



# Устройство совмещенного отображения радиолокационной и знакографической информации

Владимир Трусилов, Владимир Шаров, Василий Майданик, Максим Седов  
 В статье описывается устройство для приема и отображения радиолокационной информации, входящее в состав автоматизированного рабочего места диспетчера.

## Введение

Неотъемлемой частью автоматизированного рабочего места диспетчера по управлению воздушным движением является монитор, на котором отображается радиолокационная информация, принятая от радиолокатора. Традиционно этот монитор выполнялся на основе электронно-лучевой трубки с послесвечением с вращающейся круговой разверткой. По мере развития радиолокационной техники появилась необходимость отображать знакографическую информацию, требующуюся для работы диспетчера, как-то: отметки с информацией о воздушных целях (формуляры, содержащие бортовой номер, высоту, скорость и т. п.), карту с трассами и зонами различного назначения, списки воздушных целей, взятых на управление. Эта задача решалась следующими путями: либо знакографическая и радиолокационная информация отображались отдельно, каждая на своем мониторе, либо предпринимались попытки совместить их на одном экране. Первый путь решения создает определенные трудности в работе диспетчера, которому приходится следить как минимум за двумя мониторами. Второй путь, несомнен-

но, более приемлем для диспетчера, однако в этом случае при разработке аппаратного обеспечения возникает ряд проблем, главная из которых — совмещение круговой развертки радиолокационного изображения, выполняющейся в полярных координатах азимут-дальность (луч радиолокатора, вращающийся по кругу), и прямоугольной развертки знакографической информации, выполняющейся в декартовых координатах пиксел-строка.

В научно-производственной фирме «ЭКРАН» было создано устройство, способное решить эту задачу. Основным назначением устройства, получившего название «МИКСТ», является прием, объединение и последующее отображение информации двух видов: радиолокационной, поступающей от локатора, и знакографической, формируемой программным обеспечением, функционирующим на персональном компьютере.

## Основные характеристики

Контроллер «МИКСТ» является устройством расширения персонального компьютера, подключаемого к шине ISA, входящим в состав автоматизированного рабочего места диспетчера.

Радиолокационная информация поступает на вход контроллера по двум каналам — первичному (аналоговому) и вторичному (дискретному).

Первичный канал, называемый обзорным, представляет собой эхо от зондирующего импульса и содержит отметки о любых воздушных объектах (летательные аппараты, метеорологические образования), а также возможные помехи. Вторичный канал, канал опознавания, формируется аппаратурой первичной обработки информации (АПОИ) радиолокатора и содержит отметки только летательных аппаратов, ответчики государственного опознавания которых отозвались на запрос, излученный радиолокатором. Вторичный канал — канал активного ответа. Оба канала синхронизированы вместе одинаковыми сигналами синхронизации, к которым относятся:

- импульс определения начального угла поворота антенны радиолокатора (сигнал «СЕВЕР»);
- малые азимутальные импульсы (сигнал «МАИ»), определяющие текущее направление антенны;

Таблица 1. Параметры отображения знакографической и радиолокационной информации

Знакографическая информация формируется графическим адаптером компьютера	
Разрешение экрана	до 1152x864 точки
	Максимальное разрешение при этом ограничено пропускной способностью разъема расширения
Количество цветов знакографической информации	256 из палитры 16 млн. цветов
Количество цветов радиолокационной информации	16 из палитры 16 млн. цветов
Кадровая частота	до 85 Гц при разрешении экрана 1024x768 точек
Знакографическая информация формируется контроллером «МИКСТ»	
Разрешение экрана	1280x1024 либо 1600x1200 точек
Количество цветов знакографической информации	16 или 4096 из палитры 16 млн. цветов
Количество цветов радиолокационной информации	16 из палитры 16 млн. цветов
Кадровая частота	до 85 Гц при разрешении экрана 1280x1024 точки

● импульс, определяющий момент излучения зондирующего сигнала локатора (сигнал «ЗАПУСК»).

Оцифровка радиолокационной информации выполняется со следующими параметрами:

- разрешение по азимуту 4096 дискрет;
- разрешение по дальности 1920 дискрет, причем размер одного дискрета определяется программно в диапазоне от 20 до 720 метров, что позволяет отобразить радиолокационное пространство радиусом от 40 до 1400 километров;
- разрядность аналого-цифрового преобразователя информации первичного канала – 8.

Знакографическая информация может формироваться либо графическим адаптером, входящим в состав компьютера, либо непосредственно в контроллере «МИКСТ». В первом случае информация поступает в контроллер «МИКСТ» через разъем расширения (так называемый feature connector) графического адаптера, во втором случае знакографическая информация формируется в видеопамети, находящейся в контроллере «МИКСТ», а сам контроллер «МИКСТ» играет роль графического адаптера компьютера. Параметры отображения для обоих случаев показаны в табл. 1.

