

УДК 621.328

**В. П. Кожемяко, д. т. н., проф.; Г. Д. Дорощенко, к. т. н., доц.; М. П. Борбич****СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С НАБОРНЫМ ЭКРАНОМ НА СВЕТОДИОДАХ**

*Проанализированы современные мировые достижения в области устройств вывода видеоинформации, как составляющих оптико-электронной геоинформационно-энергетической системы, в частности цветных видеоекранов большого размера изображения. Рассмотрены недостатки распространенной двухкоординатной системы адресации, обеспечивающей минимальность каналов управления индикаторами. Предложены структуры светодиодных матричных наборных видеоекранов, в которых отсутствуют недостатки описанной системы адресации.*

**Ключевые слова:** видеоекран, индикатор, элемент индикации, ячейка изображения, полноцветный пиксель, светодиод.

**Актуальность**

Сочетание мировой структуры Internet с мощной энергетической сетью, которая уже существует и в Украине, и во всём мире, является достаточной базой для ориентации на глобальные геоинформационно-энергетические сети. Прошлый век дал человечеству глобальную геоинформационную сеть, но всегда остро стоит проблема эффективного структурного построения составляющих последней и необходимой для этого элементной базы.

Оптико-электронная геоинформационно-энергетическая система (ОЭ ГИЭС) управления инфраструктурой города или региона [1] состоит из объединенных между собой серверов разного назначения, в частности сервера обработки видеоинформации, с которым соединены устройства ввода и вывода видеоинформации. Устройства вывода видеоинформации содержат в своем составе мониторы разного назначения и, кроме того, – цветной видеоекран большого размера изображения. Следовательно, системы отображения видеоинформации на основе наборных экранов очень актуальны как альтернатива проекционным экранам. Практической реализации достигли наборные экраны из электронно-лучевых трубок, газоразрядных панелей постоянного и переменного токов (плазменных панелей), жидкокристаллических панелей и светодиодов.

Сегодня в жизнь жителей больших городов стремительно вошло такое явление, как видеоекран. Если историю видеоекранов отслеживать по доступным сейчас в Интернете публикациям, то может сложиться мнение, что эти устройства появились в странах СНГ только в 90-ые годы прошлого века. В действительности же это направление зародилось в Украине значительно раньше.

В Советском Союзе первый видеоекран отечественного производства был установлен в 1973 году в Москве на Калининском проспекте. Это был полноцветный "телевизор" на автомобильных лампах накаливания с красными, синими и зелеными светофильтрами. Назывался электронный информатор "Элин". Разработчик и производитель – Центральное конструкторское бюро информационной техники (ЦКБИТ), расположенное в г. Виннице и подчиненное Министерству электронной промышленности СССР. Попытка оказалась не очень успешной, и хотя видеоекран работал достаточно долго, но его надежность была недостаточной для такого типа устройств. Главной причиной этого был очень жесткий режим работы элементов индикации.

В 1979 году на центральной площади города Винницы был введен в эксплуатацию монохромный экспериментальный видеоекран. Разработка устройства была сделана на основе логико-временного принципа модуляции яркости ячеек изображения [2]. Элемент

индикации – лампа накаливания 127 В мощностью 30 Вт, размеры информационного поля –  $8 \times 6$  м, разрешающая способность –  $128 \times 96$  ячеек изображения, количество градаций яркости – 16.

Опыт, полученный при работе над этим изделием, а также успехи предприятий электронной промышленности в области создания элементной базы, позволили во второй половине 1983 года начать работы по созданию полноцветного видеозэкрана на вакуумно-люминесцентных индикаторах, предназначенного для замены морально устаревшего к тому времени устройства на Калининском проспекте. Проект получил название "Элин 2". Главным исполнителем проекта был ЦКБИТ. В основе разработки – внедренное совместное изобретение сотрудников данного предприятия и ВНТУ – тогда Винницкого политехнического института [3]. "Элин 2" начал работать летом 1985 года (к открытию в Москве Международного фестиваля молодежи и студентов). Размеры экрана –  $17 \times 13$  м, разрешающая способность –  $192 \times 144$  пикселя, количество градаций – 16 по каждому из цветов, шкала формирования – нелинейная. Видеозэкрэн состоял из 1728 индикаторных модулей – 48 в строке и 36 по вертикали.

