

# ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ПАНЕЛИ – НЕ ПРОХОДИТЕ МИМО!

## ВЫХОД

В.Сушков

Электролюминесцентные панели (ЭЛП) и приборы на их основе – направление, в последние десятилетия занявшее достойное место среди других средств отображения информации (СОИ). ЭЛП применяют в качестве светильников, световых указателей, источников аварийного освещения, подсвечивающих устройств ЖК-индикаторов, на их основе производят цифробуквенные индикаторы, мнемонические схемы технологических процессов, матричные экраны и т.д. Благодаря низкому энергопотреблению ЭЛП перспективны в комплексе с солнечными батареями, например в автономных светящихся знаках. Для решения многих практических задач ЭЛП эффективнее, чем их основные конкуренты – светодиодные матрицы и ЖК-индикаторы, – особенно при больших габаритах светящихся поверхностей. Отрадно, что СОИ на основе ЭЛП выпускают не только зарубежные компании, но и отечественные производители.

ЭЛП – твердотельное устройство, работа которого основана на эффекте предпробойной электролюминесценции (ЭЛ). Это явление впервые наблюдалось в порошках кристаллофосфоров в середине 30-х годов. Порошковый люминофор помещался между обкладками конденсатора, на который подавалось переменное напряжение звуковой частоты, близкое к напряжению пробоя. На краях частичек люминофора под действием переменного напряжения концентрируется сильное электрическое поле, которое ускоряет свободные электроны, способные ионизировать атомы. Образовавшиеся дырки захватываются центрами люминесценции, на которых при изменении направления поля рекомбинируют электроны, испуская фотоны.

Позднее было обнаружено, что в электролюминесцентных приборах можно использовать различные типы светящихся материалов: порошки и пленки, излучающие при протекании переменного и постоянного тока. Однако по критерию «цена – потребительские свойства» безусловно лидируют ЭЛП на основе порошковых материалов переменного тока.

Этап бурного развития электролюминесценции как технического направления пришелся на 50–60 годы. К середине 70-х годов ЭЛП, имевшие в то время сравнительно небольшую яркость и срок службы, были вытеснены светодиодными, жидкокристаллическими и вакуумнолюминесцентными индикаторами и газо-

разрядными панелями. Однако уже с начала 80-х, благодаря появлению новых материалов с высокой стабильностью, на ЭЛП вновь стали смотреть с большей благосклонностью.

Спектр применения ЭЛ-приборов очень широк – от бытовой техники до специальных изделий. На панелях сегментного типа с динамическим управлением отдельными элементами строят знакосинтезирующие индикаторы высотой от 50 до 300 мм и толщиной от 1 до 5 мм, мнемосхемы технологических процессов, системы отображения информации для военной техники. Созданы и успешно используются матричные экраны с размерами пиксела 0,8 мм. Значительная доля ЭЛП предназначена для подсветки ЖК-индикаторов или шкал приборов.

ЭЛП незаменимы при создании светящихся поверхностей с низким потреблением и излучением энергии. Большой угол обзора в СОИ на ЭЛ-источниках света позволяет применять их в системах, где этот параметр критичен: в медицинской, промышленной и военной аппаратуре. ЭЛ-лампы идеально подходят для систем, эксплуатирующихся в экстремальных условиях. Они выдерживают удары, вибрацию, высокие и низкие температуры без разрушения. Полная герметизация делает ЭЛ-изделия стойкими к воздействиям морской соли и высокой влажности.

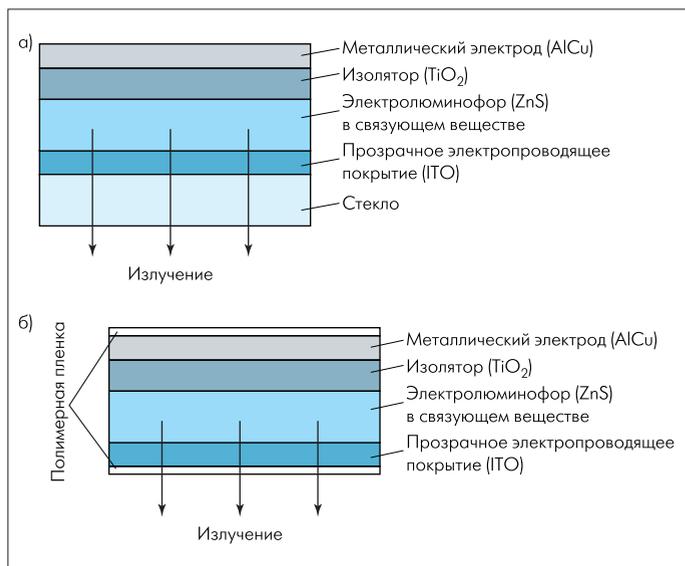
Крупные изображения на ЭЛП различимы на расстояниях до 5 км благодаря высокой контрастности. В ближайшем будущем возможно создание дисплея с габаритами 2 x 3 м для отображения любой информации, вплоть до телевизионного изображения.

