

# ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ TFT-LCD: НА ВОЛНЕ ЭВОЛЮЦИИ

Давид Никачадзе, [displays@ptelectronics.ru](mailto:displays@ptelectronics.ru)

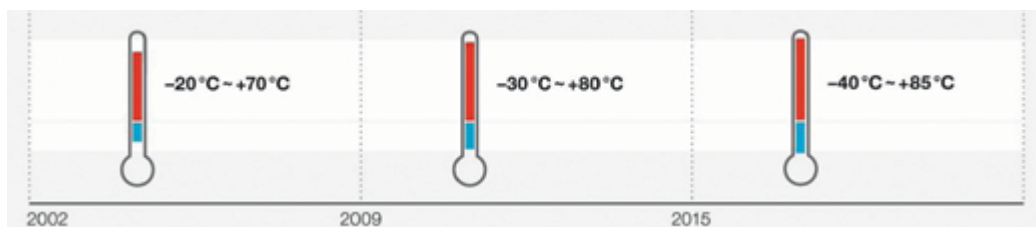


Получить, считать, обработать информацию — такими были и остаются основные функции любого узла коммутации между человеком и автоматикой со времени первых аналоговых приборов. Появление электровакуумных устройств дало толчок развитию средств отображения, и этот путь оказался весьма неочевиден: эксперты, буквально вчера делавшие ставки на современные OLED-технологии, сегодня пророчат успех TFT на десятки лет. В статье пойдет речь об основных особенностях современных промышленных модулей индикации на примере линейки TFT-LCD компании Mitsubishi Electric.

Высокая точность отображения данных и возможность унифицировать выделенное под узлы индикации пространство всегда были наиболее привлекательными особенностями TFT-LCD-модулей в цифровых устройствах. Однако, несмотря на распространенную идеологию промышленного минимализма, современные промышленные TFT не только с отрывом в несколько поколений превосходили аналоговые тахометры и манометры, но и даже стали соответствовать по опико-эстетическим параметрам



**Рис. 1.**  
Расширение температурного диапазона эксплуатации ряда TFT-LCD-модулей Mitsubishi Electric



мультимедийным: имеют широкие углы обзора, высокую контрастность и натуральную цветовую гамму.

Среди диагоналей до 5–6" рынок все еще наполнен ЖКИ с пассивной матрицей, которые за полвека существования нашли применение во всех возможных областях, не дотягивая лишь по скорости отклика до OLED и по крайним нижним значениям температуры эксплуатации — до вакуумно- и электролюминесцентных индикаторов. Но даже в этой области TFT «выбивают» конкурентов с ведущих позиций благодаря развивающимся технологиям в сочетании с одним простым правилом: цена на модуль зависит от массовости его производства.

По мере увеличения диагоналей TFT и вовсе не имеют конкуренции, хоть и не во всех сферах применения. В качестве примера развития рассмотрим линейку продукции Mitsubishi Electric, которая является одним из лидеров на рынке промышленных TFT-модулей. Обладая сравнительно небольшими производственными мощностями, компания массово выпускает матрицы только нишевых промышленных размеров. Ряд таких решений, как некоторое ограничение номенклатуры, вывел компанию вперед, оставив позади таких гигантов, как LG, AUO, InnoLux, хотя, как уже было упомянуто, — в промышленных, но не потребительских применениях.

## ЧЕМ ДОЛЬШЕ, ТЕМ ЛУЧШЕ

Если посмотреть на рынок индикаторов с точки зрения нахождения в производстве, то складывается следующая картина: вплоть до 2–3 месяцев могут выпускаться коммерческие модули, до 2–3 лет — «китайские середнячки» и от 5 лет — промышленные TFT-панели. Компания Mitsubishi после снятия заменяет модель на конструктивно идентичную, разве что становится выше яркость или шире — температурный диапазон эксплуатации.

Первое, на что производители промышленных TFT-модулей сделали упор в развитии устройств — срок службы подсветки. В настоящий момент достигнута цифра в 100 000 ч работы, что эквивалентно 12,5 года непрерывной работы матрицы. Этот показатель означает, что

за время активной эксплуатации яркость подсветки упадет не более чем в два раза.

Следующим немаловажным аспектом стало расширение температурных диапазонов (рабочих и хранения). Большинство промышленных решений, в отличие от коммерческих, должно учитывать довольно жесткие условия эксплуатации: в таких сферах, как производственное оборудование, железнодорожный транспорт, авионика, судостроение и др., невозможно снизить требования к компонентам. На рис. 1 представлена схема развития модельного ряда различных диагоналей Mitsubishi Electric с сохранением жизненного цикла в 100 000 ч.

