

# Защищённые мониторы – от дисплея до тачскрина

Игорь Матешев, Андрей Туркин (Москва)

В статье рассматриваются основные принципы конструкции и работы защищённых мониторов для жёстких условий эксплуатации. Статья будет полезна инженерам и специалистам, связанным с производством оборудования в рамках программы импортозамещения.

Разработчики современных систем отображения информации всё чаще сталкиваются с задачей создания защищённых мониторов или иначе – раггедизированных (термин возник от английского понятия *ruggedized*, то есть «созданный специально для жёстких условий эксплуатации» [1]). Эти мониторы работают в самых суровых климатических условиях в течение длительного времени. Перечислять решения, где они применяются, можно долго, но самые главные – это транспорт и системы контроля. И если раньше использовались готовые зарубежные изделия, то сейчас наступило время импортозамещения. Чтобы заменить импортный монитор, нужно знать основные принципы и базовые элементы, на которых основана его конструкция.

## ЖК-дисплей

Жидкокристаллический (ЖК) дисплей – краеугольный камень современных раггедизированных мониторов. Попытки заменить жидкие кристаллы предпринимаются по сей день, но

пока что ни одна технология не может полностью их заменить.

У ЖК-дисплеев есть определённые минусы – относительно слабая устойчивость к низким температурам, сравнительно невысокий собственный контраст и наличие задержки отклика. Однако создатели дисплеев постоянно ведут работу над улучшением матриц, так что современные образцы способны выдерживать мороз до  $-30^{\circ}\text{C}$  и работать на солнечном свете благодаря яркой подсветке и антибликовому фильтру. К тому же на рынке сейчас так много различных вариантов матриц, что разработчики защищённых систем могут найти изделие, удовлетворяющее практически любым требованиям заказчика (см. рис. 1).

Однако нужно понимать, что защищённый монитор – весьма специфическое изделие, и при его разработке, скорее всего, не удастся ограничиться установкой стандартного промышленного ЖК-дисплея – потребуется вносить доработки. Потребуется, как минимум, защищённый корпус и защитное стекло, но, возможно, также – система подо-

грева и дополнительные антибликовые фильтры. Дело в том, что в отличие от бытового телевизора, который работает в очень небольшом диапазоне температур окружающей среды, защищённый монитор часто работает на открытом воздухе при экстремально низких температурах. К тому же информация на мониторе должна читаться при прямом солнечном свете.

## Защищённый корпус

Представим себе возможные условия работы защищённого монитора, например, судно береговой охраны или поисково-спасательный вертолёт.

В каких условиях будет работать монитор? Это морская вода, солёные брызги, песок, да ещё и туман, тоже «солёный». В таких условиях монитор без специального влагозащитного корпуса и с обычной системой вентиляции выйдет из строя после первого же месяца работы.

Что делать? Использовать герметичный корпус и покрывать платы управления матрицей специальным лаком. Да, подобная конструкция предъявляет очень высокие требования к теплоотводу, но позволяет использовать монитор в любых погодных условиях.

Герметичный монитор подойдёт и для использования в «обычной» спецтехнике, которая моря и песка может и не видеть, но регулярно видит мойку салона под давлением. Не всякий монитор выдержит давление в сотню атмосфер. Однако в данном случае можно обойтись монитором со степенью защиты IP67 только по фронту [2], а не по всему корпусу, если панель приборов сама по себе защищает от попадания пыли и воды во внутреннее пространство (см. рис. 2).

## Нагреватель

В России одно из главных требований для раггедизированного монитора – возможность работать при экстремальных отрицательных (да и положительных) температурах окружающей среды.

Промышленные ЖК-дисплеи и мониторы не способны работать в таких условиях, особенно дисплеи большого размера. Чтобы устройство не замёрз-



Рис. 1. ЖК-дисплеи AUO для промышленных применений

ло при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ , разработчики защищённых мониторов вынуждены использовать различные технические ухищрения.

