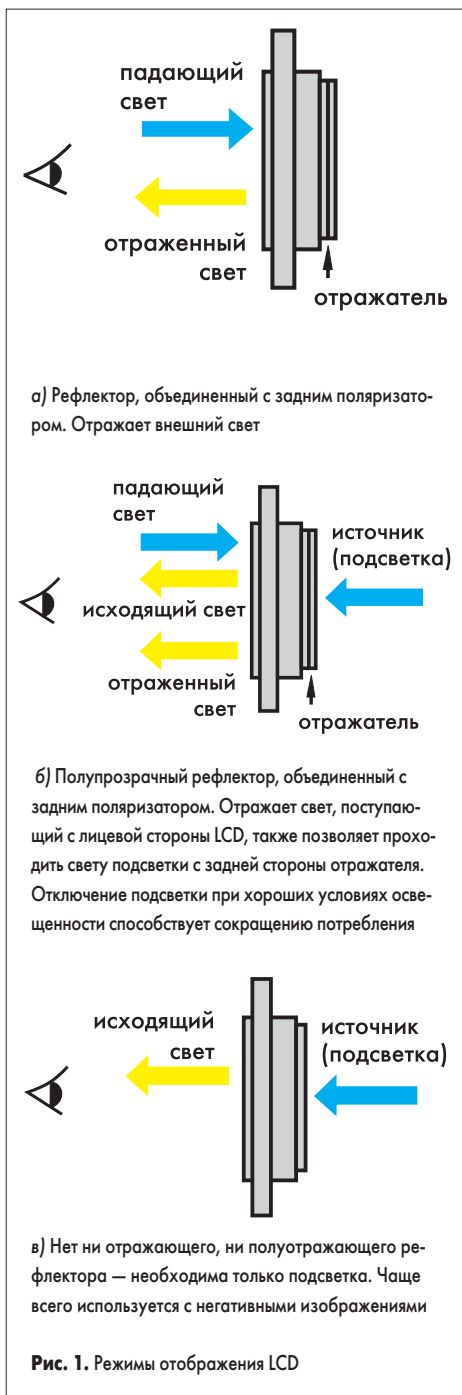


Подсветка LCD-дисплеев

Евгений Крылов

info@cec-mc.ru

Жидкокристаллические дисплеи (LCD) являются пассивными устройствами отображения информации. Для того чтобы сформированное изображение воспринималось глазом человека, его необходимо освещать, в простейшем случае — естественным внешним светом. При недостаточном естественном освещении или его отсутствии для дисплея может быть использован искусственный источник света.

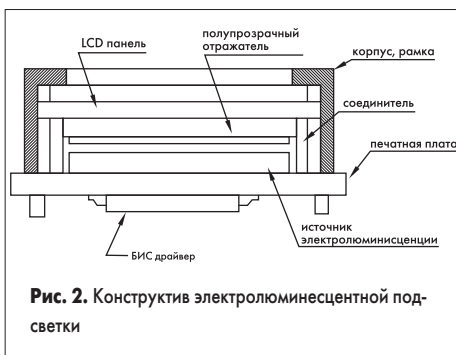


Большинство современных LCD работают в одном из трех режимов отображения: в режиме полного отражения, при котором внешний свет отражается от рефлектора, расположенного позади дисплея (рис. 1, а); в режиме полупрозрачного отражения, при котором рефлектор отражает внешний свет, но способен пропускать свет от источника света, расположенного позади него (рис. 1, б); в режиме подсветки, при котором рефлектор, отражающий внешний свет, отсутствует и для подсветки изображения используется специальный источник света (рис. 1, в).

Прием, при котором используется специальный источник света, получил название «подсветка» (backlight). Для реализации подсветки используется несколько технологий, которые будут рассмотрены ниже.

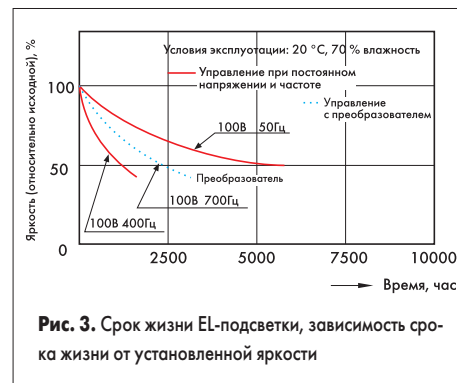
Электролюминесцентная (EL) подсветка

Электролюминесцентная подсветка обеспечивает равномерное освещение и выполняется в тонком и легком конструктиве (рис. 2).



