

Новые упрочнённые ЖК-дисплеи i-sft для промышленных применений

Виктор Жданкин

Компания i-sft GmbH разрабатывает и производит TFT-дисплеи для промышленных применений и является одним из ведущих европейских производителей современных TFT-дисплеев для жёстких условий эксплуатации. В 2008 году компания i-sft GmbH значительно обновила линейку своей продукции, предложив потребителям дисплеи, предназначенные для эксплуатации в широком диапазоне температур, устойчивые к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, характеризующиеся длительным временем безотказной работы и высокой яркостью свечения экрана.

Компания i-sft (Industrial Solutions Flatpanel Technology) — известный производитель жидкокристаллических дисплеев для промышленных применений и для жёстких условий эксплуатации. Это немецкая компания со штаб-квартирой в Гундерсхайме (Gundersheim).

В 2008 году компания i-sft значительно обновила линейку своей продукции. Благодаря новой технологии изготовления созданы плоскопанельные дисплеи, работающие в широком диапазоне температур и устойчивые к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. Опыт компании в области создания сис-

тем задней подсветки воплотился в новых изделиях с длительным временем безотказной работы и высокой яркостью свечения экрана.

Основными областями применения дисплеев i-sft являются информационные и кассовые терминалы (POI/POS), транспорт (железнодорожный и автомобильный), военно-промышленный комплекс (ВПК), авионика, морской флот и промышленное машинное оборудование (рис. 1).

ОПИСАНИЕ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЖК-ДИСПЛЕЕВ

Модель 160i.15X с нормированной яркостью 1600 кд/м², воплотившая в себе технологические достижения компании i-sft, получила новую конструкцию передних и задних поляризаторов и одноканальный интерфейс LVDS. Да-

же с установленным сенсорным экраном дисплей 160i.15X обеспечивает более чем достаточную чёткость изображения. Особо подчеркнём такие достоинства конструкции, как отсутствие внешних высоковольтных цепей, отсутствие вентиляторов, небольшие габаритные размеры и высокая чёткость изображения при ярком солнечном свете (относительный контраст более 950:1).

Модель 100i.10X (размер диагонали 10,4", формат изображения XGA) появилась 5 лет назад и благодаря успешному опыту эксплуатации поставляется все эти годы в неизменном виде.

В настоящее время доступна модифицированная версия этой модели, которая характеризуется некоторыми улучшенными параметрами, такими как больший угол обзора, более высокая контрастность, меньшее время отклика. Благодаря улучшенной энергетической эффективности больший угол обзора достигнут без увеличения потребляемой мощности. При проектировании необходимо иметь в виду только одно обстоятельство: незначительное изменение межосевого расстояния между крепёжными отверстиями сверху и внизу корпуса модифицированной версии модели. Все остальные механические параметры и электронный интерфейс остались неизменными. Поэтому при необходимости замены в уже существующих системах дисплея 100i.10X на его модифицированную версию потребуются лишь



Рис. 1. ЖК-дисплеи компании i-sft для различных областей применения

Таблица 1

Результаты испытаний ЖК-дисплея 100i.10X-XT на соответствие требованиям стойкости к внешним воздействующим факторам

Воздействующий фактор	Условия испытания	Стандарт	Оценка
Испытание на воздействие повышенной температуры среды (при включённом дисплее)	+71±2°C в течение 3 дней	MIL-STD-810F, Method 501.4	Нарушений в работе нет
Испытание на воздействие повышенной температуры среды (при выключенном дисплее)	+71±2°C в течение 7 дней	MIL-STD-810F, Method 501.4	
Испытание на воздействие пониженной температуры среды (при включённом дисплее)	-21±2°C в течение 24 часов	MIL-STD-810F, Method 502.4	
Испытание на воздействие пониженной температуры среды (при выключенном дисплее)	-33±2°C в течение 24 часов	MIL-STD-810F, Method 502.4	
Испытание на воздействие случайной широкополосной вибрации (при включённом дисплее)	Случайная вибрация	MIL-STD-810F, Method 514.4	
Испытание на воздействие механического удара (при включённом дисплее)	Пиковое ударное ускорение 50g, длительность действия ударного ускорения 11 мс по осям ±X, ±Y, ±Z	MIL-STD-810F, Method 516.5	
Испытание на воздействие пониженного атмосферного давления (при включённом дисплее)	7620 м в течение 20 мин	MIL-STD-810F, Method 500.4	
Испытание на воздействие пониженного атмосферного давления (при выключенном дисплее)	15 240 м в течение 1 часа	MIL-STD-810F, Method 500.4	

незначительные конструктивные изменения.