Впрочем, некоторые инженеры закладывают в конструкцию обычный дисплей в надежде, что он сможет работать и при температуре до  $-40^{\circ}\text{C}$ . Примечательно, что во многих случаях современные коммерческие ЖК-дисплеи действительно могут работать при такой температуре, но срок их службы при этом существенно сокращается. Дело в том, что обычно жидкие кристаллы при таких низких температурах почти полностью застывают и при включении в таком состоянии будут повреждены [3]. Однако повреждение может произойти не сразу, а сам дисплей даже сможет пройти первоначальную проверку, чем и пользуются некоторые недобросовестные производители.

В отличие от них ответственные разработчики стремятся сохранить продолжительный срок службы продукта при использовании во всём диапазоне температур. Для защищённых мониторов разработчики используют встро-



Рис. 2. Защищённый герметичный корпус

енный в дисплей нагреватель («хитер», heater) – для нагрева ЖК-дисплея до его рабочей температуры. Есть в такой системе и свой минус – предварительный нагрев приводит к задержке включения (как правило, около минуты), но с этим можно смириться, поскольку при этом значительно повышается надёжность системы.

«Хитеры» для ЖК-дисплеев изготавливаются из прозрачной электропроводящей плёнки (обычно – из оксида индия-олова, ИТО), вдоль краёв которой наносятся токопроводящие шины с низким сопротивлением (см. рис. 3). Поверхность «хитеров», как правило, покрыта прозрачным адгезивным слоем, с помощью которого нагреватель

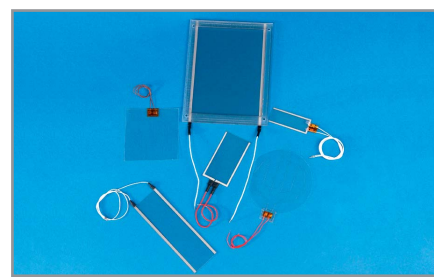


Рис. 3. Примеры нагревателей

и крепится к дисплею. К шинам подаётся ток, обеспечивая равномерный нагрев поверхности. Обычно используется мощность в пределах  $1\text{ Вт/дюйм}^2$ .

Использование нагревателей позволяет расширить температурный диапазон дисплея. Например, для TN-матриц рабочий диапазон обычно находится в пределах от  $-30$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ , а с «хитером» он расширяется до  $-55...+80^{\circ}$ .

### Подсветка и фильтры

Третье требование для раггедизированных мониторов – читаемость. В общем случае, чем выше внешний контраст, тем легче наблюдателю считывать информацию в условиях яркого света [4].

# SHARP

## LCD-ПАНЕЛИ SHARP ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ



Размер диагонали, дюйм	10,4	12,1	15...23	2,5...8,5
Разрешение	VGA, SVGA	SVGA, WXGA	XGA, SXGA, USGA	Q-VGA, SVGA, WVGA
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	420...450	400...1200	350...1000	280...500
Контрастность : 1	600...800	800...1000	600...1000	300...800
Входной видеосигнал	Digital RGB, LVDS	Digital RGB, LVDS	LVDS	Digital RGB, LVDS
Задняя подсветка	LED	LED	LED	LED
Предельная рабочая температура, °C	МИН.	-30	-15	-20
	МАКС.	+80	+75	+70

