

## НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

УДК 629.7.058.74

В. Н. Котов, Н. В. Котов, А. В. Курочкин, В. В. Курочкин,  
А. А. Лубков, С. В. Перебейнос

(Новосибирск)

ВИДЕОПРОЦЕССОР ПОЛИЭКРАННОЙ СИСТЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ  
ДЛЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОМПЛЕКСА АСУТП

Рассмотрены требования к видеопроцессору диспетчерского комплекса АСУТП, предложена функциональная схема, позволяющая на экране из нескольких полноцветных индикационных панелей отображать мнемосхему и другую информацию о состоянии промышленного объекта, а также изображения наиболее важных участков технологического процесса, вводимые в реальном масштабе времени с телевизионных камер.

Управление сложными техническими объектами невозможно без систем контроля и диагностирования. Одной из важнейших частей таких систем являются специализированные пульты операторов-технологов, снабженные широким набором средств отображения информации. По мере роста числа анализируемых параметров возникает противоречие между их количеством и возможностью их восприятия. Использование электронных средств отображения информации, например персональных ЭВМ, существенно облегчает работу оператора, так как позволяет в каждый момент времени из всей совокупности измеряемых параметров выбирать и рассматривать именно те, которые в данном случае ему необходимы [1]. Однако при этом из-за малых размеров экрана ПК и небольшой зоны видимости затруднена возможность коллективного анализа ситуации операторами.

В ряде технологических процессов существенно не только знать количественные значения воспринимаемых параметров, но и совместно с ними наблюдать реальные технологические процессы (ТП), важные для контроля, например пламя горелок котла ГРЭС [2]. Это требование может быть достигнуто при совмещении в одном устройстве возможностей синтеза и видеоввода изображений.

Многоцветные матричные индикационные панели [3] обеспечивают достаточную яркость изображения и высокую надежность при эксплуатации в тяжелых производственных условиях. Их разрешение в настоящее время ограничено величиной  $640 \times 480$  пикселей, поэтому для построения экрана коллективного пользования (ЭКП) большого разрешения приходится применять полиэкранный систему, включающую несколько каналов.

Поддержание на ЭКП синтезированных динамически изменяющихся изображений, совмещаемых с фрагментами нескольких вводимых видеоизображений, требует применения специализированного видеопроцессора. Цель настоящей работы — определение его технических характеристик и синтез функциональной схемы.

Сформулируем основные информационные требования, предъявляемые к видеопроцессору полиэкранный системы отображения для диспетчерского комплекса АСУТП.

Во-первых, из анализа набора мнемосхем, применяемых в АСУТП энергетических объектов, следует, что для генерирования их синтезированных изображений необходимо иметь разрешение ЭКП в диапазоне от  $1024 \times 512$  до  $1280 \times 1024$  пикселей. Цветовая палитра изображений может быть ограничена 64 или даже 16, но в ней необходимо иметь цвета, позволяющие легко отличить нормальную работу оборудования от выхода процесса на границы уставок или от предаварийного состояния, например, зеленый, желтый, красный.

Во-вторых, для обеспечения динамических характеристик устройства, не ухудшающих возможности оператора, в том числе времени его реакции Тг на внешнее событие [4], необходима полная смена изображения на ЭКП за время 0,2 с. Это при заданном выше разрешении требует скорости обмена на канале ПК соответственно 2,6 или 6,5 Мбайт/с. Если, кроме загрузки синтезированных изображений из ПК, происходит передача фрагментов изображений телевизионных каналов в заданном объеме, например, с суммарной площадью на ЭКП 20 %, то скорость обмена на внутренней шине процессора увеличивается в 3 раза, т. е. до 7,8 или 19,5 Мбайт/с (при частоте смены кадров 50 Гц). При большом разрешении это требует или работы выходного каскада видеопреобразователя на высоких пиксельных частотах, или разбиения ЭКП на несколько параллельно работающих каналов.

В-третьих, необходимо обеспечить одновременную работу нескольких каналов ТВ-ввода, возможность фрагментации вводимых изображений и их произвольное расположение на ЭКП. Дело в том, что изображения рассматриваемых ТП иногда занимают лишь часть экрана. Например, на Сургутской ГРЭС в поле зрения каждой видеокамеры попадает сразу четыре горелки. При этом значительная часть кадра не несет никакой полезной информации и ее можно просто отбросить. Каждую же горелку необходимо показывать на ЭКП в индивидуальном месте мнемосхемы ТП.