Поскольку спрос на модели с широким диапазоном температур постоянно растёт, компания представила модель **100i.10X-XT**, предназначенную для жёстких условий эксплуатации с диапазоном температур от -40 до +90°C. По стойкости к внешним воздействующим факторам модель отвечает требованиям военного стандарта MIL-STD-810F (Military Standard, Environmental Methods Test Methods, and Engineering Guidelines). В табл. 1 представлены результаты испытаний дисплея 100i.10X-XT на соответствие требованиям стойкости к внешним воздействующим факторам.

Благодаря компактной и прочной конструкции, минимальной глубине монтажа и небольшой массе дисплей отвечает самым строгим требованиям заказчиков и способен отображать информацию при больших углах наблюдения в широком диапазоне изменения внешней освещённости. Встроенный инвертор управляет системой подсветки, выполненной на основе экономичных люминесцентных ламп с холодным катодом (cold cathode fluorescent lamp — CCFL). Практическое значение МТТН (среднее время до уменьшения первоначального значения яркости вдвое), составляющее более 50 000 часов, специфицировано при работе в диапазоне температур от -31 до +85°C; запуск дисплея возможен при температурах до -31°C без снижения ресурса системы задней подсветки. Для соединения удалённой ЖК-панели с графическим контроллером или графическим процессором применяется интерфейс LVDS (Low Voltage Differential Signaling), обеспечивающий высокую скорость передачи данных и помехоустойчивость (подавляются синфазные шумы, вдвое превышающие амплитуду дифференциального сигнала). Необходимо заметить, что в архитектурах современных дисплеев параллельные TTL/КМОП RGB-шины вытесняются решениями с интегрированными последовательными интерфейсами. Шины LVDS получили широкое распространение в качестве внутреннего дисплейного интерфейса между видео-контроллером и панелью ЖК-дисплея в ноутбуках, а также в качестве интерфейса между дисплейным контроллером и схемами драйверов столбцов в TFT ЖК-панелях [1]. Структурная

схема ЖК-дисплея 100i.10X-XT показана на рис. 2.

Основными функциональными узлами TFT ЖК-дисплея помимо непосредственно ЖК-панели являются:

- приёмник входного интерфейса;
- дисплейный контроллер;
- строчные драйверы;
- столбцовые драйверы;
- формирователи опорных напряжений для столбцовых драйверов;
- преобразователь напряжения для питания выходных формирователей драйверов.

Главные потребительские характеристики ЖК-дисплея определяются модулем задней подсветки и схемой контроллера системы задней подсветки (контроллер e³® — energy-efficient-excitation, или энергосберегающее управление). Об особенностях реализации системы задней подсветки и схемы управления дисплеев компании i-sft будет рассказано несколько позже.

Внешний вид дисплея 100i.10X-XT показан на рис. 3.