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SHARP

**ProCHIP**  
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

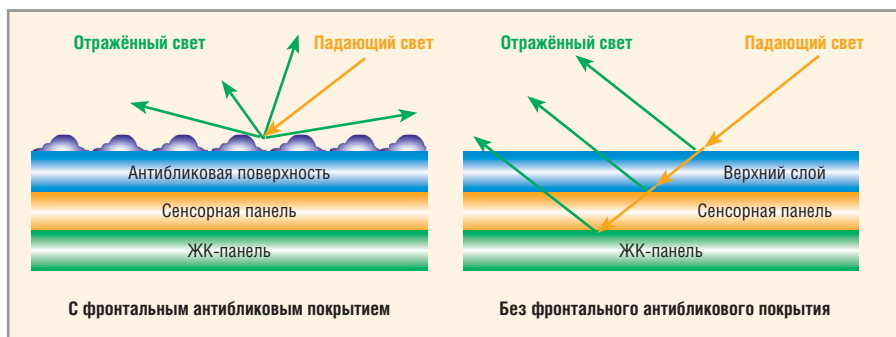


Рис. 4. Структура и иллюстрация принципа работы антибликового фильтра

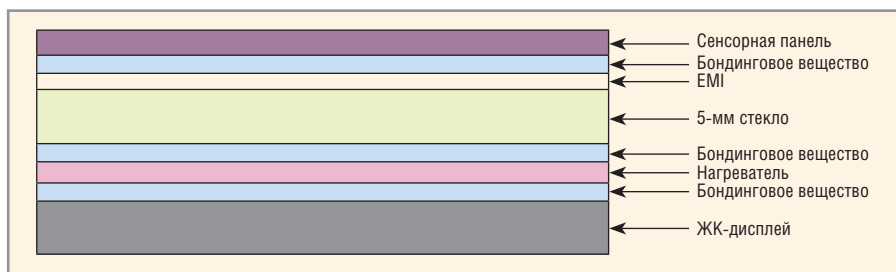


Рис. 5. Структура покрытия типа «оптический бондинг»

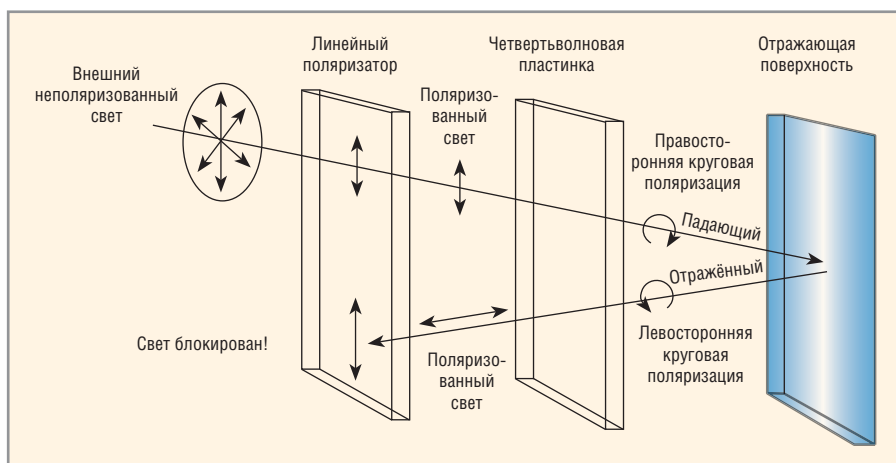


Рис. 6. Принцип работы поляризатора

Чтобы повысить внешний контраст, необходимо по возможности избавиться от отражённого от экрана света, например, путём применения антибликовых и антиотражательных фильтров и использования поляризаторов, а также повысить яркость подсветки дисплея.

Высокая яркость обеспечивается применением мощных систем подсветки. Сейчас практически все производители используют светодиодную подсветку, поскольку она долго служит, мгновенно включается, легко переносит механическое воздействие и имеет широкий диапазон регулирования яркости без влияния на срок службы. К тому же светодиодная система подсветки не требует высоковольтного питания, что очень важно, например во взрывоопасных зонах.

Что касается отражённого света, почти во всех современных ЖК-дисплеях используются плёночные антибликовые и антиотражательные фильтры (см. рис. 4). И хотя само по себе наличие таких плёнок и помогает увеличить внешний контраст, поскольку они рассеивают и распределяют отражение света, проблема в том, что эти покрытия влияют только на внешний слой стекла дисплея, хотя свет также проходит через внутренние слои дисплея и отражается и от них, а антибликовые покрытия не могут этого предотвратить. И, если в простых дисплеях зачастую имеется три-четыре слоя, то в более сложных конструкциях количество слоёв может достигать до семи-восьми. По мере того как свет проходит через каждый слой, будет изменяться показатель преломления, в результа-

те чего неизбежно будут возникать отражения. Эти искажения становятся намного больше у дисплеев, которые имеют воздушные зазоры между стеклянными слоями. Возникает вопрос – что можно с этим сделать?

Возможное решение: выбор экрана с оптическим бондингом. Оптический бондинг – это процесс формирования слоёв на ЖК-дисплее, состоящих из защитного стекла, сенсорного экрана и других дополнительных прослоек, например отражательной плёнки (см. рис. 5). Чтобы удалить воздушный зазор между этими слоями, используется силиконовый гель или другой адгезивный материал. Затем сборка отверждается и застывший слой геля скрепляет получившийся «сэндвич». Таким образом, оптический бондинг устраняет внутренние отражения между слоями, поскольку показатель преломления становится единым. В итоге получаем высокий показатель внешнего контраста. К тому же оптический бондинг даёт и другие преимущества: укрепляет конструкцию дисплея, защищает от конденсата и осадков пространство между слоями и не влияет на температурный диапазон дисплея [5].