Стандартные средства мультимедиа: видеокамера и фреймграбер — позволяют в реальном масштабе времени вводить изображения ТП разрешением до  $768 \times 576$  пикселей, например устройство фирмы "Matrox". Многоканальные системы ввода или системы для передачи изображений на расстоянии, работающие в реальном масштабе времени, оказываются слишком дорогими, так как требуют применения специальных средств компрессии данных при вводе и декомпрессии при восстановлении изображений [5]. В рассматриваемом случае все они оказываются избыточными, так как для визуального наблюдения совмещенных синтезированных и ТВ-изображений не обязательно вводить их в память ПК, можно осуществить их совмещение, например, в буфере канала отображения. Необходимое фрагментирование видеоизображений может быть осуществлено с помощью табличного адресного процессора.

Сформулированные требования практически однозначно определяют функциональную схему видеопроцессора полиэкранной системы отображения, показанную на рис. 1. Набор мнемосхем хранится в файлах базы данных АСУТП. По команде оператора одна из них загружается по шинам PCI или ISA в память каналов отображения. ПК следит за динамически изменяющимися значениями параметров технологического процесса и в реальном масштабе времени вносит изменения в изображение соответствующих параметров на ЭКП.

В полиэкранной системе необходимо проводить преобразование из единой системы координат в систему координат каждого из каналов (рис. 2). Вычисление номера канала и координат пикселей в его адресном пространстве можно выполнять в соответствии с приведенными ниже выражениями:

$$\begin{aligned}
 i &= X \text{div} m; & j &= Y \text{div} n; \\
 X_{ij} &= X \text{mod} m; & Y_{ij} &= Y \text{mod} n; \\
 A_{ij} &= Y_j m + X_i = (Y \text{mod} n)m + X \text{mod} m,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