После крупного достижения в технологии изготовления энергосберегающих

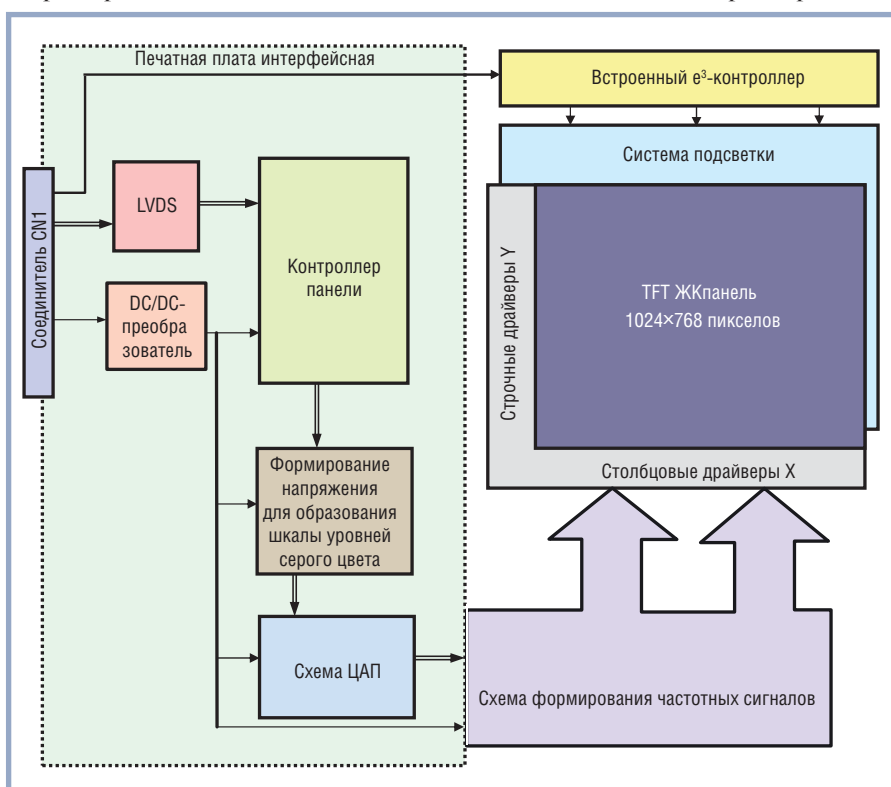


Рис. 2. Структурная схема TFT ЖК-дисплея 100i.10X-XT



Рис. 3. Внешний вид TFT ЖК-дисплея 100i.10X-XT

ламп подсветки для дисплеев на основе активной матрицы управляющих тонко-плёночных транзисторов компания i-sft GmbH начала производство 12,1-дюймовой модели 100i.12SV — первого изделия, созданного с применением новой технологии. Отличающийся высокой яркостью (1000 кд/м²) и высоким контрастом (500:1) новый

12,1-дюймовый дисплей с форматом изображения SVGA предназначен для применений, которые требуют считывания изображения в яркий солнечный день при небольшой потребляемой мощности. Дисплей и встроенный инвертор для питания ламп системы задней подсветки при максимальной яркости изображения потребляют не более 12 Вт, что составляет примерно половину мощности, потребляемой аналогичными изделиями без уменьшения значений углов обзора и других фотометрических параметров. Это делает в наивысшей степени оправданным выбор модели 100i.12SV для мобильных применений, где ёмкость аккумуляторной батареи часто является основным ограничивающим фактором.

Другим преимуществом высоких энергетических показателей является низкое значение рассеиваемой в дисплейном модуле тепловой мощности, благодаря чему упрощается управление тепловым режимом устройства в



Рис. 4. Дисплей 100i.12SV, созданный с применением энергосберегающих технологий компании i-sft GmbH

целом и сокращаются общие системные затраты.

Подобно всем дисплеям компании i-sft модель 100i.12SV имеет небольшие габаритные размеры (283,8×211,7×22,15 мм), прочную конструкцию и длительный срок службы (50 000 часов до уменьшения первоначального значения яркости изображения вдвое).