Сегодня среди этого типа экранов наибольшее распространение в мире получили изделия на основе светодиодов. В последние годы достигнуты большие успехи по увеличению их яркости и долговечности, по расширению спектрального диапазона. Ограничением светодиодов является необходимость расставлять их на подкладке на определенном расстоянии друг от друга для лучшего рассеивания тепловой энергии. Из-за этого на их основе не изготавливаются дисплеи типа монитора, но в то же время они являются идеальным внешним средством отображения.

На светодиодах изготавливаются как сравнительно простые по конструкции изделия, например, часы, светофоры, индикаторы аудиовизуальной техники, так и сложные.

Особенно поражают своими размерами и яркостью гигантские экраны на основе светодиодных панелей. Из последних достижений стоит вспомнить экран сверхвысокого разрешения ( $2000 \times 2000$  элементов) размером 60 дюймов (150 см) с яркостью  $330 \text{ кд/м}^2$  и схемами управления, которые позволяют получать полутоновые цветные изображения. Фирма Lumitex Inc., работающая в США и Англии, создала ряд разработок на основе долговечных светодиодов со временем жизни от 5000 до 100000 часов. Яркость панелей специального применения доходит до  $8000 \text{ кд/м}^2$ . Английской фирмой Picturebox, The Big Screen Co разработан наборный экран размером  $3,6 \times 4,8$  м, который легко можно перевезти в любое место в специально оборудованном автомобиле. Экран содержит 221184 цветных пикселей, каждый размером 25 мм. Яркость экрана  $3000 \text{ кд/м}^2$ , что позволяет использовать его для массовых мероприятий в любое время дня. Для уменьшения тепловыделения корпус экрана покрашен по технологии "Стелс" [4].

Справедливо отметить, что в 80-х годах в том же ЦКБИТ велись работы по исследованию возможности получения полутоновых изображений на светодиодных индикаторах (для опытов использовались образцы светодиодов предприятия "Старт").

### **Принципы структурного построения видеозэкрэнов**

В дискретной индикаторной технике наиболее распространена система двухкоординатной адресации, обеспечивающая значительное уменьшение количества каналов управления и выводов индикатора, число которых составляет сумму  $M$  строчных и  $N$  столбцовых шин (в однокоординатной системе адресации необходимо  $M \times N$  каналов).

Терминология "двухкоординатная адресация", на наш взгляд, является наиболее пригодной, хотя в литературе применяются и другие определения для данного вида адресации, например, матричная [5] или мультиплексная [6].

Система двухкоординатной адресации характеризуется тем, что каждый элемент изображения имеет два вывода (входа) управления, причем один из входов подключен к

соответствующей строчной, а второй – к столбцовой шине матрицы. При данной системе адресации возможен лишь динамический режим работы, который осуществляется следующим образом: по одной координате, например, строкам, осуществляется развертывание (сканирование) путем подачи по очереди на каждую строку импульсов развертки, а по второй координате, например, к столбцам, синхронно поступают информационные импульсы, причем подача их возможна на все столбцы одновременно. Естественно возбуждение элементов изображения возникает при совпадении соответствующих импульсов по строке и столбцу.

При двухкоординатной адресации возникает серьезная проблема, обусловленная перекрестным соединением элементов изображения, что предъявляет определенные требования к электрической характеристике данных элементов. Во время, когда к выбранному элементу квадратной матрицы прикладывается напряжение  $U$ , то к другим элементам, соединенным с данной строкой или столбцом, будет приложено напряжение:  $U^* = U(n-1)/(2n - 1)$ , а ко всем остальным элементам – напряжение:  $U^{**} = U/(2n - 1)$ , при условии равенства сопротивлений элементов изображения (матрица  $n \times n$  элементов). Из данных напряжений паразитной связи наиболее существенным является напряжение  $U^*$ , потому что при больших  $n$  оно стремится к значению  $U/2$ , что приводит к так называемому кросс-эффекту, то есть на матрице появляется изображение в виде двух светящихся линий (креста) с более яркой точкой в месте перекрещивания. Если элементы изображения имеют порог включения при условии, что порог больше максимально возможного напряжения на элементе, когда он не выбран, кросс-эффект не наблюдается. Таким образом порог включения элементов изображения должен превышать  $U/2$ .

