

## Перспективные ЖК-панели промышленного назначения фирмы Sharp

Юрий ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ

Корпорация Sharp (SME) является мировым разработчиком основных цифровых технологий, новых поколений электронных приложений и продуктов. Номенклатура электронных компонентов фирмы насчитывает более 2000 типов приборов, в том числе ЖК-панелей (модулей) с диагональю до 108", цветных и белых светодиодов большой яркости, оптоэлектронных приборов, ПЗС и КМОП датчиков изображения, фотогальванических и ВЧ-компонентов, микросхем LSI. Кроме того, SME выпускает комплексные решения для автомобильной электроники, мобильных приложений, промышленной автоматизации, теле- и бытовой электроники, информационных дисплеев и светодиодных систем освещения.

На выставке Embedded World 2011 в Гамбурге SME представила ряд инновационных решений в области ЖК-дисплеев и эффективных светодиодов для различных отраслей промышленности, в том числе для интерфейсов взаимодействия человек/машина (Human-Machin-Interface, HMI), информационных кластеров транспортных средств, средств связи и для других приложений [3].

При производстве панелей Sharp использует ряд оригинальных и перспективных технологий. Рассмотрим некоторые из них:

- Dual Directional Viewing LCDs — ЖК-панели с двойным обзором. Технология позволяет наблюдать два различных высококачественных изображения при просмотре слева или справа (рис. 1). Такие панели могут работать и в обычном режиме с одним изображением. В разработке находятся панели с тройным обзором. Панели с двойным обзором могут быть использованы в автомобилях, например, водитель наблюдает изображение с камеры заднего вида, а пассажир рядом — любой

другой контент, а также при проведении презентаций, в магазинах, торговых центрах и общественных местах.

- Switchable Viewing-angle LCDs — ЖК-панели с переключаемыми углами обзора. Такие панели могут обеспечивать узкий либо широкий угол обзора, наблюдение со стороны при узком угле невозможно (рис. 2), что обеспечивает защиту инфор-

мации от посторонних наблюдателей. Такая возможность может быть использована в дисплеях банкоматов, ноутбуков и мобильных устройств при использовании ими в общественных местах.

- 3D LCDs — 3-мерные ЖК-панели, позволяющие наблюдать объемные изображения без специальных очков. Расстояние между глазами человека — примерно 65 мм, по-