Технические характеристики новых ЖК-дисплеев компании i-sft

Таблица 2

Модель	50i.2b	100i.2b	100i.10X	100i.10X-XT	100i.12SV	150i.12X	160i.15X
Код для заказа	G23916-B0065-H145	G23916-B0065-H156	G23916-B0065-H068	G23916-B0065-H070	G23916-B0065-H091	G23916-B0065-H092	G23916-B0065-H113
Диагональ экрана, дюйм	10,5	10,5	10,4	10,4	12,1	12,1	15
Рабочий размер экрана (Ш×В), мм	211,2×158,4	211,2×158,4	210,432×157,824	210,432×157,824	246,2×184,8	246,2×184,8	304,1×228,1
Яркость, кд/м ²	500	1000	1000	1000	1000	1500	1600
Контрастность (тип.)	450:1	450:1	650:1	800:1	500:1	450:1	950:1
Угол обзора: вертикальный (вверх/вниз)/горизонтальный (вправо/влево), градус	(55/30)/(55/55)	(55/30)/(55/55)	(80/80)/(80/80)	(80/80)/(80/80)	(55/55)/(55/55)	(80/80)/(80/80)	(65/50)/(65/65)
Формат изображения	VGA	VGA	XGA	XGA	SVGA	XGA	XGA
Входной сигнал	ТТЛ	ТТЛ	LVDS (один канал)	LVDS (один канал)	LVDS (один канал)	LVDS (один канал)	LVDS (один канал)
Диапазон регулировки яркости	250:1	1000:1	1000:1	1000:1	1000:1	1000:1	1000:1
Время отклика (макс.), мс	60	60	40	40	45	30	30
Количество отображаемых цветов	262 144	262 144	262 144	262 144	262 144	262 144	262 144
Напряжение питания	3,3 или 5 В для схемы управления; 12 В для инвертора	3,3 или 5 В для схемы управления; 12 В для инвертора	3,3 В для схемы управления; 12 В для инвертора	3,3 В для схемы управления; 12 В для инвертора	3,3 или 5 В для схемы управления; 24 В для инвертора	3,3 В для схемы управления; 24 В для инвертора	3,3 В для схемы управления; 24 В для инвертора
Габаритные размеры (Ш×В×Г), мм	269,9×190,2×29,6	269,9×190,2×29,6	251,5×177,6×23,6	251,5×177,6×23,6	283,8×211,7×22,15	284,8×215,4×22,25	353,7×264,8×26,4
Диапазон рабочих температур, °С	-25...+85	-25...+85	-10...+60	-31...+85	-10...+65	-25...+70	-10...+60
Диапазон температур хранения, °С	-35...+85	-35...+85	-25...+75	-46...+85	-25...+70	-30...+75	-25...+75
Виброустойчивость	3g в диапазоне частот 5...150 Гц	3g в диапазоне частот 5...2000 Гц	3g в диапазоне частот 10...2000 Гц	3,5g в диапазоне частот 10...2000 Гц	—	3g в диапазоне частот 10...2000 Гц	3g в диапазоне частот 10...2000 Гц
Однократные механические удары	100g, длительность 11 мс	50g, длительность 11 мс	35g, длительность 6 мс	50g, длительность 11 мс	—	35g, длительность 6 мс	35g, длительность 6 мс

Внешний вид конструкции дисплея 100i.12SV показан на рис. 4.

Характеризующаяся ярким изображением (1500 кд/м²) и достаточно высоким контрастом новая 12,1-дюймовая модель **150i.12X** с форматом изображения XGA предназначена для применений, где требуется считывание изображения в условиях сильной внешней засветки при небольшой потребляемой мощности. Дисплей и встроенный инвертор при максимальной яркости изображения потребляют менее 35 Вт.

Для модели 150i.12X тоже характерны небольшие габаритные размеры, прочность конструкции, широкий диапазон рабочих температур и длительный срок службы (50 000 часов до уменьшения первоначального значения яркости изображения вдвое).

Технические характеристики новых ЖК-дисплеев компании i-sft сведены в табл. 2.

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ ПОДСВЕТКИ РАЗНЫХ ТИПОВ И ВЫБОР, СДЕЛАННЫЙ КОМПАНИЕЙ I-SFT

Так каким же образом можно достичь высоких технических параметров без изменения основной технологии?

Стандартные CCFL запускаются с использованием дугового разряда. Важным компонентом, отвечающим наряду с другими составляющими за продолжительность срока службы лампы, является ртуть внутри лампы; содержание ртути в одной лампе может превышать 5 мг, разрешённых директивой RoHS. Кроме того, ток в лампе иногда увеличивается до 8 мА, что является причиной более быстрого старения стандартных CCFL. Между тем, для снижения стоимости дисплея количество используемых в системе задней подсветки ламп должно быть небольшим, поэтому необходимо, чтобы каждая отдельная лампа обеспечивала высокую яркость.

В целях более рационального использования CCFL в процессе эксплуатации компания i-sft разработала новые принципы производства ламп и их включения, а используемая в настоящее время технология третьего поколения (G3) была усовершенствована. Новые лампы четвёртого поколения (G4) получили обозначение aELED (в настоящее время концепцию, принципы которой реализованы в данных изделиях, называют «e^{3®}»). Содержание ртути в источниках

Сравнение систем подсветки на CCFL, aELED и LED по светоотдаче, потребляемой мощности и стоимости

Технология	CCFL	aELED (e ³)	LED
Световая отдача, лм/Вт	40–60	~95	30
Световой поток, лм	310	750	35
Стоимость одной штуки, евро	2	2	1,5
Пример системы подсветки для 32" дисплея			
Требуемый световой поток, лм	8000	8000	8000
Количество источников света	26	11	230
Суммарная стоимость источников света, евро	52	22	345
Суммарная потребляемая мощность (без запуска), Вт	160	84	267