Смещение информации выполняется аппаратно, что позволяет освободить

значительную часть ресурсов процессора и повысить надежность работы всей системы в целом; например, при «зависании» программного

обеспечения радиолокационное изображение продолжит отображаться и динамически обновляться, что позволит диспетчеру проконтролировать критическую ситуацию и по ее окончании перезапустить систему.

При совмещении информации решается задача масштабирования и смещения центра координат радиолокационного пространства. Это позволяет диспетчеру выбрать интересующую его область пространства и отобразить ее на всем экране. Масштабирование выполняется плавно, без каких бы то ни было ограничений, в диапазоне от 20 до 800 км. При смещении центра координат также нет никаких ограничений. Он может находиться вообще за пределами экрана. Уникальной особенностью устройства является практически мгновенное (менее

200 мс) изменение радиолокационного изображения при смене масштаба или смещении центра.

На рис. 1 и 2 приводятся примеры работы контроллера «МИКСТ». На рис. 1 изображен полный обзор радиолокатора в масштабе 1:600 км. Синим цветом отображается информация, поступившая по каналу обзора, красным цветом — информация канала опознавания, т. е. непосредственно воздушные цели. На рис. 2 изображена выбранная область радиолокационного пространства, но уже в масштабе 1:100 км.

Кроме смещения и масштабирования, возможен круговой поворот радиолокационного изображения на любой угол. Круговой поворот применяется, если направление «СЕВЕР» радиолокатора не совпадает с астрономическим севером, например, из-за магнитной аномалии.

### Аппаратная реализация

Конструктивно «МИКСТ» представляет собой плату половинной длины (рис. 3), вставляемую в слот ISA, с двумя выведенными наружу разъемами: первый является входным для подключения

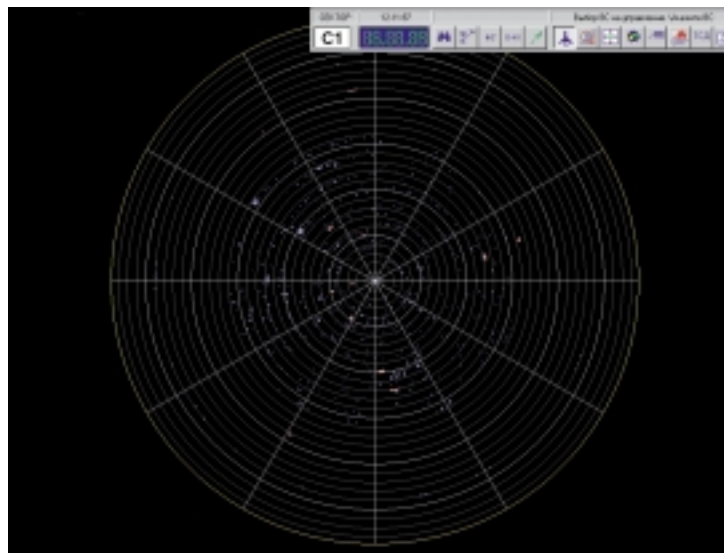


Рис. 1. Изображение полного радиолокационного обзора в масштабе 1:600 км

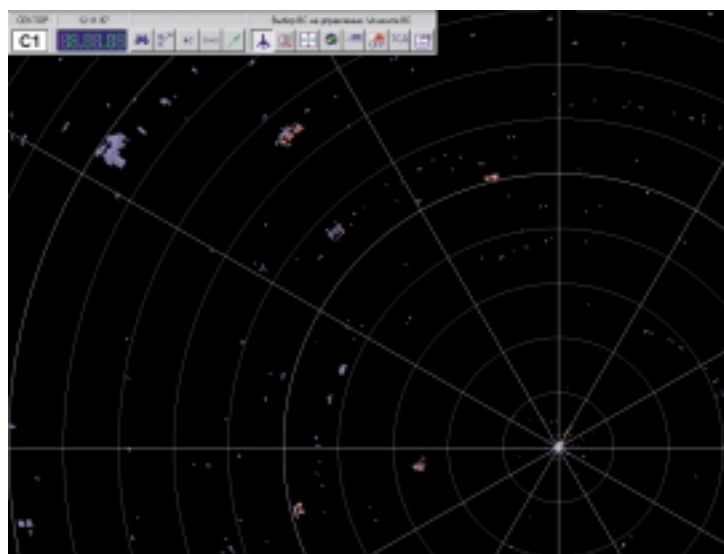


Рис. 2. Выбранная область радиолокационного пространства в масштабе 1:100 км

радиолокационной магистрали, второй является выходным и служит для подключения монитора высокого разрешения, на котором будет отображаться совмещенная информация.