Вторым существенным недостатком двухкоординатной системы адресации является наличие напряжения (сигнала) на элементе отображения только во время совпадения соответствующих импульсов на строке и столбце матрицы, что значительно снижает эффективную яркость элементов изображения.

Если в элемент (ячейку) изображения ввести определенную схему управления, то можно получить гибридную систему адресации, которая сохраняет преимущества двухкоординатной системы адресации и приобретает полезные свойства однокоординатной системы адресации, в частности функцию "память".

Существует много телевизионных видеоинформационных систем, в которых функция "память" есть в элементах изображения за счет параллельных [7] или сдвиговых регистров [8, 9]. Недостатком таких видеозкранов является большое количество вертикальных шин ( $k \times N$ ) или выводов формирования полутонов ( $k$ ), что существенно усложняет выполнение матричного видеозкрана в наборно-интегральном варианте. Данный недостаток устранен в разработанной видеосистеме, в основу работы которой заложен метод KVP-преобразований [10]. Согласно данного метода каждому дискретному значению уровня видеосигнала соответствует адекватная длительность возбуждения ячейки изображения в диапазоне от нуля до длительности периода кадра.

Структурно система для воспроизведения полутоновых цветных изображений (рис. 1) состоит из матричного экрана (МЭ), выполненного на базе сверхъярких светодиодов и устройств развертки, синхронизации и обработки информации. Синхронизацию процессов и обработку входной аналоговой или цифровой видеоинформации выполняет видеопроцессорное устройство (ВУ). Параллельно-последовательные регистры, с объемом памяти строки видеоинформации МЭ, являются основой устройства оперативной памяти (ОП). Устройство развертки (УР) выполняет сканирование МЭ по строкам [11].

Основой наборного матричного экрана является матрица (модуль) из ячеек изображения. Матрица имеет горизонтальные и вертикальные шины управления, тактовые шины записи и формирования полутонов. Первый вариант ячейки матрицы (рис. 2) содержит регистр сдвига RG, три двоичных счетчика на вычитание (вычитатели) СТ2 и три светоизлучающие

элементы (светодиоды)  $HL_R$ ,  $HL_G$ ,  $HL_B$ , которые образуют полноцветный пиксель изображения за счет красного, зеленого и синего цветов излучения [9].

Второй вариант ячейки матрицы содержит сдвиговый регистр  $RG$ , один двоичный счетчик на вычитание (вычитатель)  $CT2$  и один светодиод  $HL$  [12]. Образование полноцветного пикселя изображения происходит за счет четырех ячеек матрицы данного варианта со светодиодами красного, зеленого и синего цветов излучения, причем светодиодов одного из цветов излучения должно быть двойное количество. Расположения светодиодов в пикселе первого (а) и второго (б) вариантов приведены на рис. 3