### ЭЛП, ИХ СВОТТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основной элемент конструкции ЭЛП – светящаяся часть. Обязательными элементами конструкции ЭЛ-прибора являются также электрические контактные пластины, герметизирующие элемен-

#### Представляем автора статьи

**СУШКОВ Валерий Яковлевич.** Технический директор фирмы "Эллипс-сервис", входящей в холдинг "Сантэл". Окончил факультет энергомашиностроения МВТУ им. Баумана. Долгое время работал на предприятиях ОПК. Сфера научных интересов – СОИ на базе электролюминесценции.  
Тел. (095) 782-27-96. Email: ellips@hotmail.ru.



**Рис. 1. Структуры ЭЛП на стекле и органической основе**

ты, корпус и электрический разъем. Светящаяся часть современных ЭЛП представляет собой плоский конденсатор, один из электродов которого прозрачен, а в качестве диэлектрика используется диспергированный в связующем материале порошковый люминофор на основе сульфида цинка. Светящаяся часть может быть выполнена на стеклянной подложке (толщина 3–8 мм), на полимерной пленке (толщина менее 1 мм), на печатных платах и на основе алюминиевой фольги. Структуры на стекле и полимерной пленке представлены на рис. 1.

В структурах на стекле и полимерной основе в качестве прозрачного электрода используют токопроводящие пленки оксида олова или индия, прозрачность которых превышает 80%. Слой органического диэлектрика с люминофором наносят на прозрачный электрод методом пульверизации или трафаретной печати. Непрозрачный электрод, как правило, изготавливают в виде тонкой пленки алюминия или меди методом магнетронного напыления. Реже в качестве непрозрачного электрода применяют пасту с порошком серебра (для дорогих и высоконадежных изделий) или с графитовым порошком.

Структуры ЭЛП с основой на печатной плате и на алюминиевой фольге отличаются тем, что роль непрозрачного электрода в этом случае играет сама основа. Электрические выводы могут быть размещены в любой удобной точке на периферии панели.

Цвет свечения ЭЛП зависит от типа люминофора – фактически, от активирующих добавок в сульфиде цинка – и может быть голубым (450–470 нм), зеленым (505–520 нм), желтым (580–585 нм), красным (600 нм). Яркость излучения ЭЛП прямо пропорциональна частоте питающего напряжения в рабочем диапазоне 50–2000 Гц и зависит от типа люминофора – ярче всего ЭЛП с зеленым или лимонно-желтым спектром излучения (см. табл.).

Величина питающего напряжения зависит от толщины слоя люминофора (толщины диэлектрика в плоском конденсаторе) и, как правило, составляет 100–250 В. Серийные панели выпускаются на структурах, работающих от напряжения 110 В.

**Яркость свечения ЭЛП различного цвета при напряжении питания 110 В и возбуждающих частотах 400 и 1000 Гц (кд/м<sup>2</sup>)**

Цвет свечения	Частота напряжения питания	
	400 Гц	1000 Гц
Голубой	25	100
Зеленый	50	150
Желтый	40	120
красный	20	80

Крайне важное эксплуатационное свойство ЭЛП – сохранение яркости свечения. Обычно в течение первых 100 часов работы яркость снижается на 10%, затем продолжает убывать по линейному закону. Ресурс ЭЛП чаще всего оценивают временем, за которое яркость по сравнению с начальной уменьшается в два раза. Для сохранения яркости электролюминофора уменьшают частоту возбуждающего напряжения.