Такая подсветка обеспечивает получение различных цветов, в том числе белого, чаще всего используемого в LCD. Потребление при электролюминесцентной подсветке относительно мало, однако для ее организации необходим источник переменного напряжения 80...100 В частотой около 400 Гц (типичное значение). В качестве такого источника используют преобразователи DC/DC, трансформирующие напряжение постоянного то-

ка 5, 12 или 24 В в переменное напряжение требуемой величины. Это наиболее экономичный с точки зрения потребления тип подсветки, и он чаще всего используется в устройствах с батарейным питанием. Срок жизни электролюминесцентной подсветки (снижение яркости наполовину от исходной) составляет порядка 3...5 тыс. часов и зависит от установленной яркости свечения (рис. 3).

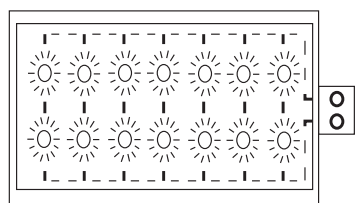
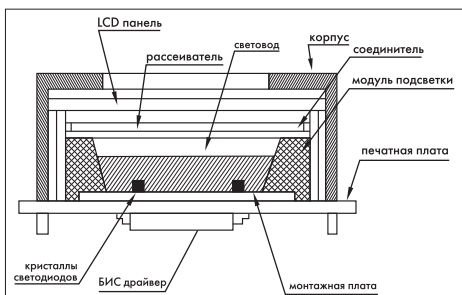


Отличительные особенности электролюминесцентной подсветки:

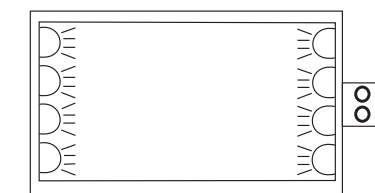
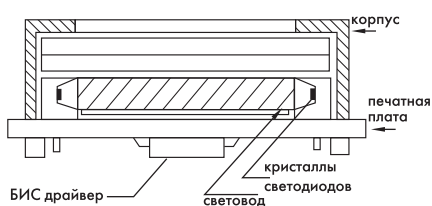
- плоский источник света с максимальной толщиной 1,3 мм (1,5 мм с учетом выводов) обеспечивает равномерную подсветку большой площади;
- широкий диапазон напряжений питания переменного тока (максимальное значение 150 В) частотой 60...1000 Гц. При наличии повышающих преобразователей возможно питание от одной батареи с напряжением 1,5 В;
- цвет свечения: зелено-голубой, желто-зеленый и белый;
- рабочие характеристики типовых модулей питания:
 - выходное напряжение 110 В частотой 400 Гц;
 - ток нагрузки 8 мА (при $T_a = 20\text{ °C}$ и относительной влажности 60 %);
- диапазон рабочих температур — от 0 до 50 °С;
- диапазон температур хранения от — от -20 до 60 °С.

Светодиодная (LED) подсветка

Светодиодная подсветка характеризуется самым длительным сроком службы — минимум 50 тыс. часов — и большей, чем у EL-подсветки, яркостью. Подсветка обеспечивается твердотельными приборами и, следовательно, может работать непосредственно от источника напряжения 5 В без использования преобразователей. Однако для ограничения тока через LED необходима установка токоограничительных резисторов. Цепочка светодиодов располагается вдоль боковых поверхностей дисплея или в виде матрицы под диффузором (рассеивателем) и обеспечивает яркую равномерную подсветку (рис. 4, а, б).



а) Матричная подсветка. Использование матричной подсветки позволяет обеспечить равномерную подсветку дисплеев больших размеров



б) Боковая подсветка. Сочетание LED и световода (Light Guide) позволяет реализовать невысокий конструктив подсветки

Рис. 4. Конструктивы матричной и боковой LED-подсветки

Боковая подсветка используется в модулях с количеством знакомест в строке до 20. При количестве знакомест свыше 20 в центре LCD образуется более темная, чем на краях, область. Для устранения этого недостатка применяют специальные меры, например дополнительную подсветку сверху.

Матричная LED-подсветка обеспечивает более яркий и равномерный свет. При разработке такой подсветки определяющим фактором является потребление. Не рекомендуется ее использовать в устройствах с батарейным питанием, в которых требуется постоянно включенная подсветка.

Светодиоды LED-подсветки работают при напряжении питания 4,2 В (типичное значение). Потребление подсветки определяется количеством включенных светодиодов, и, следовательно, с увеличением размера дисплея растет потребление, составляющее от 30 до 200 мА и более.

Цвет LED-подсветки может быть разным, в том числе и белым, но чаще всего используется желто-зеленая подсветка. Ее светоизлучение выше, чем у EL-подсветки. Возможно управление яркостью свечения посредством потенциометра или ШИМ-регулятора.

Принимая во внимание стоимость преобразователей, используемых с EL, применение LED-подсветки более экономично. Толщина модуля с LED-подсветкой на 2–4 мм больше, чем у модуля с EL-подсветкой или без подсветки.