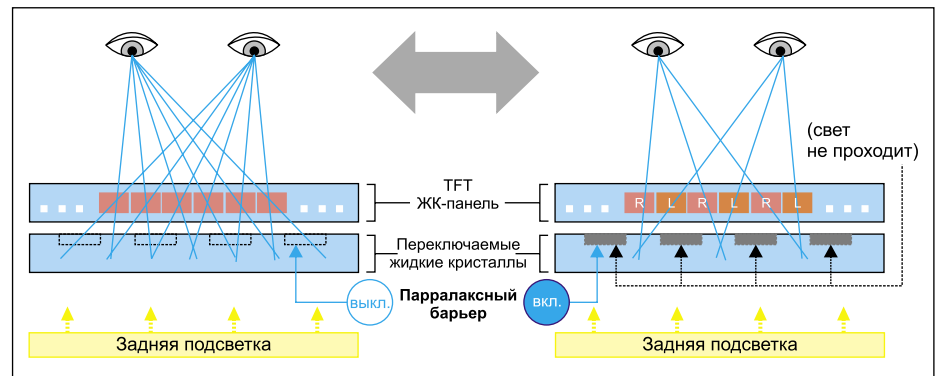


Рис. 3. 3D ЖК-панели

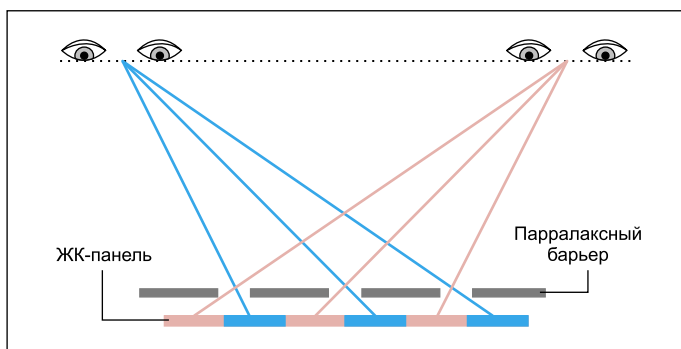


Рис. 1. ЖК-панели с двойным обзором



Рис. 2. ЖК-панели с переключаемыми углами обзора

Таблица. Классификационные параметры ЖК-модулей

Наименование	Размер, см	Разрешение	Формат, пикселей	Число цветов	Яркость, кд/м <sup>2</sup>	Контрастность	Углы обзора слева/справа (верх/низ)	Время отклика, мс	Диапазон рабочих температур, °C	Входной сигнал	Напряжение питания, В	Мощность потребления, Вт	Примечания, технология
LQ231U1LW31/32	59	UXGA	1600×1200	16,77М	500	600:1	170°/170°	12	0...+60	LDI 8-bit RGB	5; 12	65,5	Advanced Super V
LQ190E1LX51	48	SXGA	1280×1024	16,77М	1000	900:1	170°/170°	12	-15...+60	2ch LVDS 8-bit RGB	5; 12	75	Advanced Super V
LQ150X1LG91	38	XGA	1024×768	16,19М	350	800:1	160°/160°	30	0...+70	LVDS 6-bit +FRC	3,3	6,8	Advanced Super V
LQ121X3LG02*	31	XGA	1028×764	260К	1200	1000:1	140°/110°	30	(-20...+50)	1ch LVDS 6-bit RGB	3,3	9,7	Long Life LED backlight
LQ121S1DC71*	31	SVGA	800×600	260К	800	800:1	160°/140°	30	(-15...+75)	CMOS 6-bit RGB	3,3	7,4	Long Life LED backlight
LQ121S1LG71	31	SVGA	800×600	12М	450	800:1	160°/140°	30	-20...+80	LVDS 6-bit +FRC	3,3	5,1	Long Life LED backlight
LQ121S1LG81	31	SVGA	800×600	260К	450	800:1	160°/140°	30	-30...+80	LVDS 6-bit	3,3	5,1	Long Life LED backlight
LQ104V1LG81*	26	VGA	640×480	260К	450	800:1	160°/145°	35	-30...+80	1ch LVDS 6-bit RGB	3,3	Не определен	Strong LCD2, Long Life, встроенный драйвер светодиода
LQ104V1DG81*	26	VGA	640×480	260К	450	800:1	160°/145°	35	-30...+80	CMOS 6-bit RGB	3,3	Не определен	Strong LCD2, Long Life, встроенный драйвер светодиода
LQ104V1DG82	26	VGA	640×480	260К	550	600:1	140°/110°	35	0...+50	CMOS 6-bit RGB	3,3/5	5,2	Strong LCD2, Long Life
LQ085Y3DW01*	21,6	WVGA	800×480	16,77М	350	1000:1	176°/176°	35	-30...+75	CMOS 8-bit RGB	3,3	2,8	Advanced Super V, системный драйвер
LQ084S3LG03*	21,4	SVGA	800×600	16М	330	450:1	130°/115°	35	-30...+80	1ch LVDS 8-bit RGB	3,3	4,1	Long Life LED Backlight, встроенный драйвер
LQ084V3DG02	21,4	VGA	640×480	260К	400	600:1	130°/115°	26	-10...+65	CMOS 6-bit RGB	3,3	4,6	Long Life LED
LQ070Y3LW01*	17,8	WVGA	800×480	16,19М	360	800:1	170°/170°	35	(-20...+50)	1ch LVDS 8-bit RGB	3,3	2,6	Advanced Super V, Long Life Led
LQ070Y3DG3A	17,8	WVGA	800×480	16,19М	350	300:1	130°/110°	35	(-20...+50)	CMOS 6-bit + FRC	3,3	2	Системный драйвер
LQ070Y3DG3B	17,8	WVGA	800×480	16,19М	280	300:1	130°/110°	35	(-20...+60)	CMOS 6-bit + FRC	3,3	2	Системный драйвер
LQ070Y3LG4A	17,8	WVGA	800×80	16,19М	350	400:1	130°/110°	35	-20...+70	LVDS 6-bit +FRC	3,3	2,1	Системный драйвер
LQ057V3LG11	14,4	VGA	640×480	260К	350	500:1	140°/120°	30	-10...+70	1ch LVDS 6-bit RGB	3,3; 12	2,3	Системный драйвер
LQ057Q3DC03*	14,4	QVGA	320×240	260К	500	350:1	130°/115°	29	-10...+70	CMOS 6-bit RGB	3,3	Не определен	Long Life LED Backlight, встроенный драйвер
LQ043T3DW03*	10,9	WQVGA	480×272	16,77М	400	800:1	160°/160°	60	(-10...+70)	CMOS 8-bit RGB	3,3	1,2	Long Life LED Backlight, встроенный драйвер
LQ043T3DG01	10,9	WQVGA	480×272	260К	400	900:1	160°/140°	29	(-10...+70)	CMOS 6-bit RGB	3,15	0,6	Long Life LED Backlight, встроенный драйвер
LQ043T3DG02	10,9	WQVGA	480×272	260К	480	900:1	160°/140°	29	(-10...+70)	CMOS 6-bit RGB	3,15	0,6	Long Life LED Backlight, встроенный драйвер
LQ035Q3DG03	8,8	QVGA	320×240	16М	450	300:1	120°/100°	60	-20...+70	CMOS 8-bit RGB	3,3	0,8	Long Life LED backlight

