СПОСОБЫ ОТОБРАЖЕНИЯ С ДИСКРЕТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИНДИКАТОРА

А. И. Бых, Ю. К. Худенский, Ф. Я. Евсеев

Харьков

В работе [1] рассмотрены современные индикаторные устройства индивидуального и коллективного пользования и дан анализ их параметров. Авторы предлагают сравнивать индикаторные устройства по двум группам критериев, характеризующим способ, положенный в основу построения таких устройств. Эти группы учитывают эргономические параметры, связанные с психофизиологическими возможностями человека-оператора, и технические параметры, общие для большей части радиоэлектронной аппаратуры.

Различные индикаторные устройства, построенные на ЭЛТ, подробно рассмотрены в монографии [2].

Анализируя современные разработки индикаторов, авторы [1] попытались оценить технические возможности ряда новых перспективных способов индикации: использующих аналоговое управление; включающих дискретное управление элементами. Аналоговое управление применяется в устройствах отображения с оптическими квантовыми генераторами (ОКГ) [2]. По аналогии с ЭЛТ последние можно назвать безвакуумными фотонными кинескопами. Все остальные способы индикации, описанные в работе [1], можно отнести ко второй группе. Их можно применять при создании матричных и мозаичных экранов. Кроме того, они принципиально приемлемы для решения проблемы больших экранов [2].

Способы, включающие дискретное управление элементами индикатора, в свою очередь, делятся на: реализованные на элементах с собственным свечением; реализованные на элементах, которые воздействуют на свет от постороннего источника, входящего в состав индикатора.

Элементы с собственным свечением используются для создания плазменных панелей [3, 4], индикаторов на полупроводниковых излучающих диодах [5, 6, 7], устройств отображения на порошковых и тонкопленочных люминофорах [5, 8].

Ко второй подгруппе относятся способы с использованием тонких магнитных пленок [9, 10], ферроэлектрической керамики [11], жидких кристаллов [12], кристаллов железо-иттриевого граната [13].

Электрохимические способы индикации относятся и к первой подгруппе (электрохемилюминесцентные), и ко второй (электрохромные) [16, 17].

Параметры устройств с дискретным управлением элементами индикатора (таблица) соответствуют критериям оценки, предложенным в работе [1].

Рассмотрим более подробно индикаторы, реализующие способы отображения с дискретным управлением элементов индикатора.

I. Индикаторные устройства, выполненные на элементах с собственным свечением

Плазменные панели

Как указано в монографии [2] и текущих публикациях [3], газоразрядные плазменные панели (ГПП) имеют трехслойную структуру: внутренний слой из стекла представляет собой матрицу отверстий, заполненных газом; на внешние стеклянные слои вдоль рядов отверстий нанесены прозрачные электроды. Отверстия расположены против точек пересечения проводников. Из таблицы видно, что эти индикаторы наиболее близки по эргономическим параметрам к оптимальному индикатору и имеют следующие преимущества: повышенную яркость, наличие внутренней памяти, низкую стоимость, механическую прочность и климатическую стойкость.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на уменьшение разброса управляющих напряжений, приводящего к неоднозначности управления матричной панелью и уменьшению разброса в быстродействии и сроке службы при заполнении отверстий панели различными газами (для получения цветных изображений).

Главными препятствиями для создания малогабаритных унифицированных устройств индикации на плазменных панелях являются: необходимость высокочастотного высоковольтного напряжения питания (200—300 *в*) и трудность передачи полутонов. Данный способ приемлем для построения стационарных унифицированных отображающих устройств, габариты и вес блоков управления в которых не имеют первостепенной важности.

Индикаторные устройства на полупроводниковых излучающих диодах

Светодиоды изготавливаются на основе соединения элементов третьей и пятой групп периодической системы, соединений типа $A_{II}\,B_{IV}$. Свечение происходит за счет рекомбинационного излучения *p-n*-переходов, включенных в прямом направлении. Спектр излучения охватывает область от 456 до 2090 *мкк*. Инжекционные диоды являются токовыми приборами и работают при напряжениях порядка нескольких вольт. Изменение величины напряжения позволяет регулировать яркость свечения диода.

Из сравнения данных индикаторов с оптимальным видно, что они в основном удовлетворяют I группе критериев оценки различных способов отображения.