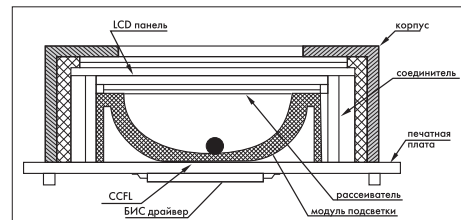
Отличительные особенности светодиодной подсветки:

- низкое напряжение питания, нет необходимости использовать специальные преобразователи;
- длительный жизненный цикл — в среднем свыше 100 тыс. часов;
- возможность подсветки красного, зеленого, оранжевого и белого цветов или многоцветной подсветки (с переключением);
- боковая или матричная подсветка;
- типовое напряжение питания — 4,2 В; потребление 30 до — 200 мА и выше; яркость — 250 кд/м;
- отсутствие генерации шумов.

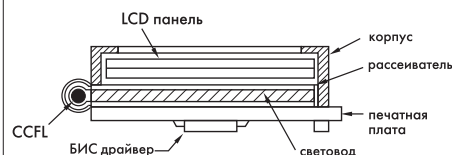
Подсветка флуоресцентными лампами с холодным катодом (CCFL)

Для CCFL-подсветки характерны относительно малое потребление и очень яркий белый свет. Используются две технологии: прямая и боковая подсветки (рис 5, а, б).

В обоих случаях источником света являются флуоресцентные лампы с холодным катодом (источники локального светового пятна), свет от которых по всей площади экрана распределяется диффузорами (diffuser) и свето-



а) Прямая подсветка. Используется с многоцветными и/или точно-матричными модулями жидкокристаллических дисплеев



б) Боковая подсветка. Такая структура используется для подсветки больших поверхностей светом от источника в виде трубки

Рис. 5. Конструктивы прямой и боковой подсветки флуоресцентными лампами с холодным катодом

водами (light guide). Боковая подсветка позволяет реализовать модули малой толщины и с меньшим потреблением. CCFL-подсветка используется в первую очередь в графических LCD, и срок службы CCFL-подсветки выше, чем у EL-подсветки — до 10–15 тыс. часов.

Посредством CCFL обеспечивается подсветка больших поверхностей, поэтому она используется преимущественно в больших плоскостельных дисплеях. Большим достоинством CCFL является возможность получения бумажно-белого цвета, что делает CCFL практически единственным источником подсветки цветных дисплеев. Для работы флуоресцентных ламп необходимы преобразователи с выходным напряжением переменного тока от 270 до 300 В.

Отличительные особенности подсветки флуоресцентными лампами с холодным катодом (CCFL):

- высокая яркость;
- долговечность;
- малое потребление;
- излучение белого цвета;
- прямая и боковая подсветка;
- используется с многоцветными и/или точно-матричными модулями ЖК-дисплеев.

В табл. 1–3 приводятся характеристики флуоресцентных ламп с холодным катодом.

Таблица 1. Максимальные значения

Параметр	Условия измерения	Значение параметра
Потребляемый ток, мА	f: 40 кГц Ta: 25 °C	6
Потребляемая мощность, Вт	f: 40 кГц Ta: 25 °C	1,5

Таблица 2. Электрические характеристики

Параметр	Ta, °C	Значение параметра
Напряжение зажигания, В	0	600
Напряжение зажигания, В	25	375
Рабочее напряжение, В	25	250
Рабочий потребляемый ток, мА	25	5
Частота преобразователя напряжения питания, кГц	25	40

Таблица 3. Оптические характеристики

Параметр	Условия измерения	Минимальное	Типовое	Максимальное
Средняя яркость, кд/м ²	Выходной ток инвертора = 5 мА	400	450	—
Равномерность яркости		70 %	—	—
Хроматичность по оси X		0,30	0,32	0,34
Хроматичность по оси Y		0,36	0,38	0,40

В приведенной ниже табл. 4 даны сравнительные характеристики трех основных типов подсветки и их основные области применения.

Таблица 4

Тип подсветки	Использование, в зависимости от условий освещения	Потребление	Стоимость	Генерация RFI	Управление яркостью	Примечания
Нет	Неприменимо в условиях плохой освещенности	Наилучшее (не потребляет по своей природе)	Наименьшая	Отсутствует	Не используется	
EL	Применяется при любых условиях освещенности	Очень хорошее 30 мВт	Средняя	Незначительная (на малых частотах)	Фиксированная яркость	Предпочтительна для устройств с батарейным питанием
LED	Применяется при любых условиях освещенности	Хорошее 60 мВт	Средняя	Отсутствует	Регулируется в широком диапазоне	Чаще всего используется в небольших дисплеях
CCFL	Не применяется в условиях яркого освещения	Существенное 700 мВт	Самая высокая	Иногда (на высокой частоте)	Регулируется в ограниченном диапазоне	Чаще всего используется в больших графических дисплеях