

## TFT-МОДУЛИ В ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА



Важнейшим признаком промышленного класса TFT-модулей являются гарантии длительного нахождения в производстве, а такие характеристики, как расширенный температурный диапазон, виброустойчивость, читаемость на солнечном свете — их частые, но вовсе не обязательные спутники. Для применения же на подвижном составе вышеупомянутые «опции» становятся не просто обязательными, а критически важными. А в ряде случаев требуются сугубо специальные, если не сказать экзотические, решения.

Отдельного «железнодорожного» класса TFT-панелей как такового не существует. Для этих целей используются более-менее подходящие модели из промышленной линейки, и автоматика подвижного состава просто указывается в перечне рекомендуемых применений в их технических описаниях.

И дело здесь вовсе не в недостаточной заинтересованности производителей TFT-панелей в железных дорогах: и в России, и на Западе, и на Востоке железные дороги — это особый мир технической культуры, стандартов и даже инженерной философии. Но TFT-модуль — это все же электронный компонент, хоть и очень сложный, а отраслевая специфика в полной мере реализуется уже в изделиях, созданных на его основе.

Ниже приводится обзор TFT-панелей, отвечающих требованиям производителей автоматики и информационных систем подвижного состава железных дорог.

Изделия на основе TFT-модулей для применения на подвижном составе можно разделить на три условные группы.



1. Решения для органов управления подвижным составом, размещаемые непосредственно в кабине машиниста. К подобным системам относятся устройства связи, управления торможением, маневрированием и пр.
2. Вспомогательные системы управления подвижным составом: системы видеомониторинга вагонов и наружных дверей, системы управления климатом и прочими вагонными системами.
3. Информационно-развлекательные системы для пассажиров.

Как можно увидеть, решения группы I являются критически важными для нормального и безопасного функционирования поезда, но электронные дисплеи далеко не сразу нашли здесь себе место. Сегодня все уже привыкли к отсутствию стрелочных приборов даже на кокпитах самолетов, а двадцать лет назад экран вместо знакомого «будильника» вызывал понятное недоверие. Применение же ЖКИ и вовсе не рассматривалось. Впрочем, вполне заслуженно: рабочие температуры TFT-модулей были далеки от железнодорожных стандартов, а их ресурсы невелики. Неслучайно первыми в кабинах машинистов появились довольно архаичные вакуумно-люминесцентные индикаторы, а также плазменные и крайне дорогие электролюминесцентные. Безусловно высокие эксплуатационные характеристики этих дисплеев компенсировались сомнительными потребительскими качествами. Плазменные дисплеи, например, крайне громоздки, в них сложно реализуется высокое разрешение, а электролюминесцентные не способны сформировать полноцветное изображение — поддерживают от силы несколько цветов при полной недоступности синего.



Рис. 1. Вид кабины машиниста в современном поезде

Аппетит часто приходит во время еды: и разработчики оборудования, и его эксплуатанты, начав работать со «стеклянной кабиной», хотели использовать все ее возможности, т.е. получить многорежимные дисплеи, способные отображать и цифробуквенную информацию, и мнемосхемы, и сложную графику, и даже видео (рис. 1) — ведь всем этим уже давно пользовались «гражданские» пользователи ПК и ноутбуков, не обремененных особыми требованиями

**Словосочетание «стеклянная кабина» является переводом термина Glass Cockpit. Так на рубеже 1980-90-х гг. XX века стали называть приборные доски самолетов, в которых аналоговые механические/электромеханические индикаторы были заменены многофункциональными индикаторами — в те времена еще на электронно-лучевых трубках. Со временем термин распространился и на применения в других сферах.**

к эксплуатации. Удовлетворить таким запросам могли только TFT-модули, чьи характеристики заметно подтянулись к середине 2000-х гг.

Рабочий температурный диапазон промышленных TFT-модулей достиг вначале  $-20...+70^{\circ}\text{C}$ , а ближе к концу 2000-х гг. и  $-30...+85^{\circ}\text{C}$ . В авангарде шли такие производители, как NEC и Mitsubishi, но с ними быстро сравнялись и AUO, и Innolux (в то время CMO), и некоторые другие.