К существенным преимуществам устройств индикации, использующих световые диоды, относятся возможность сопряжения с интегральными схемами, надежность, большой срок службы, высокое быстродействие, устойчивость к механическим и климатическим воздействиям и главное — принципиальная возможность включения в одну монолитную интегральную схему инжекционных диодов и схем управления (логики и запоминающих устройств). Однако в настоящее время технологически невозможно создать устройство с однородными *p-n*-переходами площадью более 2 $см^2$ [6], а изготавливать мозаичные экраны из светодиодов — неэкономично. Кроме того, недостатком данных индикаторов является отсутствие внутренней памяти. Целесообразно проводить исследования, связанные с созданием диодов с *S*-образными характеристи-

Способ отображения и элементы индикатора	Критерии способа								
	Яркость (НТ)	Коэффициент контрастности	Разрешающая способность (линии/мм)	Частота смены кадров (гц)	Время записи информации (сек) при наличии внутренней памяти (всего кадра)	Способ и время стирания (сек) информации при наличии внутренней памяти (всего кадра)	Способность к изображению полутонов	Способность к изображению цветовых тонов	Возможность осуществления внутренней памяти
Оптимальный способ	+15 35—10	10 : 1	⩾2	50	$<10^{-3}$	$\leqslant 10^{-2}$ электр. способ стирания	Имеется	3 цвета	Имеется
Элементы с ионизируемым газом	20—40	50 : 1	⩽1	50	+	+	—	+	+
Полупроводниковые излучающие диоды	10—200	100 : 1	⩾ 2	50	+	+	Слабая	Почти все цвета	—
Порошковые электролюминесцентные слои	10—15	50 : 1	1—2	50	+	+	—	Все цвета	—
Сублиматфосфоры	10—20	50 : 1	2—3	50	+	+	—	То же	—
Тонкие магнитные пленки	До 40	70 : 1	⩾2	50	+	+	+	.	+
Феррокерамика	До 40	50 : 1	⩽5	50	Нет сведений	Нет сведений	+	.	+
Жидкие кристаллы	Нет сведений	Нет сведений	Нет сведений	50	То же	То же	Нет сведений	Нет сведений	—
Кристаллы железо-иттриевого граната	Нет сведений								

Примечание: Яркость (НТ) определяется при внешней освещенности 20 лк. принята для случая полной механизации процесса изготовления, светоотдача — 25%.

ками и изготовлением монолитных больших панелей с однородными *p-n*-переходами.

Индикаторы с использованием порошковых и тонкопленочных люминофоров

С помощью таких индикаторов создаются безвакуумные индикаторные панели. Свечение порошковых и сублимированных фосфоров осу-

отображения

Способность к унификации: а) табло; б) мнемосхема; в) индикатор текущей обстановки г) большой экран	Надежность	Эффективность, $\frac{вт}{элемент}$	Долговечность, ч	Возможность сопряжения с интегральными схемами	Технологичность изготовления	Способность работы при различных климатических и механических воздействиях
а) + б) + в) + г) +	⩾0,9999	$1 \cdot 10^{-6}$	10000	Имеется	До 100%	$t°$: $-40 \div +65°$ (⩾2ч); влажность: 95—98°; вибрация: 20—25 *гц*; $2g$ (⩾ 30 *мин*)
а) +; б) +; в) +; г) +, но требует проработки	Высокая	Нет сведений	>2000	—	Нет сведений	+
а) +; б) +; в) +; г) сейчас —	Высокая	$5 \cdot 10^{-3}$	>10000	+	То же	+
а) + в) + б) + г) плох	Хорошая	Нет сведений	⩽1000	—	.	.+" При влажности ⩽30%
а) + в) + б) + г) +, но требует проработки	Нет сведений	То же	⩽200	+	.	.+" При влажности ⩽30%
а) + в) + б) + г) +	То же	.	Нет сведений	Нет сведений	.	Нет сведений
а) + в) + б) + г) +	.	.	То же	То же	.	То же
а) + в) + б) + г) требует проработки	.	.	.	Вероятно .+"	.	.

Оценка технологичности приведена сугубо ориентировочно, а технологичность 100%
Эффективность оптимального способа рассчитана для случая: $S=0{,}25$ *мм*^{2}; $\lambda=555$ *н.м.*

ществляется за счет электролюминесценции, возникающей в сильных электрических полях. По сравнению с порошковыми люминофорами сублимированные фосфоры имеют более низкое рабочее напряжение (что позволяет сопрягать их с интегральными схемами), большую максимальную яркость и разрешающую способность, более высокую крутизну яркостной характеристики (что уменьшает явление «креста»). Однако срок службы сублимированных фосфоров значительно меньше, чем порошковых.

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод о том, что наряду с преимуществами — высокой технологичностью и возможностью создания полутоновых изображений — электролюминесцентные устройства индикации имеют и значительные недостатки: отсутствие внутренней памяти, сравнительно невысокую яркость и низкую долговечность, особенно при повышенной влажности [5].