## ЯРКОСТЬ ЦЕНОЮ В ЖИЗНЬ

Параллельно с проработкой показателей долговечности и надежности возникла необходимость увеличить яркость подсветки, позволяющей свободно воспринимать передаваемую информацию. Приведем один из стандартных примеров: в солнечный день машинист электровоза при возникновении аварийной ситуации должен совершить комплекс мер, направленных на снижение скорости состава. Однако, не зная точных значений скорости, он просто не сможет должным образом оценить обстановку, и ценой ошибки может стать чья-то жизнь. Показателями высокой яркости считаются значения от 800 нит, и их можно дополнить антиотражательными и антибликовыми покрытиями стекла. В то же время отклонение направления взгляда от нормали к поверхности дисплея компенсируется применением IPS (таблица) и чуть менее эффективных технологий семейства VA, к которым относятся MVA, AHVA и др. В документации на матрицы с расширенными углами обзора, как правило, указано, что восприятие изображения возможно при отклонении на 85° от нормали в вертикальном/горизонтальном направлениях с падением контрастности не менее чем на 10% от максимального значения.

Однако в некоторых случаях одной лишь сверхъяркой подсветки недостаточно, а иногда она и вовсе не соответствует выдвигаемым требованиям к потребляемой мощности или меша-

Таблица.

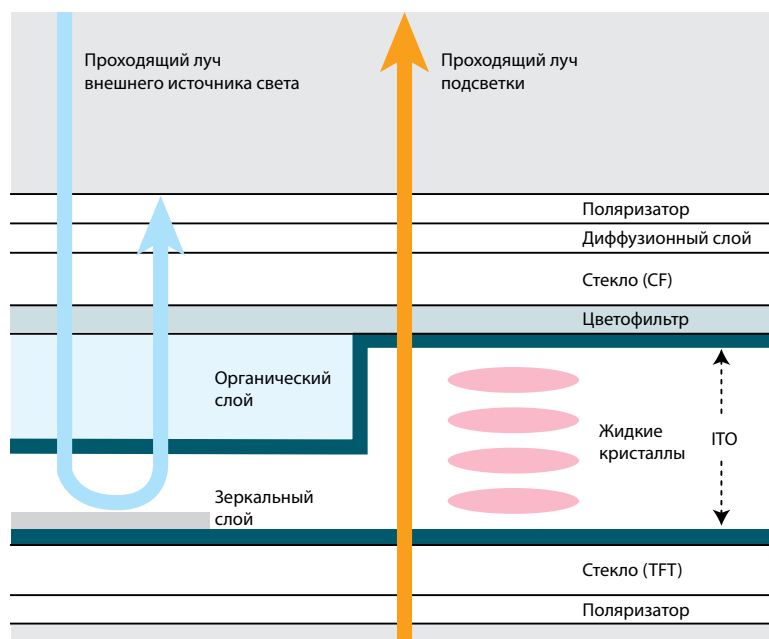
Линейка IPS-матриц Mitsubishi Electric с повышенной яркостью (аналогичные модели с тачскрином из подборки исключены)

ДИАГОНАЛЬ, "	МОДЕЛЬ	РАЗРЕШЕНИЕ	ЯРКОСТЬ, НИТ	ИНТЕРФЕЙС	ОСОБЕННОСТИ
4,3	AC043NA11	480×272 (Wide-QVGA)	1000	RGB	IPS, антиблик
5	AA050MG03	800×480 (Wide-VGA)	900	RGB	IPS
	AA050MG04	800×480 (Wide-VGA)	900	RGB	IPS, антиблик
7	AA070MC01	800×480 (Wide-VGA)	1000	LVDS	IPS, LED-драйвер
	AA070MC11	800×480 (Wide-VGA)	1300	LVDS	IPS, медицинская
	AA070MC12	800×480 (Wide-VGA)	1200	LVDS	IPS, медицинская, портретная ориентация
	AA070MC52	800×480 (Wide-VGA)	1200	LVDS	IPS, портретная ориентация
	AT070MP01	800×480 (Wide-VGA)	1000	LVDS	IPS, LED-драйвер, -40...+85 °С, вибростойкость 6,8 г, антиблик
8	AT070MP11	800×480 (Wide-VGA)	1300	LVDS	IPS, -40...+85 °С, вибростойкость 6,8 г, антиблик
	AT080MD01	800×480 (Wide-VGA)	1000	LVDS	IPS, LED-драйвер, -40...+85 °С, вибростойкость 6,8 г, антиблик
8,4	AT080MD11	800×480 (Wide-VGA)	1000	LVDS	IPS, -40...+85 °С, вибростойкость 6,8 г, антиблик
	AA084XD11	1024×768 (XGA)	1000	LVDS	IPS, антиблик
9	AA084XD51	1024×768 (XGA)	1000	LVDS	IPS, антиблик, портретная ориентация
	AA090TB01	1280×768 (Wide-XGA)	800	LVDS	IPS, антиблик
10,1	AA101TA12	1280×800 (Wide-XGA)	1000	LVDS	IPS, -40...+80 °С, антиблик
10,4	AA104XG12	1024×768 (XGA)	900	LVDS	IPS, антиблик
10,6	AA106TA01	1280×768 (Wide-XGA)	1000	LVDS	IPS, LED-драйвер
	AA106TA11	1280×768 (Wide-XGA)	1000	LVDS	IPS
	AA106TA51	1280×768 (Wide-XGA)	1000	LVDS	IPS, портретная ориентация
12,1	AA121XP13	1024×768 (XGA)	1000	LVDS	IPS, антиблик
	AA121TH11	1280×768 (Wide-XGA)	1000	LVDS	IPS, антиблик
15	AA150XW14	1024×768 (XGA)	1000	LVDS	IPS
	AA150PD13	1400×1050 (SXGA+)	1000	LVDS	IPS, антиблик