Но лучшим решением будет использование поляризатора и четвертьволнового фазосдвигающего фильтра (см. рис. 6). При его использовании внешний свет сначала проходит через поляризатор, а потом через фазосдвигающий фильтр. Таким образом, сначала отсекается до половины проходящего внешнего света, а потом происходит поворот плоскости поляризации на 45 градусов. Затем свет отражается и опять проходит через фазосдвигающий фильтр, который доводит сдвиг вектора поля до 90 градусов. Такое излучение уже полностью задерживается поляризационным фильтром. В результате, получаем на выходе отсутствие отражённого от внутренних слоёв света [6].

### ЗАЩИТНОЕ СТЕКЛО

Сам по себе дисплей, будучи всего несколько миллиметров толщиной, не обеспечивает достаточную жёсткость корпуса. Более того, при определённых вибронагрузках ячейки жидких кристаллов могут разрушиться.

Чтобы защитить монитор, ЖК-панель соединяется со слоем из закалённого стекла. Эта сборка может быть затем изолирована внутри корпуса для дополнительной защиты. Кроме механиче-



ской защиты, слой стекла даёт ещё одно преимущество – он предлагает основу для нанесения многих видов покрытий, улучшающих оптические свойства дисплея, в том числе, антибликовых и поляризационных. К тому же специальное стекло может включать в себя электропроводящий слой для электромагнитной защиты.

### СЕНСОРНЫЙ ЭКРАН

Наконец, в нынешнее время оператор чаще всего взаимодействует с изображением напрямую, без дополнительных контроллеров, таких как трекбол или клавиатура (см. рис. 7). Для этого в монитор встраивается сенсорный экран (тачскрин). Принципы работы таких экранов разнообразны и заслуживают отдельной статьи, но основные типы сенсоров, применяемых в защищённых мониторах, – это резистивные или проекционно-ёмкостные, в зависимости от задач монитора.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные защищённые мониторы весьма востребованы. Более того, количество устройств, в которых они

применяются, постоянно увеличиваются. Разработка защищённых мониторов – это весьма сложный процесс, требующий знания условий, где будет применяться изделие, и основных узлов, на которые при этом нужно обращать внимание:

*ЖК-дисплей* – на сегодня это лучший вариант для отображения крупноформатного цветного изображения;

- *защищённый корпус* требуется для защиты от окружающей среды, вибраций и ударов;
- *нагреватель* требуется для работы при низких температурах;
- *подсветка и фильтры* необходимы для обеспечения высокого внешнего контраста при работе в условиях яркого света;
- *защитное стекло* – для нанесения фильтрующих плёнок и повышения жёсткости дисплея;
- *сенсорный экран (тачскрин)* – для обеспечения простой связи оператор–машина.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. [www.oxforddictionaries.com/ru/определение/английский/ruggedized](http://www.oxforddictionaries.com/ru/определение/английский/ruggedized)



Рис. 7. Пример использования сенсорного экрана в экстремальных условиях

2. Матешев И. Защищённые мониторы Boser для жёстких условий эксплуатации. Современная электроника. 2015. №9. С. 46.
3. Беляев В.В. Вязкость нематических жидких кристаллов. Физматлит. 2002.
4. Самарин А. Внешний контраст для OLED-дисплеев. Компоненты и технологии. 2007. №7. С. 22.
5. Матешев И., Туркин А. Особенности защищённых мониторов для ответственных применений. Компоненты и технологии. 2016. №8.
6. Walker G. Optical bonding for improved LCD outdoor viewability. High Resolution. Veritas et Visus. August 2006.



# PROCHIP

POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

- + Различные решения по подбору элементной базы
- + Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- + Поддержка склада
- + Оказание технической и информационной поддержки



+7 (495) 232-2522  
 INFO@PROCHIP.RU  
 WWW.PROCHIP.RU



Реклама