В настоящее время с помощью порошковых люминофоров создаются сигнальные индикаторные устройства, табло и мнемосхемы. Применение данного способа для создания индикаторов рабочего места оператора и больших экранов проблематично.

Индикаторы, выполненные на сублимированных фосфорах, при соответствующей доработке могут быть использованы для создания малогабаритных унифицированных устройств индикации.

Кроме рассмотренных, к первой подгруппе относятся также индикаторы, использующие лампочки накаливания и лампы с холодным катодом [2], широко применяемые в настоящее время в системах вспомогательного назначения.

Индикаторные устройства на элементах, которыми осуществляется воздействие на свет от постороннего источника, входящего в состав индикатора

Индикаторы, относящиеся к данной подгруппе, основаны на использовании активных модуляторов световых потоков. Воздействие на свет осуществляется за счет изменения коэффициента преломления, плоскости поляризации или изменения прозрачности активного материала под действием электрических или магнитных полей (эффектов Керра, Фарадея и др.).

Устройства индикации, реализующие данные способы, имеются в единичных лабораторных разработках. Незначительное число их параметров, сообщенных в оригинальных статьях, приведено в таблице.

Из таблицы видно, что при приближении характеристик индикаторов, использующих тонкие магнитные пленки и феррокерамику, к параметрам оптимального индикатора, они смогут в ближайшее время найти применение при создании различных унифицированных индикаторных устройств, в то время как создание реальных индикаторных устройств на жидких кристаллах и кристаллах железо-иттриевого граната в ближайшее время проблематично.

Анализ параметров конкретных индикаторных устройств, разработанных с использованием дискретного управления элементами, показывает, что на современном уровне они не могут конкурировать с индикаторами на ЭЛТ ни в направлении универсальности способа индикации, ни в приближении к параметрам оптимального способа. Нам кажется целесообразным, что рассмотрение усовершенствований любого из указанных выше индикаторов и анализ вновь предложенных способов индикации необходимо проводить по критериям, предложенным в работе [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Ф. Огороднейчук, Ю. К. Худенский, Ф. Я. Евсеев, А. И. Быч. Анализ современных устройств индикации. Сб. «Приборы и системы автоматики», вып. 16. Изд-во ХГУ, Харьков, 1970.

2. Г. Пул. Основные методы и системы индикации. Перев. с англ. Изд-во «Энергия», 1969.

3. В. Г. Данилов и др. Исследование возможности использования индикаторной панели плазменного типа для отображения информации. Доклад на IX Всесоюзной

конференции по автоматическому контролю и методам электрических измерений, Новосибирск, 1969, сентябрь.

4. Д. И. Агейкин, А. И. Галактионов. Новые способы и средства отображения информации. Доклад на симпозиуме по методам представления больших объемов информации оператору. Москва, 1969, июнь.

5. В. П. Деркач, В. М. Корсунский. Электролюминесцентные устройства. Киев. Изд-во «Наукова думка», 1968.

6. Интегральная схема со светоизлучающими диодами. «Электроника». Перев. с англ., № 21, 1968.

7. Арсенид-галлиевый люминесцентный индикатор. «Электроника». Перев. с англ., № 22, 1968.

8. К. М. Кролевец, В. Ю. Хоруженко. Безвакуумные средства воспроизведения визуальной информации. Доклад на симпозиуме по методам представления больших объемов информации оператору. Москва, 1969, июнь.

9. Световой луч рисует и пишет. «Электроника». Перев. с англ. 1968, № 2.

10. М. И. Духанина, Л. М. Клюкин, В. А. Фабриков. Дифракция света на магнитной пленке. Изв. АН СССР, Серия физическая, 31, № 5, 1967.

11. Цветное индикаторное устройство. «Электроника». Перев. с англ., 1969, 12.

12. Плоские телевизионные экраны на жидких кристаллах. «Радиоэлектроника за рубежом», 1969, № 35.

13. Индикатор на элементах железо-иттриевого граната. «Радиоэлектроника за рубежом», 1969, № 8.

14. L. La Fond. Missiles and rockets. N. 14, 1964, October, v. 5, p. 27—47.

15. J. K. Alburger. Electronic industries. 1957, v. 16, № 2, p. 50.

16. И. Ф. Огороднейчук, Ю. К. Худенский. А. И. Бых. Современные электрохимические устройства индикации. I часть. Сб. «Приборы и системы автоматики», вып. 15. Изд-во ХГУ, Харьков, 1970.

17. Ю. К. Худенский, А. И. Бых, Л. В. Воевода, Ф. Я. Евсеев. Современные электрохимические устройства индикации. II часть. Сб. «Приборы и системы автоматики», вып. 16. Изд-во ХГУ, Харьков, 1970.