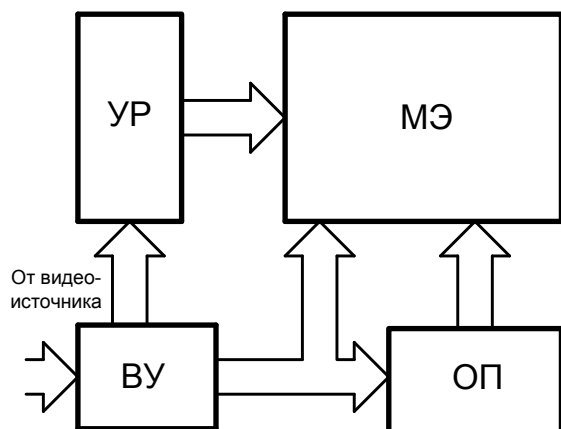


Рис. 1. Структура матричного светодиодного видеокрана

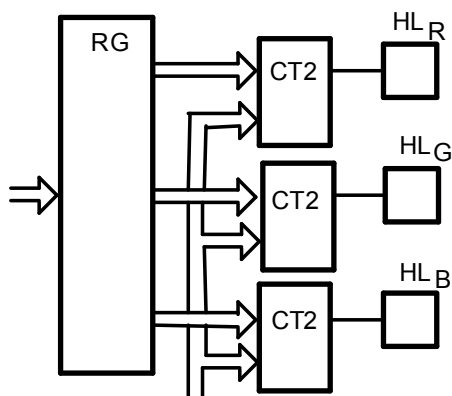


Рис. 2. Структурная схема пикселя

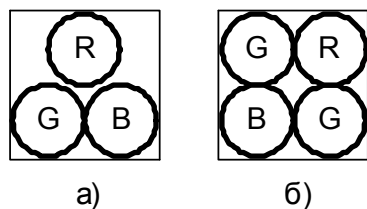


Рис. 3. Варианты расположения ячеек

на единицу по каждому тактовому импульсу, поступающему на его тактовый вход из тактовой шины формирования полутонов. Нижеупомянутый сигнал разрешения вычитания будет на выходе каждого вычитателя  $CT2$  от момента перезаписи информации из сдвигового регистра  $RG$  до момента установления нулевого кода. Таким образом длительность сигнала на выходе вычитателя  $CT2$  зависит от начального двоичного кода, причем наибольшая длительность выходного сигнала будет получена при коде  $11...1$ , который соответствует наибольшей градации яркости светодиода  $HL$ . Промежуточные градации яркости будут

Информация поступает в  $BU$  из аналоговых или цифровых видеоисточников. В случае входного аналогового сигнала  $BU$  преобразует последний в цифровой видеосигнал – параллельный двоичный код с определенным количеством разрядов. Необходимые сигналы синхронизации также производит  $BU$ . Каждые  $k$  разрядов несут информацию яркости элементов определенного цвета, первые, например, красного, вторые  $k$  разрядов – зеленого и последние  $k$  разрядов – синего.

Из информационных выходов  $BU$  цифровой видеосигнал поступает в  $OP$ , который состоит из сдвиговых регистров. Информация яркости ячеек изображения по тактовым сигналам записи накапливается в отмеченных регистрах за счет сдвига двоичного кода от первого регистра к последнему, после чего считывается в сдвиговые регистры  $RG$  выбранной строки  $MZ$  по сигналам  $UP$ . После записи информации в сдвиговые регистры  $RG$  матрицы по кадровому синхросигналу пройдет перезапись последней в каждый вычитатель  $CT2$ .

Процесс воспроизведения изображения происходит следующим образом. Как только в любом вычитателе  $CT2$  будет установлен код отличный от нулевого, на входе разрешения вычитания этого вычитателя появляется сигнал, который позволяет ему уменьшать свое состояние

получены при других начальных кодах. Сигналы из выходов вычитателей СТ2 поступают к светодиодам НЛ через элементы коммутации (на схеме не обозначены).

Научно-производственной фирмой “ПЛАНЕТА-М” (г. Винница) внедрена в разработку и изготовлена видеосистема с наборным экраном на светодиодах (рис. 4, рис. 5). Основой видеозащита является индикаторная панель (рис. 6), выполненная на печатной плате, которая содержит с одной стороны 16×8 полноцветных пикселей. Каждый пиксель образуют четыре светодиода – два красного и по одному зеленого и синего цветов излучения. На противоположной стороне платы расположены схемы управления светодиодами и разъемы. Печатная плата размещена в металлическом корпусе и залита компаундом. 12 индикаторных панелей составляют индикаторный модуль с общим блоком управления.

В состав индикаторного модуля также входит блок питания. Индикаторный модуль содержит 96×64 пикселя. 10×10 индикаторных модулей образуют наборный видеозащита, информационное поле которого содержит 960×640 пикселей размером 1,92×1,28 м. Яркость видеозащита 7600 кд/м<sup>2</sup>, что позволяет использовать его при солнечном освещении в любое время суток.