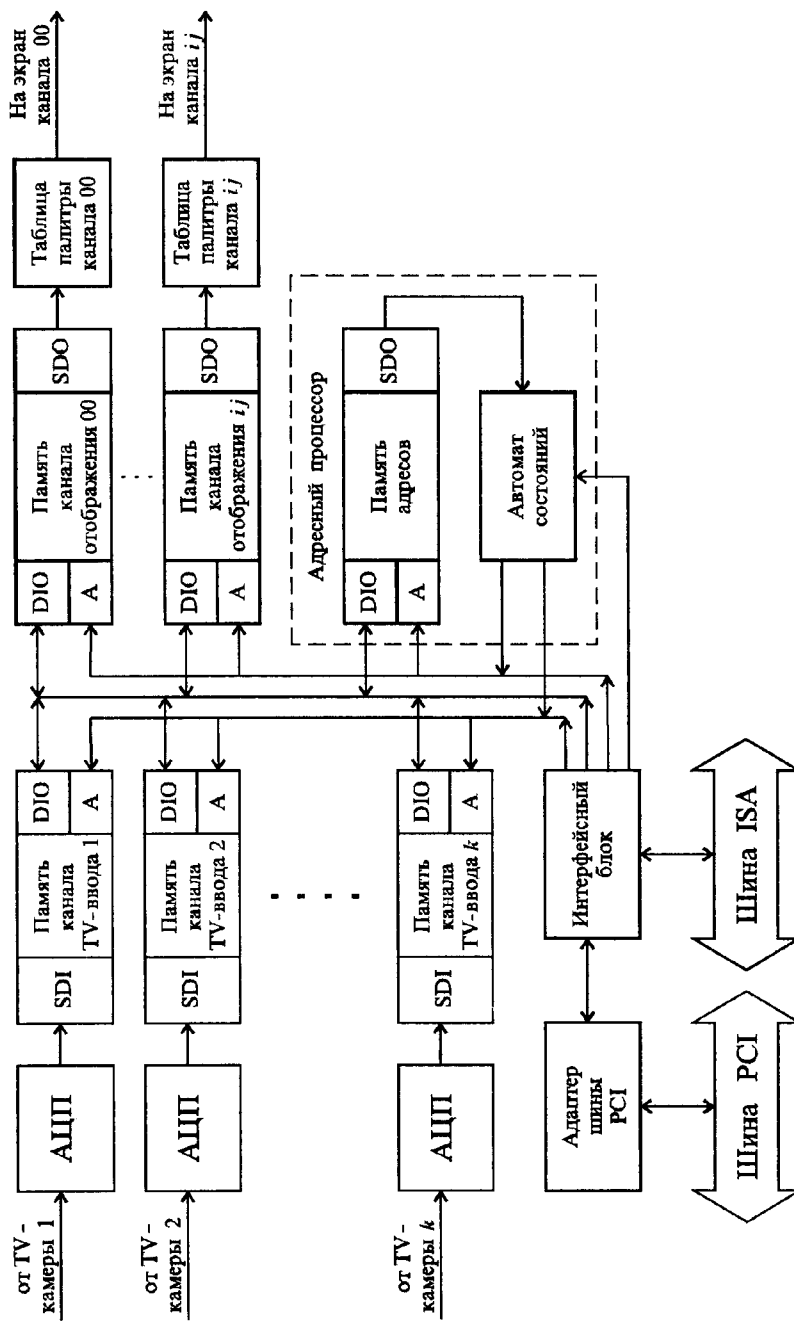


Рис. 1. Блок-схема видеопроцессора ЭКП

где  $X, Y$  — координаты пиксела на ЭКП;  $m, n$  — разрешение канала отображения;  $i, j$  — номер канала отображения в ЭКП;  $X_{ij}, Y_{ij}$  — положение пиксела в системе координат канала;  $A_{ij}$  — адрес пиксела в адресном пространстве канала;  $\text{div}$  — результат целочисленного деления;  $\text{mod}$  — остаток от целочисленного деления.

Из (1) следует, что в результате данного преобразования из совокупности пикселов исходного изображения, заданного в декартовых  $(X, Y)$  координатах, формируется  $i \times j$  линейных списков, по одному на каждый канал отображения. Адрес пиксела  $A_{ij}$  в каждом из списков изменяется в диапазоне от 0 до  $n \times m$ . Величины  $m, n$  могут быть любыми с единственным ограничением: их произведение  $n \times m$  должно быть меньше или равно количеству адресов в памяти канала отображения. Такой подход по сравнению с широко распространенным в настоящее время заданием пикселов в декартовой системе координат имеет два преимущества: 1) возможно использование различных форматов разложения раstra в каналах; 2) пикселы при отображении выбираются последовательно без пропусков в адресном пространстве, что позволяет эффективно использовать всю память.

Предлагаемое решение делает возможным увеличивать разрешение ЭКП по координатам  $X$  и  $Y$  путем добавления каналов отображения без усложнения других узлов видеопроцессора и увеличения пиксельных и строчных частот разверток. Количество каналов TV-ввода и каналов отображения ограничивается пропускной способностью магистралей передачи данных.

Видеопроцессор реально работает с двумя ЭКП общим разрешением  $1280 \times 480$ . Он позволяет вводить изображения от четырех монохромных видеокамер, каждая из которых установлена таким образом, что в поле ее зрения оказываются 4 из 16 горелок котла ГРЭС. В предложенной схеме функции преобразования адресов распределены между процессором управляющей ЭВМ (шины PCI и ISA), который выполняет преобразование (1), и адресным процессором, который осуществляет расположение фрагментов изображений, поступающих от TV-камер, в адресном пространстве каналов отображения ЭКП.

В видеопроцессоре одновременно происходит: загрузка изображений в память каналов TV-ввода, перепись данных из каналов ввода в каналы отображения, вывод изображения на ЭКП и обмен данными с ПК. Использование БИС видеопамати, имеющей, кроме порта с произвольным доступом (DIO), последовательный порт (SDI, SDO), обеспечивает независимость загрузки и вывода изображений от других процессов.

Под управлением адресного процессора, состоящего из памяти адресов и автомата состояний, происходит перенос фрагментов изображений из произвольных мест каналов ввода в произвольные места каналов отображения.

Использование таблицы палитр позволяет с минимальными затратами времени, т. е. без модификации графической информации мнемосхемы в памяти каналов отображения, показывать изменение состояния элементов мнемосхемы, «бегущими огнями» и мерцанием изображать на мнемосхеме процессы, а также окрашивать монохромные изображения, вводимые с видеокамер, присваивая цвета различным областям в зависимости от их интенсивности.

Загрузка мнемосхемы в блоки памяти каналов отображения ЭКП, таблиц палитр и списка адресов в память адресного процессора выполняется под управлением центрального процессора ПК по системной шине ISA или PCI. Чтение данных из памяти каналов отображения и TV-ввода, необходимое в ряде применений, также возможно.

Видеопроцессор выполнен на элементной базе с использованием БИС VRAM и FPGA. Он встраивается в ПК, занимает два слота ISA и дополнительно, при необходимости увеличения скорости обмена с ПК, один слот для адаптера шины PCI. Приведем технические характеристики видеосистемы на основе рассмотренного выше видеопроцессора, разработанного в ИАЭ СО РАН, и двух газоразрядных панелей, выпускаемых в научно-производственном объединении «Плазма», Рязань: разрешение ЭКП  $1280 \times 480$ ; количество градаций яркости по каждой из компонент  $R, G, B$  4; яркость по белому цвету