**Примечания.** Для ряда приборов указаны диапазоны рабочих температур поверхности экрана, в скобках приведен диапазон рабочих температур окружающей среды. LVDS (Low Voltage Differential Signaling) — метод передачи цифровых данных дифференциальными сигналами с малыми перепадами уровня (до 350 мВ) со скоростью сотен и тысяч Мбит/с. LDI (LVDS Display Interface) — разновидность интерфейса LVDS. FRC (Frame Rate Control) — метод повышения качества передачи цветов ЖК-панелей, основанный на попеременном, от кадра к кадру, изменению цвета пикселей на соседних основных цветах, в результате реализуется эмуляция в два раза более широкого цветового пространства (с увеличенной на один бит разрядностью). Long Life LED backlight — задняя подсветка светодиодами с большим сроком службы. Знаком \* отмечены новые и разрабатываемые приборы.

этому образы для левого и правого глаза несколько различаются (бинокулярный параллакс). Углы наблюдения 3-мерных ЖК-панелей коммутируются таким образом, что левый и правый глаз видят разные образы без использования специальных очков. Объемный эффект достигается применением обычного ЖК-дисплея и специально разработанного «переключателя жидких кристаллов» (рис. 3).

- Advanced Super V LCDs — ЖК-панели с широкими углами обзора. Полные углы наблюдения достигают 176° при просмотре изображения справа/слева и сверху/снизу. Панели, выполненные по такой технологии, характеризуются малым временем отклика (порядка 4 мс) и предназначены для телевизоров и мониторов высокого класса. В панелях используются высокоскоростные драйверы и жидкие кристаллы с высоким быстродействием, что позволяет наблюдать быстродвижущиеся изображения с высоким качеством (без смазывания).
- Strong (2) LCDs — ЖК-панели для жестких условий эксплуатации, способные эффективно противостоять механическим ударам, вибрации и работоспособные в широком диапазоне температур. В Strong-модулях используется светодиодная подсветка, что обеспечивает их длительную эксплуатацию.

В каталог SME 2012 года включены цветные ЖК-модули с диагоналями:

- 2–4" (14 типов приборов);
- 5–9" (22 типа);
- 10–15" (16 типов);
- 18,9" (1 тип);
- 25–82" (15 типов).

В pdf-каталог промышленных ЖК-модулей Sharp включены 23 типа приборов, их классификационные параметры приведены

в таблице [4]. Номенклатура модулей, предлагаемых SME в 2012 году, не полностью совпадает с номенклатурой модулей pdf-каталога. Во всех модулях, приведенных в таблице, использована светодиодная подсветка.