Особые требования предъявляются к диэлектрическим связующим материалам в слое диэлектрика с люминофором – они должны обеспечивать необходимые градиенты напряженности при больших запасах электрической прочности. Для длительного сохранения свойств этого слоя применяют материалы с малой влагонепроницаемостью, поскольку доминирующую роль в процессе старения играет именно влага. ЭЛ-изделия защищают от влаги и конструктивно – герметизируют.

Очень важно, что несмотря на небольшую толщину плоской равномерно светящейся панели (не более 1 мм для гибкой ЭЛП на основе органической пленки), ее можно изгибать, размещая на поверхности сложной формы.

Одно из основных преимуществ ЭЛП – малое потребление энергии. Типичное значение потребляемой мощности от 115-вольтового источника переменного тока с частотой возбуждения 60 Гц, достаточной для условий низкой освещенности, составляет 0,02 Вт/дм<sup>2</sup>. Когда необходима повышенная яркость – например, при более высокой внешней освещенности или для наружного применения – используют частоты порядка 400 Гц. Тогда потребление составит 0,14 Вт/дм<sup>2</sup>. Например, ЭЛП в качестве лампы подсветки пульта управления самолета будет рассеивать максимум 2 Вт, тогда как лампа накаливания аналогичной яркости – 7 Вт. Кроме того, содержание инфракрасного излучения в спектре ЭЛ-источников пренебрежимо мало, поэтому они с успехом применяются совместно с усилительными системами ночного видения.

### ОСОБЕННОСТИ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ЭЛП

Наиболее благоприятно для ЭЛП напряжение питания синусоидальной или близкой к ней формы. Крутые фронты и пиковые всплески в цепи питания нежелательны, поскольку они могут привести к пробое диэлектрического слоя и выходу ЭЛП из строя. Поскольку типовое напряжение питания, в зависимости от структуры ЭЛП, составляет 100–250 В (400–2000 Гц), панель можно запитывать от стандартных сетей питания (бытовых, бортовых и т.п.). Если же необходимо автономное питание, используют специальные источники – DC/AC-конвертеры с входным напряжением 3–12 В и мощностью 0,1–10 Вт. Такие источники питания строятся на основе различных генераторов или специальных микросхем.

Микросхемы для источников питания ЭЛП выпускают как зарубежные фирмы (Sipex и IMP), так и отечественные производители. Брянское предприятие "НТЦ схемотехники и интегральных технологий" выпускает специальную ИС – DC/AC-преобразователь K1224ПН5Р (ее ближайший функциональный аналог – SP4425Q фирмы Sipex). В схеме включения ЭЛП на ее основе (рис.2) напряжение повышается с помощью внешней индуктивности, на которой вырабатываются высоковольтные импульсы с частотой внутреннего генератора накачки. Фазой выходного напряжения управляет делитель частоты. Частота генератора определяется внешней емкостью. ИС содержит автогенератор частоты накачки; логические схемы для перевода ИС в дежурный режим с малым потреблением тока (до 100 нА); делитель частоты, задаю-

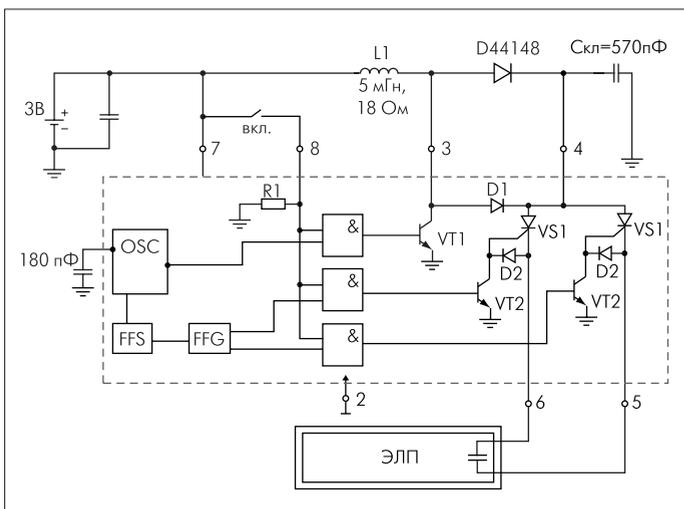


Рис.2. Типовая схема включения ЭЛП с преобразователем K1224PN5P

щий период переключения фазы выходного напряжения; высоковольтный транзисторный ключ накачки и два высоковольтных тиристорных ключа для изменения фазы выходного напряжения. Напряжение питания ИС – 2,2–5 В, выходное напряжение – до 220 В.