света aELED может быть снижено с 5 до 1 мг на одно устройство, тогда как эффективность увеличена на 15% и светоотдача составляет 95 лм/Вт [2]. Сравнение современной светодиодной (LED) технологии с технологией aELED, используемой в 32-дюймовом дисплее, показывает, что светодиодная подсветка существенно дороже и выделяет тепла в три раза больше (табл. 3). Причиной большого выделения тепла является то обстоятельство, что высокая эффективность светодиодов проявляется только при низкой яркости, а с увеличением тока светодиодов в целях повышения их яркости резко уменьшается световая отдача и значительное количество энергии преобразуется в тепло. Поэтому энергетический баланс — в пользу использования современных подсветок с CCFL. Применять светодиоды имеет смысл только тогда, когда другие причины, такие как, например, требования к габаритным размерам, являются определяющими.

В табл. 3 представлены результаты сравнения световой отдачи, потребляемой мощности и стоимости между системами подсветки на CCFL, LED и aELED. Пример 32-дюймового дисплея ясно показывает, что требуемое большое количество светодиодов делает LED-подсветку весьма дорогостоящей и что общая потребляемая мощность у неё всё ещё выше, чем у люминесцентных ламп.

Компания i-sft в системе задней подсветки своих дисплеев применяет исключительно люминесцентные лампы с холодным катодом, созданные по собственной технологии. Специалисты компании считают, что применение светодиодов в системе задней подсветки дисплеев с размерами диагонали более 6,4" не является оптимальным решением на сегодняшний день [3], так как в этом случае более 90% светового потока теряется на пути к поверхности дисплея и система задней подсветки должна генерировать чрезмер-

ную яркость и быть высоко эффективной.

Современным стандартным требованием является обеспечение значения световой отдачи 30 лм/Вт. Это значение светоотдачи может быть получено не только CCFL, но и светодиодами высокой яркости. Однако при внимательном изучении технических параметров CCFL и LED становится ясно, что такое значение световой отдачи характерно для оборудования в несмонтированном виде, а светодиоды являются эффективными, только если они не эксплуатируются в режиме максимальной яркости. Оптимальная мощность не обеспечивается при наибольшей яркости, и здесь надо руководствоваться правилом «80/20»: КПД 80% при 20% яркости и наоборот. Эффективность генерации света является основным параметром для ярких дисплеев: часть входной мощности, которая не преобразуется в свет, превращается в бесполезное или даже вредное тепло. Это в большей степени свойственно светодиодам, поэтому высокие температуры являются для них главным врагом. Усугубляет данную проблему тот факт, что тепло вырабатывается главным образом в центре светодиода, откуда его трудно отвести. Проблема тепловых потерь может быть несущественной только при эксплуатации дисплея в режиме кратковременных включений, но в общем случае она значительно ограничивает эксплуатационные возможности светодиодной подсветки.

В отличие от питания CCFL напряжением светодиоды запитываются электрическим током. Отсюда те же самые проблемы, что у силовых полупроводниковых компонентов, и прежде всего — старение вследствие диффузии при высоких температурах. По этой причине срок безотказной работы светодиода может снизиться при высоких температурах до уровня ниже 20% от номинального значения. На таком фоне применение системы с CCFL имеет

Таблица 4

Достоинства и недостатки систем задней подсветки на светодиодах и люминесцентных ламп с холодным катодом

Показатели	CCFL	LED	Примечание
Габаритные размеры	--	++	
Равномерность распределения яркости	++	-	
Возможность изменения яркости задней подсветки (dimming)	-	++	Очень хорошо для применений на борту автомобилей (LED)
Срок службы при -30°C	--	++	
Срок службы при 0°C	++	++	
Срок службы при +25°C	++	+	
Срок службы при +60°C	++	--	
Срок службы при +85°C	++	--	Очень плохо для применений в герметичных отсеках или конструктивах (LED)
Экологичность	--	+	Содержание ртути в CCFL очень низкое (не более 5 мг в одной лампе)
Цветовая стабилизация	++	+	
Стабильность яркости	+	+	
Потери тепла	++	-	При одинаковой яркости
ЭМИ	-	+	
Управляющее напряжение	--	+	
Возможности применения во взрывоопасной зоне	-	++	
Применение в медицине	+	++	
Стоимость системы	++	-	

явное преимущество, так как её оптимальная эффективность достигается при температуре поверхности стекла +70°C, а стандартный показатель ресурса CCFL на сегодняшний день составляет 50 000 часов (у ламп новейших поколений — даже более этого).