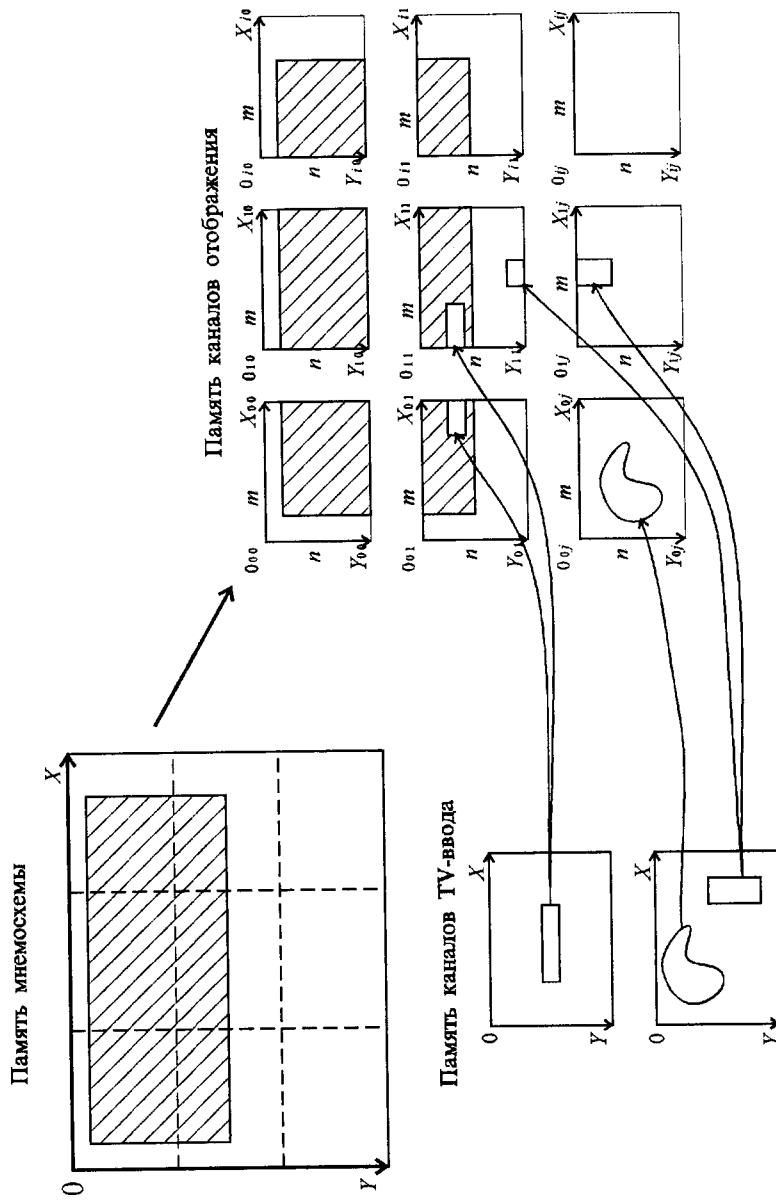


Рис. 2. Разбиение изображений по каналам видеопреобразования

не менее 45 кд/м<sup>2</sup>; габариты ЭКП 4800 × 1900 × 200 мм; средний ресурс наработки на отказ 20000 ч; условия эксплуатации ЭКП — закрытые отапливаемые помещения; видеопроцессор обеспечивает: полную смену изображения табло за время, меньшее 0,5 с; ввод изображений от четырех монохромных ПЗС-видеокамер в формате 360 × 288 пикселей с частотой смены кадров не менее 25 Гц; произвольное программно управляемое расположение фрагментов введенных видеокамерами изображений на ЭКП; суммарную площадь, занимаемую фрагментами вводимых видеокамерами изображений, до 20 % от общей площади ЭКП; раскрашивание изображений с помощью палитры на 256 цветов; интерфейс ISA, PCI; возможность вывода изображений на ЭКП или два монитора VGA.

Сформулированы требования, предъявляемые к архитектуре, разрешающей способности и быстродействию видеопроцессора полиэкранной системы отображения для диспетчерского комплекса автоматизированной системы управления сложными техническими объектами и ТП (энергетика, металлургия, химия и т. д.), позволяющего в реальном масштабе времени поддерживать на ЭКП цветные синтезированные динамически изменяющиеся изображения, совмещенные с фрагментами вводимых телевизионных изображений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муранов С. В. Современный подход к созданию щитов управления и АСУТП на базе контроллеров УНИКОНТ // Приборы и системы управления. 1994. № 7.
2. Зензин А. С., Михляев С. В., Нежевенко Е. С. Методы лазерного зондирования для диагностики процесса сгорания топлива в промышленных теплоустановках // Автометрия. 1995. № 4.
3. Лямичев И. А. Устройства отображения информации с плоскими экранами. М.: Радио и связь, 1983.
4. Цибулевский И. Е. Человек как звено следящей системы. М.: Наука, 1981.
5. Multimedia. System Architectures and Applications /Ed. J. L. Encarnacao, J. D. Foley. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1994.

*Поступила в редакцию 17 ноября 1995 г.*