Внешний вид некоторых ЖК-модулей Sharp промышленного назначения показан на рис. 4. Рассмотрим особенности некото-

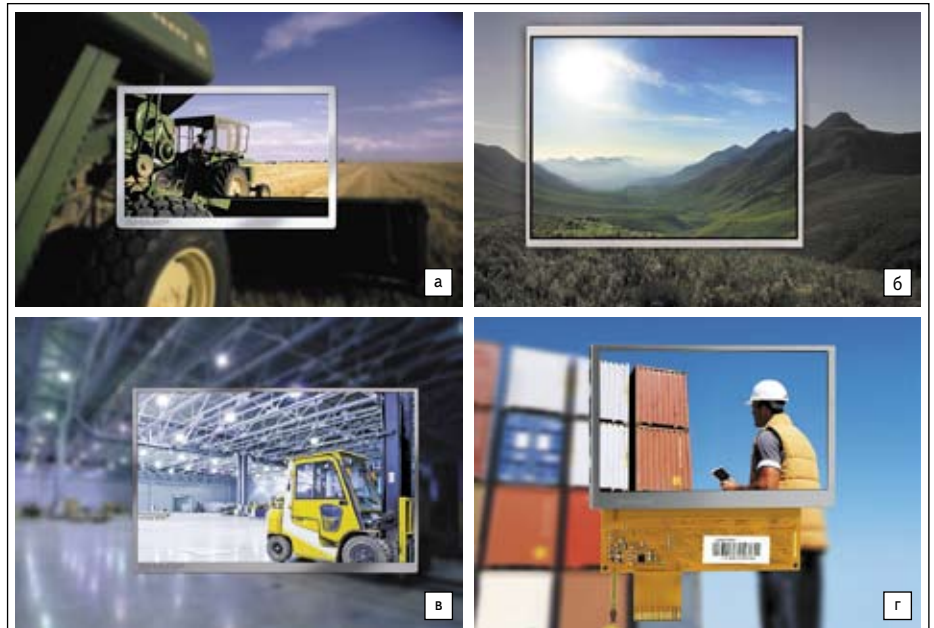


Рис. 4. Внешний вид ЖК-модулей: а) LQ070Y3LW01; б) LQ121X3LG03; в) LQ070Y3LG4A; г) LQ043T3DG01

рых перспективных ЖК-модулей Sharp промышленного назначения более подробно.

### TFT ЖК-модули с диагональю 4,3"

Модули этой категории предназначены для мобильных приложений, в их состав входят TFT-панель из аморфного кремния, микросхема драйвера, гибкие соединительные платы (FPC) и узел светодиодной задней подсветки. Активная область экрана панелей имеет размеры  $95,04 \times 53,856$  мм, образующие формируют квадратные RGB-пиксели размером  $0,198 \times 0,198$  мм. В состав модулей входят различные гибкие шлейфы.

Конфигурация изображения на экране панелей LQ043T3DG01 и LQ043T3DG02 может иметь четыре варианта показа изображения относительно местоположения шлейфа: нормальное (рис. 4г), перевернутое по вертикали и два инверсных по горизонтали (коммутация осуществляется через дополнительные шины интерфейса управления).

В модуле (без сенсорного экрана) LQ043T3DW03 (Data Sheet 2011 г., спецификация LD-22604С, группа мобильных ЖК-дисплеев) внешние соединения осуществляются через один шлейф (40 выводов).

Основные особенности и параметры перспективных модулей LQ043T3DW03. Графика и текст отображаются на экране панелей с разрешением  $472 \times 272$  с  $16,77$ М цветов, управление осуществляется через 24-разрядный интерфейс (8 bit  $\times$  RGB). Поверхность экрана защищена твердым антибликовым покрытием класса твердости 3Н. Возможные углы наблюдения изображения по горизонтали и вертикали ( $\Theta_3, \Theta_9, \Theta_6, \Theta_{12}$ ) (рис. 5) нормируются при величине индекса цветопередачи CR более 10, минимальные значения углов наблюдения — не менее  $\pm 70^\circ$  относительно нормали (перпендикуляра к плоскости экрана). Цветовые координаты белого света  $W_x = 0,32, W_y = 0,358$  (типовые значения), время нарастания и спада откликов  $\tau_r, \tau_d$  — 30 мс, минимальная яркость —  $280$  кд/м<sup>2</sup>.