Таким образом, по наиболее критическому параметру проблема применения TFT была преодолена. Определенное недоверие к заявленным температурным характеристикам отчасти оправдывалось отсутствием единой методики испытаний у производителей модулей, обычно они не раскрывали ее в полной мере, указывая лишь, что испытания проводились при крайней температуре диапазона в течение столько-то часов. При этом не отмечалось, например, в каких условиях осуществлялось включение панели. В целом же данный вопрос решается самостоятельными испытаниями панелей производителями оборудования.

Если верхняя граница температурных диапазонов эксплуатации и хранения обычно не вызывает вопросов — она находится в пределах  $+70^{\circ}\text{C}...+85^{\circ}\text{C}$ , — то нижние температуры в суровых климатических условиях на большей части территории России становятся предметом особого внимания.

На первый взгляд, рабочие температуры от  $-30^{\circ}\text{C}$  могут удовлетворять требования заказчика без всяких ухищрений. Вряд ли потребитель информации дисплея захочет приступить к работе, не дождавшись хотя бы минимального прогрева кабины. В действительности же производители вынуждены руководствоваться регламентирующими документами: к примеру, требованиями ГОСТ 15150-69, где даже для зон с умеренно-холодным климатом предполагается рабочая температура до  $-50^{\circ}\text{C}$ . Основным решением для таких случаев является обогрев TFT до приемлемой температуры. Но температурный диапазон самого модуля значения

не теряет: чем меньше значение нижней температуры диапазона, тем меньше требований к обогреву и меньше рисков в целом.

Впрочем, ряд производителей подогрев не использует, рассчитывая на температурное реле. При этом дисплеи включаются только по достижении температурой кабины допустимых значений.

В течение последнего года на рынке появился ряд моделей с документированным рабочим диапазоном от  $-40^{\circ}\text{C}$ , к ним относятся, например, TFT-модули Mitsubishi AT104XH11 и AT070MJ11. Подобный температурный диапазон должен окончательно удовлетворить запросы производителей.

Вопрос же температуры хранения решен не до конца. В случае промышленных панелей температуры хранения примерно соответствуют рабочим — в частности, для панелей с диапазоном от  $-30^{\circ}\text{C}$  заявленные температуры хранения практически идентичны. Для местностей с умеренным и холодным климатом, к которым относится большая часть территории страны, температуры хранения предполагаются от  $-50^{\circ}\text{C}$  (длительные) до  $-60^{\circ}\text{C}$  (кратковременное воздействие). Ни один производитель TFT-модулей такие характеристики не заявляет. Более того, такие низкие температуры в принципе не предполагаются их методиками испытаний. На практике же вопрос решается положительно. Во-первых, де-факто температура хранения у ответственных производителей TFT как минимум на  $10^{\circ}\text{C}$  ниже заявленной, что подтверждается заводскими испытаниями. В случае же длительного простоя подвижного состава на сильных морозах модули отображения информации могут попросту изыматься из приборных панелей кабин машинистов и храниться в теплых помещениях. И хотя в таком подходе есть место не до конца формализованным процессам, случаи выхода из строя по этой причине крайне редки.

Прочие внешние воздействующие факторы менее критичны при выборе TFT-модуля. Повторимся, TFT-модуль — все же электронный компонент, а не готовое устройство. Вопросы устойчивости к вибрационным и ударным нагрузкам, а также электромагнитной совместимости решаются в рамках задачи конструирования конечного изделия: применения демпферов и вибропоглощающих покрытий, экранов и т. д. Хотя, безусловно, устойчивость самих панелей (как потенциально хрупких изделий) к ВВФ упрощает задачи конструирования. Например, многие промышленные модули рассчитаны на синусоидальные вибронгрузки до 1G в широком диапазоне частот, а в случае упомянутых модулей серии AT Mitsubishi — и вовсе 6G, что зачастую заметно превышает требования к конечному изделию.