Наиболее экономичный режим работы обеспечивают резонансные схемы включения ЭЛП, когда панель используется как элемент емкости LC-генератора. В этом случае параметры элементов схемы рассчитываются на конкретную нагрузку (площадь панели).

### ЭЛП КОМПАНИИ "ЭЛЛИПС-СЕРВИС"

Разработкой и производством приборов на основе ЭЛ-порошков сульфида цинка заняты известные зарубежные фирмы: Ball Engineering, Luminescent Systems, Luminousfilm, EL Products (США), Sumitomi Chem (Япония), Sinel SpA (Италия), Phospor Products (Англия). Опыт создания СОИ на основе ЭЛП есть и у российской фирмы "Эллипс-сервис" ([www.ellips-s.com](http://www.ellips-s.com)). Эта компания разработала и произвела СОИ на основе ЭЛП для авиакосмической, военной промышленности и энергетики. Среди них: комплект бортовых ЭЛ-приборов индикации и сигнализации пилотируемых космических комплексов; знаковосинтезирующие индикаторы для цифробуквенных табло коллективного пользования (командные пункты ПВО); мнемосхемы функционального контроля энергощитов атомных электростанций и др. Благодаря применению новых материалов и более совершенных технологий фирме удалось заставить работать ЭЛП в бытовых устройствах. Освоено производство надежных аварийных светоуказателей, плоских рекламных панелей, тюнинговой подсветки в салонах автомобилей, подсветки приборных панелей автомобилей и малой авиации, светящихся нагрудных знаков.

ЭЛП фирмы, при высокой контрастности, обеспечивают яркость свечения 30–50 кд/м<sup>2</sup> при частоте 50 Гц, 200–350 кд/м<sup>2</sup> – при частоте 1000 Гц; малое энергопотребление (0,1–0,3 Вт/дм<sup>2</sup> при 50 Гц, 1,4–1,9 Вт/дм<sup>2</sup> при 1000 Гц со специальными источниками питания для получения изображения повышенной яркости); равномерное по площади свечение и большой угол обзора (160–180°); высокую устойчивость к климатическим (температура – от -50 до 80 °С, влажность – до 100%) и механическим (до 5г) воздействиям. Для изделий, работающих на улице, отработана технология формирования специального ударопрочного покрытия панелей – триплекса. Сроки службы – до 30 тыс. ч (при питании 220 В и частоте 50 Гц) и до 15 тыс. ч (при питании 220 В и частотах 400–1000 Гц). При выработке ресурса панель не перегорает, а лишь уменьшается яркость ее свечения.

Напряжение питания – 100–250 В, 50–1000 Гц. Масса квадратного дециметра ЭЛП на основе гибкой полимерной пленки – не более 20 г. Размеры панелей – до 300 x 300 мм. Цены приборов – порядка 10 долл./дм<sup>2</sup>.

Типичный пример ЭЛП фирмы "Эллипс-сервис" – аварийный указатель "ВЫХОД", работающий от сети питания 220 В, 50 Гц. В структуре использован люминофор зеленого цвета серии ЭЛФ и нитрильный каучук или полимер на основе фторопласта в качестве связующего. Яркость ЭЛП – 10 кд/м<sup>2</sup>.

Среди типовой продукции "Эллипс-сервис":

- панели для подсветки ЖКИ и лицевых панелей приборов толщиной 0,8–1 мм с габаритными размерами до формата А4. Яркость свечения 50–150 кд/м<sup>2</sup>, ресурс – 10–30 тыс. ч., ориентировочная стоимость – 150–200 руб./дм<sup>2</sup>;
- цифробуквенные индикаторы и табло на их основе с высотой знака от 100 до 500 мм. Формат табло – одна строка, 20 символов. Цвет символов – зеленый, яркость элемента – не менее 50 кд/м<sup>2</sup>, гарантированный уровень допустимой внешней освещенности – не менее 30 лк. Управляющий интерфейс – RS-485. Рабочий диапазон температур – от -20 до 50 °С;
- аварийные светоуказатели, соответствующие нормам пожарной безопасности НПБ160-97.

Изделия поставляются с источниками питания. Фирма разрабатывает и изготавливает контроллеры для ЭЛП, обеспечивающие различные светодинамические эффекты. Программы коммутации пишутся в соответствии с желаниями заказчика.