Другие параметры:

- Ток потребления аналоговых и цифровых узлов модуля  $I_{CC}/I_{DD}$  —  $0,9/13$  мА (при  $V_{CC}/V_{DD} = 3,3$  В).
- Напряжение в цепи светодиодной задней подсветки (8 последовательно включенных светодиодов) —  $24,5$  В, ток —  $45$  мА (не более  $60$  мА).
- Мощность потребления схемы задней подсветки —  $1,2$  Вт.
- Долговечность светодиодов по критерию уменьшения яркости на 50% —  $50\,000$  ч (эксплуатация при температуре окружающей среды не более  $50^\circ\text{C}$ ).

Панели проходят следующие испытания:

- на воздействие высокой ( $+70^\circ\text{C}$ ) и низкой ( $-25^\circ\text{C}$ ) температуры хранения —  $240$  ч;
- на воздействие высокой рабочей температуры ( $+40^\circ\text{C}$ ) и влажности (95% RH) —  $240$  ч;
- на воздействие высокой рабочей температуры поверхности панели ( $+70^\circ\text{C}$ ) —  $240$  ч;

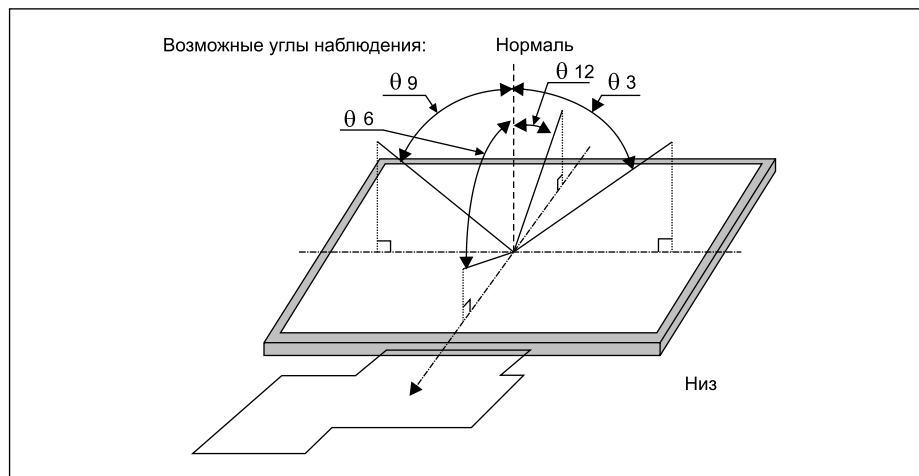


Рис. 5. Углы наблюдения изображения

- на воздействие низкой рабочей температуры окружающей среды ( $-10^\circ\text{C}$ ) —  $240$  ч;
- на воздействие вибрации с частотой  $10\text{--}57$  Гц (смещение  $0,076$  мм),  $57\text{--}500$  Гц (ускорение  $9,8$  м/с<sup>2</sup>) —  $11$  мин., время испытаний по трем осям —  $3$  ч;
- на воздействие ударов с ускорением  $490$  м/с<sup>2</sup> и длительностью  $11$  мс (по трем осям).

### TFT ЖК-модули с диагональю 7"

Модули такого размера находят применение в качестве дисплеев наземных, морских/речных и авиационных транспортных средств (рис. 4а, в), портативных информационных терминалах, медицинских приборах, рыбопоисковой аппаратуре, измерительных приборах и разнообразных промышленных приложениях. В состав модулей LQ070Y3DG3A (2009 г., спецификация LD-21212A), LQ070Y3DG3B (2011 г., спецификация LD-21305B, группа дисплеев бизнес-класса) входят: TFT ЖК-панель на базе аморфного кремния, микросхема драйвера, источник питания, узел светодиодной задней подсветки и сенсорная панель (только в модуле LQ070Y3DG3B).

Активная область экрана имеет размеры  $152,4 \times 91,4$  мм (формат 15:9), изображение формируют квадратные RGB-пиксели размерами  $0,1905 \times 0,1905$  мм. Конфигурация пикселей — горизонтальная RGB-цепочка, графика и текст отображаются на экране панелей с разрешением  $800 \times 480$  с  $16,19$ М цветов, управление осуществляется через 24-разрядный интерфейс (8 $\times$ RGB).