Всевозможные специальные характеристики TFT-модуля в группе I почти не востребованы. К примеру, дисплеи в кабине машиниста редко оказываются засвечены прямыми солнечными лучами, чтобы требовалась улучшенная читаемость на солнечном свете. Практика применения показывает, что яркость дисплея в диапазоне  $400\text{--}500\text{ Кд/м}^2$  вполне достаточна для большинства применений. Антибликовые же покрытия оказываются и вовсе невостребованными.

В большинстве случаев TFT-модули, выполненные по TN-технологии, вполне удовлетворяют требованиям заказчика,

если потребителем информации является только машинист или его помощник. Если же дисплей предполагает одновременный обзор двумя членами локомотивной бригады или обзор с разных ракурсов, могут понадобиться технологии с обеспечением широкого угла обзора (MVA и IPS).

Еще одна технология — optical bonding (оптическая склейка) — предполагает монтаж защитного стекла, наклеенного на поверхность TFT-модуля не по периметру, а по всей поверхности посредством оптически прозрачного геля. Несмотря на то, что технология была разработана для снижения коэффициента отражения — задачи, второстепенной для ж/д применений, она позволяет исключить образование конденсата под стеклом дисплея при частых переходах через точку росы.

Требования к TFT-модулям для применения в группе II принципиально не отличаются. И все же это оборудование призвано скорее обеспечить заданный уровень комфорта для пассажиров и поездной бригады, чем выполнять критически важные функции, и на практике требования здесь мягче. Нет особого смысла применять системы подогрева, подобное оборудование вполне могут включать при прогреве воздуха в вагоне до приемлемой температуры. Также нет необходимости применять очень дорогие TFT — стандартных промышленных модулей с температурными диапазонами работы/хранения от  $-30^{\circ}\text{C}$  вполне достаточно. Если говорить о самых популярных в этой группе диагоналях 10,4–15", то выбор панели из промышленной линейки AUO или Innolux будет более чем оправдан.

Наконец, группа III особенно интересна с точки зрения выбора TFT-модуля, несмотря на ее кажущуюся второстепенность для нормального функционирования подвижного состава. Действительно, эти изделия служат лишь для информирования, развлечения пассажиров и трансляции рекламы. Однако именно здесь должно выполняться одновременно два, а точнее, два с половиной условия:

- Высокие оптические характеристики. Дисплеи должны обеспечивать высокое качество «картинки» для большого количества пассажиров с разных углов обзора в условиях сильной освещенности вагонного пространства.
- Высокие эксплуатационные характеристики. Пусть никакой жизненно-важной информации эти дисплеи не отображают, но они все же должны пережить хранение и, возможно, запуск при низких температурах.

В качестве «половинного» условия можно отметить специфические требования к дизайну, заслуживающие отдельного рассмотрения.

Как правило, информационные дисплеи пассажиров размещаются в торцах вагонов над входными группами или в стойке под потолком вагона над проходом.

Очень часто для подобного применения требуются TFT-модули с диагоналями более 20" и, следуя общемировому тренду в передаче видеоконтента, в широкоформатном исполнении (16:9 или 16:10). «Классические» же промышленные панели обычно ограничены диагональю 19".

В настоящее время появились широкоформатные модели большой диагонали, классифицированные как промышлен-



ные. Более того, ряд этих моделей выполнен по технологии MVA или IPS, обеспечивая широкие углы обзора. Последнее весьма важно для видеоинформационных систем вагона. Если пассажиры, расположенные на значительном удалении от дисплея, оказываются в пределах нормальных углов обзора, вне зависимости от технологии TFT-панели, то сидящие вблизи по сторонам или непосредственно внизу рискуют получить сильно искаженную «картинку», если применяется TN-технология.

К сожалению, обычно промышленные TFT-модули больших диагоналей являются таковыми лишь по базовым признакам — гарантиям длительного нахождения в производстве и приемлемым ресурсом подсветки — 30–50 тыс. часов. В то время как в плане температурных диапазонов это обычные мониторные панели с рабочими температурными диапазонами от 0 °С и хранения — в лучшем случае от –10 °С.