Рис. 4. Наборный видеозащита фирмы “ПЛАНЕТА-М”

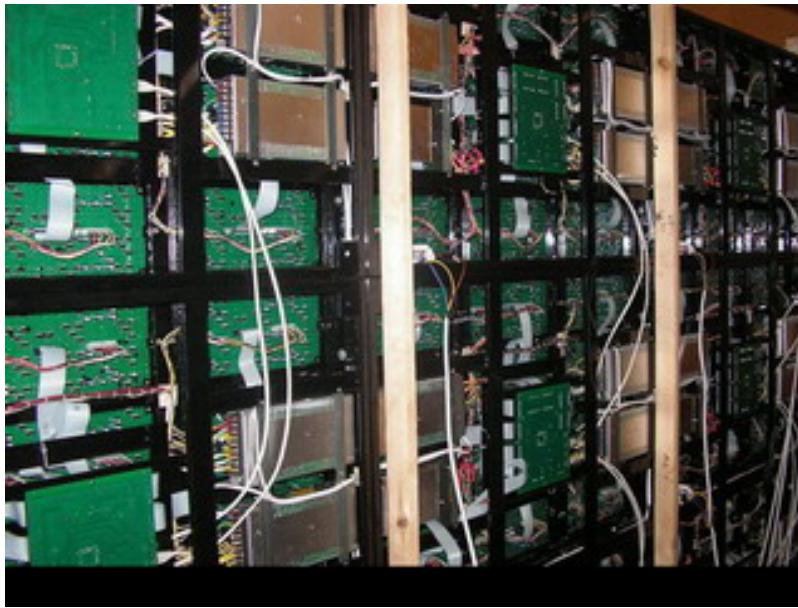


Рис. 5. Наборный видеозэкран (вид со стороны монтажа)

Кроме вышеотмеченных видеозэкран имеет следующие технические характеристики:

- шаг пикселя 20 мм;
- количество градаций яркости 256;
- количество цветовых оттенков 16,7 млн.;
- кадровая частота не менее 150 Гц;
- потребляемая мощность видеозэкрана 930 Вт/м<sup>2</sup>;
- максимальный ток светодиодов 20 мА;
- шкала формирования градаций яркости нелинейная, адаптированная под особенности зрения;
- ток через светодиоды стабилизированный;
- яркость видеозэкрана автоматически регулируется в зависимости от внешнего освещения.

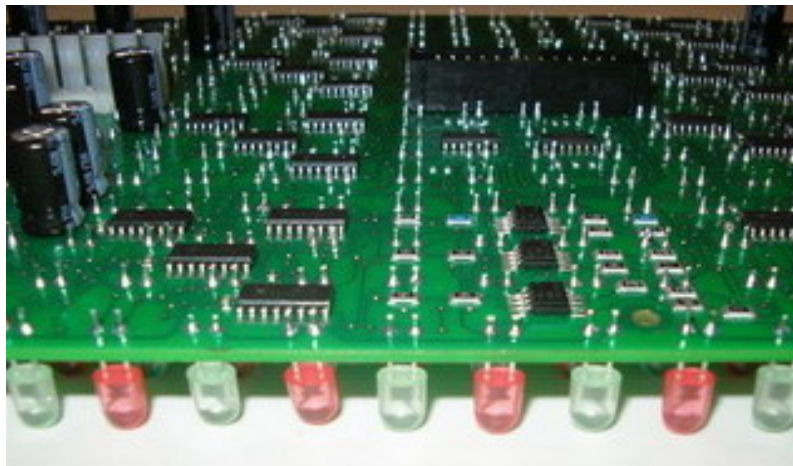


Рис. 6. Индикаторная панель

Источником видеоинформации для видеозэкрана является компьютер, из DVI-выхода которого видеосигнал поступает к адаптерному устройству, где происходит раздел видеосигнала на R-, G-, B-составляющие и предварительная их обработка. С адаптера через LVDS-интерфейс информационные сигналы поступают на индикаторные модули. Воспроизведение изображений каждым индикаторным модулем происходит независимо

друг друга.