Внешние соединения осуществляются через 2 (3) шлейфа: основной (20 выводов), шлейф управления светодиодами (6 выводов) и шлейф сенсорного экрана (4 вывода, только в модуле LQ070Y3DG3B). Поверхность экрана защищена твердым антибликовым покрытием класса твердости 2Н (класс 3Н для модуля LQ070Y3DG3B), возможные углы наблюдения изображения по горизонтали ( $65^\circ$ ) и вертикали ( $50/60^\circ$ ) нормируются при индексе цветопередачи CR более 10. Цветовые

координаты белого света  $x = 0,302, y = 0,329$  ( $x = 0,31, y = 0,34$  для модуля LQ070Y3DG3B), время откликов  $\tau_r + \tau_d$  — не более  $40$  мс.

Другие параметры:

- Ток потребления  $I_{CC}$  —  $140$  мА (при  $V_{CC} = 3,3$  В).
- Напряжение/ток в цепи светодиодов задней подсветки (3 параллельные цепи по 8 последовательно включенных светодиодов в каждой) —  $25,6$  В/ $20$  мА (в каждой цепочке).
- Долговечность —  $10000$  ч (по уменьшению яркости на 50%).

Модули проходят испытания в течение  $240$  часов на воздействие высокой ( $+50^\circ\text{C}$ ) и низкой ( $-20^\circ\text{C}$ ) рабочих температур, высокой и низкой температур хранения ( $-30 \dots +70^\circ\text{C}$ ), высокой рабочей температуры и влажности ( $+40^\circ\text{C}$ , 95% RH). Также проводятся испытания на вибропрочность ( $10\text{--}55$  Гц,  $1,5$  мм,  $1$  мин., период испытаний —  $2$  ч по трем осям) и ударопрочность (ускорение  $980$  м/с<sup>2</sup>, длительность  $6$  мс,  $3$  раза по каждой оси).

Модули LQ070Y3LG4A (2009 г., спецификация LD-21705A, группа мобильных ЖК-дисплеев) и LQ070Y3LW01 (перспективная разработка) отличаются использованием LVDS интерфейсов управления. Схема подключения управляющего контроллера к модулю LQ070Y3LG4A приведена на рис. 6.

В состав модуля входят: TFT ЖК-панель (без сенсорного экрана), микросхема драйвера, источник питания и узел задней светодиодной подсветки (такой же, как у рассмотренных выше модулей). Оптические параметры модуля в основном совпадают с параметрами приборов LQ070Y3DG3A/В. Внешние соединения осуществляются через один 30-контактный шлейф. Экран имеет твердое антибликовое покрытие класса твердости 2Н. Комплекс испытаний модуля в основном такой же, как и у рассмотренных модулей. Отличия: рабочие температуры  $-20 \dots +50^\circ\text{C}$ , ударопрочность проверяется при ускорении  $490$  м/с<sup>2</sup> (длительность  $11$  мс).