В определенной степени проблему решает появление на рынке обновленной панели AU Optronics G240HW01 V0 с широкими углами обзора и диапазоном температур эксплуатации –20...+70 °С, хранения — –30...+85 °С, а работы/хранения — от –20 °С. Возможно, в ближайшее время подобные решения появятся и у других производителей.

И все же основная функция дисплея в пассажирском вагоне — информировать, а не развлекать. Дисплей, отображающий основную информацию о движении, предстоящих остановках и времени в пути — это устройство, интегрированное в вагон, в том числе и в чисто дизайнерском смысле. Для передачи этих данных порой куда уместнее использовать узкое и длинное табло, встроенное в панели над междвагонными и наружными дверьми.

Идея узкого и длинного дисплея не нова. Они давно представлены светодиодными табло и даже электромеханическими дисплеями. В области TFT-модулей такие решения появились как производные от больших мониторных панелей — т.н. «усеченные» панели (англ. Cut panels). По сути это урезанные в два или три раза по вертикали мониторные



Рис. 2. TFT панель Mitsubishi Electric AA192AA01

нения начинается уже от –20 °С. В ближайшее время на рынке появится новая промышленная панель G286HAN01.0 с рабочим диапазоном уже от –10 °С.

Еще одно решение — TFT-панель Mitsubishi Electric AA192AA01 (рис. 2) промышленного применения с температурным диапазоном хранения/эксплуатации –30...+80 °С. Она хорошо подходит для суровых условий эксплуатации. Для удобства сравнения характеристики трех «длинных» TFT-модулей сведены в таблицу.

В последнее десятилетие человек настолько привык к высококачественному полноцветному изображению и в бытовых, и в промышленных системах, что TFT-модули завоевали себе место даже в наиболее консервативных сферах научно-технической деятельности человека, к которым относится и железная дорога. Даже необходимость специальных технических решений для гарантии нормальной эксплуатации TFT-модулей в рамках суровых железнодорожных стандартов и регламентов не является препятствием для производителей соответствующего железнодорожного оборудования.

В свою очередь, производители TFT-модулей, пусть и с некоторым опозданием, идут навстречу потребностям отрасли и разрабатывают все больше продуктов, вполне отвечающих

Таблица. Характеристики некоторых «длинных» TFT-модулей для информационных табло

Модель	Производитель	Разрешение	Размер активной области, мм	Яркость, Кг/м <sup>2</sup>	Рабочий температурный диапазон, °С	Температурный диапазон хранения, °С
P280HVN02.0	AU Optronics	1920×358	698,4×129,9	700	0...+50	–20...+60
G286HAN01.0	AU Optronics	1920×540	698,4×196,4	1000	–10...+60	–20...+70
AA192AA01	Mitsubishi Electric	1920×360	478,1×89,6	500	–30...+80	–30...+80

или телевизионные TFT-матрицы соответствующих диагоналей. Например, для «усеченной» 19" панели с разрешением 1680×342 исходной является «усеченная» на 1/3 22" панель с разрешением 1680×1026. Кроме пропорционального разрешения, «усеченные» панели унаследовали и все основные качества исходных мониторных матриц, в том числе коммерческий температурный диапазон работы и хранения от 0 °С. В последнее время производители и этих панелей стали реагировать на запросы промышленности и железнодорожников. Так, у AUO появилась модель P280HVN02.0 с разрешением 1920×358. Рабочий температурный диапазон у нее по-прежнему от 0 °С, а вот диапазон температур хра-

требованиям отрасли. Даже в информационно-развлекательных системах пассажирских вагонов решения на основе TFT из разряда дополнительного оборудования переходят в класс систем, изначально интегрированных в конструкцию вагона. В скором времени повсеместное распространение таких систем мы увидим не только в престижных составах высокоскоростного движения, но и в скромных тружениках железных дорог — поездах пригородного сообщения.