Не менее важным является вопрос относительно применения дисплеев в широком диапазоне температур. Преимущества светодиодов над CCFL при низких температурах перевешиваются их недостатками при высоких температурах. Для TFT-дисплеев промышленного назначения с размерами диагонали более 6,4" подсветка на светодиодах не выдерживает сравнения с вариантами подсветки на CCFL, так как температурные проблемы ограничивают технические характеристики светодиодов.

Перечисленные факторы, последний из которых явился решающим (табл. 4), повлияли на выбор компании i-sft в пользу применения систем CCFL в промышленных дисплеях высокой яркости. В настоящее время компанией разработаны системы, чья световая отдача достигает значений от 80 до 100 лм/Вт, в результате чего стало возможным производство таких изделий, как 12-дюймовый дисплей SVGA с яркостью 1000 кд/м² и потребляемой мощностью не более 12 Вт, включая мощность, потребляемую инвертором. Подобные характеристики непросто получить при использовании светодиодов. Более того, такими параметрами, как цветовая стабильность и распре-

деление света, проще управлять, имея подсветку на основе люминесцентной лампы с холодным катодом; соответствующие решения для светодиодной подсветки приводят к ещё большему её удорожанию по сравнению с традиционными системами CCFL.

Объективности ради следует сделать два замечания.

Во-первых, для малоформатных приложений к сравнению систем подсветки разных типов надо подходить с иных позиций. LED-системы широко применяются в дисплеях карманных компьютеров и мобильных телефонов, в индикаторных панелях автомобильных приборов и т.п. Здесь ресурс светодиодов оказывается вполне достаточным, а нерегулярный в большинстве случаев режим эксплуатации и в принципе низкая энергоёмкость малоформатных приложений снимают проблему избыточного тепловыделения. Между тем, CCFL-системы тут практически не применимы вследствие больших габаритных размеров их конструкции.

Во-вторых, технологии не стоят на месте, и у разных компаний начинают появляться специальные решения по отводу тепла в LED-системах среднеформатных (до 19") дисплеев. Остаётся только убедиться в эффективности этих решений, оценить их стоимость и надеяться на её снижение в перспективе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фундаментом производства компании i-sft является развитая технологическая база. Проводимые совместно с

партнёрами активные исследования обеспечивают компании технологическое превосходство. Благодаря реализации новаторских подходов дисплеи i-sft выделяются на фоне аналогичной продукции, предлагаемой другими компаниями.

Дисплеи i-sft отличаются следующими характеристиками:

- высокая яркость при широком диапазоне внешней освещённости;
- широкий диапазон рабочих температур;
- устойчивость к ударам и вибрациям;
- длительное время безотказной работы;
- высокая эффективность, низкое потребление энергии и небольшое тепловыделение.

Кроме того, дисплеи компании i-sft имеют длительный период доступности на рынке (иногда более 10 лет). Наряду с готовыми дисплеями компания предлагает такие услуги, как усовершенствование дисплеев, оптические измерения, технические консультации.

Необходимо отметить, что в настоящее время позиции TFT ЖК-дисплеев весьма прочны, и они продолжают укрепляться за счёт дальнейшего совершенствования параметров этих дисплеев и снижения цен на них. Широкое внедрение мощных светодиодов в качестве излучателей для задней подсветки расширяет возможности ЖК-дисплеев и значительно увеличивает их энергоэффективность за счёт отказа от применения цветных фильтров, которые поглощают до 70% световой энергии [4]. Для этого требуется повысить быстродействие ЖК-ячеек до уровня 1–2 мс и использовать отдельную модуляцию по трём цветовым компонентам светового потока. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарин А.В. Архитектура TFT ЖК-панелей для мониторов и ноутбуков // Компоненты и технологии. — 2005. — № 1.
2. Matthias Wende. LED oder CCFL? // Markt&Technik. 2007. — 23 Feb. (№ 8). — P. 38–39.
3. Matthias Wende. Die Röhre lebt // ElektronikPraxis Displays & Optoelektronik. — 2007. — May. — P. 46–47.
4. Самарин А.В. OLED-дисплеи: от мифов к реальности // Компоненты и технологии. — 2007. — № 2.

**Автор — сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**