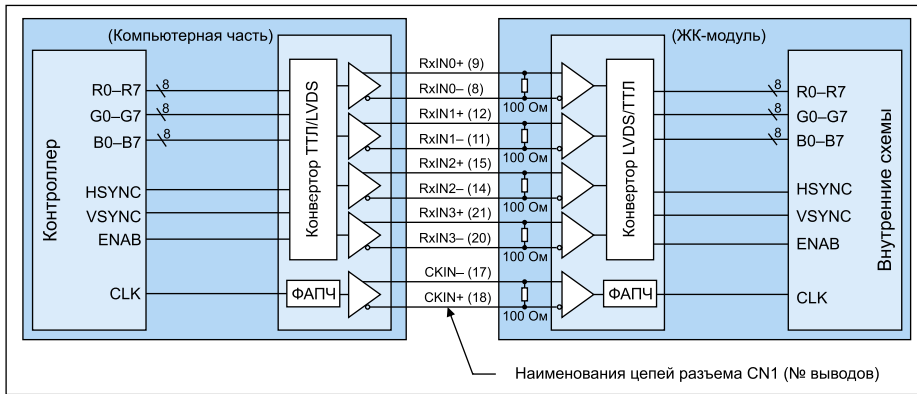


Рис. 6. Схема подключения управляющего контроллера к ЖК-модулю LQ070Y 3LG4A

**TFT ЖК-модули с диагональю 12,1"**

Модули этой группы отличаются использованием панелей повышенного разрешения (SVGA, XGA) и могут быть применены в приложениях мультимедиа (рис. 4б), системах наблюдения высокого класса, медицинских приборах, промышленных системах автоматизации и других приложениях, требующих отображения видео повышенного разрешения. Модули могут работать в расширенном температурном диапазоне (до -30...+80 °С). Размеры активной зоны изображения — 246×184,5 мм (промышленный формат 4:3). Долговечность светодиодов задней подсветки — до 50000 ч.

Модуль LQ121S1LG81 имеет перспективный аналог — LQ121S1LG84 (2011 г., спецификация LD-23301A, группа ЖК-дисплеев). В состав модуля входят: TFT ЖК-панель, микросхема драйвера, источник питания и узел светодиодной задней подсветки. Панель обеспечивает изображение с разрешением 800×600 с 260К цветов, класс твердого антибликового покрытия 3Н, возможно получение перевернутого изображения. Внешние соединения осуществляются через два шлейфа: основной (20 выводов) и шлейф узла задней подсветки (6 выводов). Схема подключения LVDS интерфейса панели к управляющему контроллеру приведена на рис. 7.

В качестве приемника сигналов LVDS используется встроенная микросхема THC63LVDF84В фирмы Thine Electronics, соответствующий передатчик может быть выполнен на базе микросхемы THC63LVDM83R той же фирмы или аналогичной. Возможные углы наблюдения изображения по горизонтали (80°) и вертикали (60/80°) нормируются при индексе цветопередачи CR более 10. Цветовые координаты белого света  $W_x = 0,305$ ,  $W_y = 0,325$ , время отклика  $\tau_r + \tau_d = 30$  мс.

Другие параметры:

- Ток потребления  $I_{CC} = 270$  мА (при  $V_{CC} = 3,3$  В).
- Напряжение/ток в цепи светодиодов задней подсветки — 12 В/350 мА.
- Предусмотрено ШИМ-управление яркостью свечения светодиодов узла подсветки (имеется встроенный драйвер светодиодов).

- Частота внешних ШИМ-импульсов — 200 Гц — 1 кГц, скважность — 10–100%.
  - Долговечность светодиодов — до 50000 ч.
- Комплекс испытаний в основном такой же, как у модулей с диагональю 11 см. Отличия: диапазон рабочих температур и температур хранения -30...+80 °С. Дополнительно проводятся испытания на воздействие температурных перепадов от -30 до +80 °С (50 циклов).

**TFT ЖК-модули большого размера высокого разрешения**

TFT ЖК-модули большого размера высокого разрешения (XGA, SXGA, UXGA) применяются в приложениях, требующих отображения особо высококачественного видео, в аппаратуре мультимедиа, системах наблюдения высшего класса, мониторах систем промышленной автоматизации и контроля качества выпускаемых изделий (печатных плат и т.п.).

Модуль LQ231U1 W31 (2009 г., спецификация LD-21810, группа мобильных ЖК-дисплеев) — прибор с самым большим размером экрана промышленного назначения. Размер активной зоны изображения — 470,4×352,8 мм (формат 4:3), размеры RGB-пикселей — 0,294×0,294 мм. В панели использовано антибликовое покрытие с твердостью класса 2Н. Срок службы светодиодов задней подсветки — 50000 ч.