### Выводы

1. В результате проведенных исследований сформированы требования к гибридным системам адресации полноцветных наборных видеоекранов, предназначенных для воспроизведения полутоновых цветных изображений.

2. Доказана эффективность построения сверхъярких светодиодных видеоекранов на базе метода КVP-преобразований, при котором каждому дискретному значению уровня видеосигнала соответствует адекватная длительность возбуждения ячейки изображения в диапазоне от нуля до длительности периода кадра.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Універсальна геоінформаційно-енергетична система: Патент № 18683. Україна, МПК(2006) H04N 7/00 / В. П. Кожем'яко, В. І. Осінський, В. Г. Салота та інші. – № u200605670; Заявлено 23.05.06; Опубл. 15.11.06, Бюл. № 11. – 4 с.
2. Кожемяко В. П., Дорощенко Г. Д. Универсальная система отображения информации с мозаичным экраном массового пользования // Приборостроение. – 1984. – №3. – С. 42 – 46.
3. Устройство для воспроизведения изображения: А.с. № 1085014. Российская Федерация. Кл. H04N 5/66 / И. В. Кузьмин, Г. Д. Дорощенко, В. Е. Качуровский, В. П. Кожемяко и А. В. Чердниченко - № 3222354/18-09; Заявлено 16.12.80; Опубл. 07.04.84, Бюл. № 13. – 7 с.
4. Беляев В. Современные электронные дисплеи // Электронные компоненты. – 2002. – №1. – С. 24 – 27.
5. Борисюк А. А. Матричные системы отображения информации. – К.: Техніка, 1980. – 223 с.
6. Быстров Ю. А., Литвак И. И., Персианов Г. М. Электронные приборы для отображения информации. – М.: Радио и связь, 1985. – 240 с.
7. Устройство для воспроизведения цветного изображения: А.с. 1589429. Российская Федерация. Кл. H04N 3/90 / М. П. Борбич, Г. Д. Дорощенко, В. Е. Качуровский и др. – № 4429217/24-09; Заявлено 12.04.88; Опубл. 30.08.90, Бюл. № 32. – 4 с.
8. Устройство для воспроизведения изображения: А.с. 1662016 Российская Федерация. Кл. H04N 5/66 / В. Ф. Горбунов, Г. Д. Дорощенко, А. А. Поплавский и др. – № 4652501/09; Заявлено 16.02.89; Опубл. 07.07.91, Бюл. № 25. – 7 с.
9. Кожем'яко В. П., Васюра А. С., Дорощенко Г. Д. Сучасні методи та засоби відображення інформації. Ч.1. Дискретні системи відображення інформації. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 106 с.
10. Способ глаз-процессорной обработки изображений и оптико-электрическое устройство для его реализации: Патент № 2178915. Российская Федерация. Кл. G06K 9/66, G06F 15/18 / В. П. Кожемяко, С. В. Павлов и др. – № 98113270/09; Заявлено 03.07.98; Опубл. 27.01.02, Бюл. – № 3. – 12 с.
11. Пристрій для відтворення кольорових зображень: Патент № 27674 Україна, МПК(2006) H04N 5/66 / В. П. Кожем'яко, Л. О. Волонтир, Г. Д. Дорощенко – № u200707304; Заявлено 02.07.07; Опубл. 12.11.07, Бюл. № 18. – 4 с.
12. Матричний екран для відтворення напівтонових зображень: Патент № 26529 Україна, МПК(2006) H04N 5/66 / В. П. Кожем'яко, Г. Д. Дорощенко та інші. – № u200705514; Заявлено 21.05.07; Опубл. 25.09.07, Бюл. № 15. – 3 с.

**Кожемяко Владимир Прокофьевич** – заведующий кафедрой лазерной и оптоэлектронной техники;

**Дорощенко Геннадий Дмитриевич** – доцент кафедры лазерной и оптоэлектронной техники;

Винницкий национальный технический университет

**Борбич Михаил Павлович** – директор научно-производственной фирмы “ПЛАНЕТА-М”.