ет комфортному восприятию показаний, вводя оператора в состояние стресса. Даже в самых массовых устройствах — смартфонах — до сих пор не решена проблема с автоматической регулировкой яркости: большинство пользователей отключает эту функцию, переходя в ручной режим управления. На борьбу с прямыми солнечными лучами, высоким энергопотреблением и необходимостью постоянной регулировки яр-

кости пришла технология Transflective, предусматривающая два режима подсветки изображения (рис. 2). Каждый пиксель матрицы разбит на две соответствующие ячейки. Одна из них работает стандартным образом — свет от подсветки проходит через поляризаторы, пленки, цветочные фильтры, электроды и сами жидкие кристаллы, давая привычную картинку. А вторая область вместо подсветки использует зеркала для отра-

жения внешнего света и органическую структуру, которая регулирует яркость, вместо жидких кристаллов. Так, Transflective-матрицы могут полноценно отображать информацию даже при выключенной подсветке, если рядом есть достаточно яркие источники света. Еще одно интересное свойство подобных индикаторов — высокая скорость отклика при низких температурах.



**Рис. 2.**  
Поперечное сечение пикселя Transflective-матрицы Mitsubishi Electric

## КУДА НАЖАТЬ?

Помимо отображения, коммутационные узлы зачастую должны предоставлять возможность ввода данных. Универсальным решением практически для любых применений является PCAP — проекционно-емкостная сенсорная панель. Этот тип сенсора давно оставил конкурентов позади, о чем написано уже немало статей: резистивные, инфракрасные сенсоры и сенсоры на ПАВ считаются или устаревшими, или очень специфическими решениями. Самыми важными особенностями PCAP являются:

- возможность установки защитного стекла — вплоть до 5 мм;
- наличие контроллеров с широким температурным диапазоном, соответствующим модельному ряду TFT-матриц;
- реализация поддержки до 10 одновременных касаний;
- функционирование в условиях попадания капель воды или работы в перчатках;
- наличие решений с высокой электромагнитной совместимостью.

Большое значение имеет выход на рынок комплексных решений — уже склеенных на сто-

роне производителей TFT-матриц и сенсорных панелей (PCAP). Существует два варианта реализации такой склейки: с помощью двухсторонней клейкой ленты или оптическим способом, когда воздушный зазор заполняется специальным гелем. Последний подход — полезное новшество: меньшее количество оптических границ сред позволяет значительно снизить процент отраженного света. Это дает важное преимущество в таких применениях, как авионика, где из-за частых изменений температуры возможно появление конденсата в области между сенсором и матрицей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тенденции развития рынка промышленных TFT-LCD-модулей показывают, что ключевые игроки данного направления постоянно прислушиваются к требованиям заказчиков, выпуская в свет все более широкую номенклатуру изделий. Помимо основных решений, описанных в статье, пользователям доступны вытянутые панели для применений в информационных табло, тонкие матрицы для промышленных планшетов, виброустойчивые модели и т. д. На данный момент основными направлениями развития промышленных индикаторов являются:

- увеличение номенклатуры изделий с высоким разрешением;
- расширение температурного диапазона эксплуатации модулей, в частности повышение скорости отклика при низких температурах;
- удешевление стоимости производства и как следствие — разработка модулей Transflective, с PCAP и виброустойчивостью, чаще всего больших диагоналей.

Многообразие современных решений в области промышленных TFT-LCD должно соответствовать требованиям разработчиков, помогать справляться с поставленными задачами операторам, машинистам и медикам, а также удовлетворять эстетическим представлениям дизайнеров и конечных пользователей. Кажется бы, консенсус к настоящему времени уже достигнут, но с выходом новых моделей рынок открывает нам все новые горизонты совершенства.

