ-мониторы в подавляющем большинстве применений, так как в настоящее время качество изображения и эксплуатационные параметры ЖКД уже превосходят параметры ЭЛТ. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виктор Жданкин. Электролюминесцентные плоскочелюстные дисплеи// Электронные компоненты. — 2003. — № 7. — С. 97-100.
2. Product Specification for Model LC15.ANN.1000-XX 15-inch AMLCD High Bright Monitor. Document Number: 021-0165-00 Rev. A. — USA: Planar Systems, Inc., 2003.
3. Александр Самарин. Конструкция модуля задней подсветки для цветных ЖК-мониторов большого

формата// Электронные компоненты. — 2002. — № 2. — С. 34-35.

4. Виктор Беляев. Современные электронные дисплеи// Электронные компоненты. — 2002. — № 1. — С. 24-28.
5. Ken Werner. The flowering of flat displays (Плоские дисплеи)// ComputerWeek-Moscow. — 1997. — № 27. — С. 35-41.
6. LC640.480.33-AC High Brightness 10,4" Color TFT AMLCD. Operations Manual. Document number OM600-01. — USA: Planar Systems, Inc., 1999.
7. Control board & inverter interface design. Application Note AN001. — Taiwan: LiteMax Co., Ltd., 2001.
8. Mylar film and Inverter (Lixxxx). Application Note AN005. — Taiwan: LiteMax Co., Ltd, 2001.
9. Light Sensor. Application Note AN003. — Taiwan: LiteMax Co., Ltd., 2001.
10. Сергей Семенов, Алексей Сергеев. Дисплеи I-SFT: основные характеристики и особенности подключения// Современные технологии автоматизации. — 2003. — № 1. — С. 80-83.

**В.К.Жданкин — сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
119313 Москва, а/я 81  
Телефон: (095) 234-0636  
Факс: (095) 234-0640  
E-mail: victor@prosoft.ru**