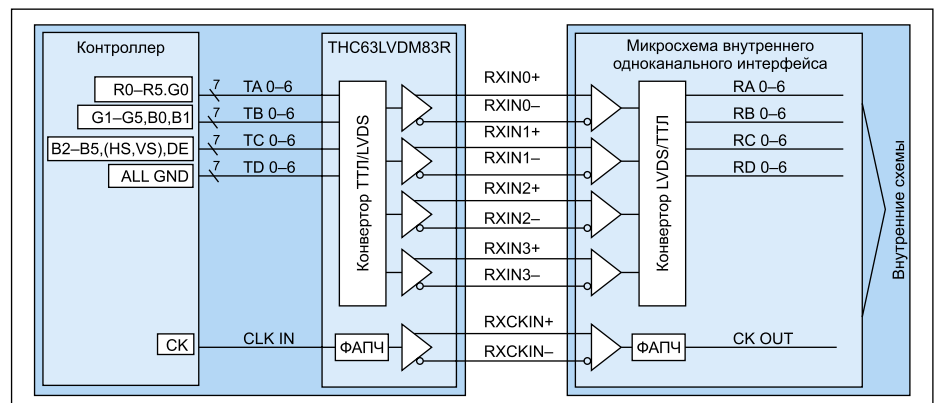


Рис. 7. Схема подключения управляющего контроллера к ЖК-модулю LQ121S1LG84

Другие параметры:

- Ток потребления  $I_{CC} = 1,1$  А (при  $V_{CC} = 5$  В).
  - Напряжение/ток в цепи светодиодов задней подсветки — 12 В/5 А.
  - Предусмотрена регулировка яркости подсветки путем изменения напряжения управления (VVR) в пределах 0–3,5 В (имеется встроенный драйвер светодиодов).
- Параметры испытаний: диапазон рабочих температур — 0...+60 °С, температура хранения — -20...+65 °С, ударопрочность — ускорение 147 м/с<sup>2</sup> (длительность 6 мс), вибропрочность — 0,067 мм (в диапазоне 10–57 Гц), ускорение — 9,8 м/с<sup>2</sup> (в диапазоне 57–500 Гц).

Модуль LQ190E1LX51 (2010 г., спецификация LD-22304A, группа мобильных ЖК-дисплеев) — этот прибор в полной мере соответствует промышленным стандартам, что позволяет использовать его в разных отраслях промышленности и на транспорте. Размер активной зоны изображения — 376,32×301,056 мм (формат 5:4), размеры RGB-пикселей — 0,294×0,294 мм.

Основные параметры модуля:

- Ток потребления  $I_{CC} = 950$  мА (при  $V_{CC} = 5$  В).
- Напряжение/ток в цепи светодиодов подсветки 12 В/5,8 А.
- Обеспечивается ШИМ-управление яркостью ( $f_{cl} = 100-200$  Гц).
- Диапазон регулировки 0–99,99%.
- Срок службы светодиодов 50000 ч.
- Время отклика  $\tau_r + \tau_d = 12$  мс.
- Цветовые координаты белого света —  $x = 0,313$ ,  $y = 0,335$ .

В сентябре 2011 года Sharp представила две новые модели ЖК-модулей промышленного назначения с диагоналями 5,7 дюйма (LQ057Q3DC03) и 8,4 дюйма (LQ084S3LG03). Целевой областью применения новых модулей являются контрольно-измерительные приборы и тестовое оборудование, портативные медицинские мониторы и системы автоматизации зданий. QVGA-дисплей LQ057Q3DC03 отличается широкими углами обзора и высокой яркостью, обеспечивающей хорошую читабель-

ность даже в условиях яркого внешнего освещения. К особенностям модуля LQ084S3LG03 можно отнести повышенное разрешение изображения и большую глубину цвета, что позволяет отображать более 16М цветов. Оба дисплея оснащены светодиодной подсветкой с ШИМ-регуляцией яркости (имеются встроенные драйверы светодиодов).

Конструкция дисплеев оптимизирована для светодиодной подсветки: их задние стороны одновременно функционируют как радиаторы охлаждения светодиодов. Это обеспечивает работу приборов в диапазоне температур  $-30...+80$  °С, что необходимо в большинстве промышленных приложений и гарантирует срок службы до 50 000 ч. Модули обладают высокой устойчивостью к ударам

и вибрации. Начало их серийного производства намечено на I квартал 2012 года. ■

### Литература

1. [http://sharp-world.com/corporate/info/his/h\\_company/](http://sharp-world.com/corporate/info/his/h_company/)
2. <http://www.sharpsme.com/buy/distributors#Russia>
3. <http://www.sharpsme.com/press/2011/sharp-continues-co-exhibition-scheme-embedded-world-2011>
4. <http://sharp-world.com/products/device/catalog/index.html>
5. <http://www.sharpsme.com/press/2011/Sharp-new-Industrial-Displays-LED-Backlight>