Рис. 3. Внешний вид контроллера «МИКСТ»

Центральным узлом контроллера «МИКСТ» является специализированный радиолокационный процессор (рис. 4). Он осуществляет прием информации, поступающей от радиолокатора, ее преобразование и последующее совмещение со знакографической информацией. Процессор реализован на ПЛИС фирмы Altera семейства FLEX 10K, которая является микросхемой с загружаемой логикой, что позволяет изменять структуру радио-

нитора высокого разрешения. Радиолокационный процессор содержит также массив регистров, доступных программному обеспечению, с помощью которых определяются режимы и

параметры функционирования контроллера.

**Области применения**

Контроллер «МИКСТ» входит в состав оборудования автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера управления воздушным движением «КОРИНФ». Основной рабочей мес-

та является персональный компьютер в промышленном исполнении фирмы Advantech. В компьютер устанавливаются модули расширения, среди которых и контроллер «МИКСТ». Для отображения используются либо стандартные мониторы с универсальной синхронизацией типа Viewsonic 21PS с диагональю 21 дюйм, либо промышленные мониторы фирмы Conrac с диагональю экрана до 29 дюймов.

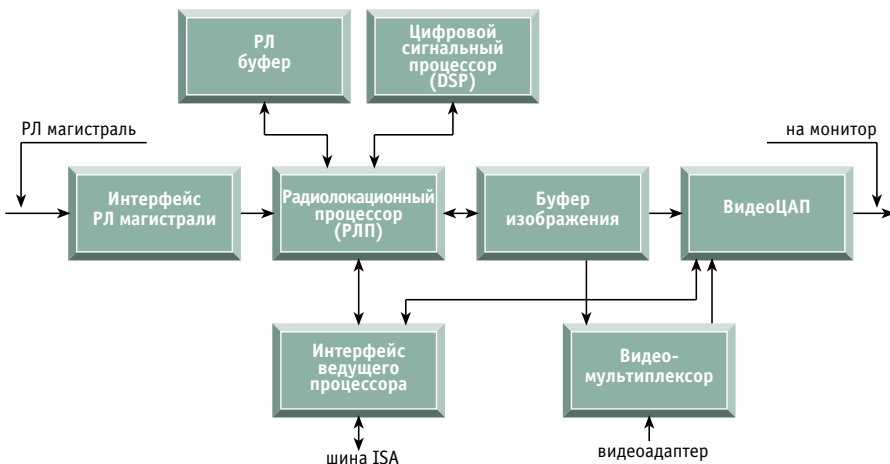


Рис. 4. Блок-схема контроллера «МИКСТ»

локационного процессора без применения дополнительных аппаратных средств.

Помимо обработки радиолокационной информации, процессор организует взаимодействие всех аппаратных узлов контроллера: входного АЦП; специализированного видеоОЗУ, в котором формируется изображение радиолокационной обстановки; выходного видео-ЦАП, с которого выдается аналоговая информация (RGB) для мо-

В качестве источника информации для контроллера «МИКСТ» могут использоваться аэродромные, трассовые, посадочные и метеорологические радиолокаторы. К моменту написания статьи проверена работа контроллера с локаторами в аэропортах Жуковского, Архангельска, Пензы, Петропавловска-Камчатского.

Кроме отображения, контроллер «МИКСТ» может использоваться для сбора и последующей обработки ра-

диолокационной информации, принятой от локатора. Обработка может включать в себя как архивирование и сохранение информации, так и передачу ее по линиям связи, включая и радиомодемы, на удаленные объекты. Это особенно необходимо в случае, если радиолокатор и диспетчерский пункт находятся на значительном расстоянии друг от друга.

**Перспективы развития**

В настоящий момент ведется работа над дальнейшим развитием и улучшением технических характеристик контроллера «МИКСТ».

Так, при варианте формирования знакографического изображения самим контроллером возникает необходимость перехода с системной шины ISA на более быстродействующую PCI, а также поддержки функций аппаратного ускорения при прорисовке изображения. В перспективе планируется полностью исключить графический адаптер SVGA из состава компьютера, а его функции возложить на контроллер «МИКСТ». Кроме разработки собственно аппаратуры, это требует написания значительного объема программного обеспечения (драйверов для графических систем Windows 95, Windows NT, базовой системы ввода/вывода – BIOS). Несмотря на трудоемкость этих задач, их решение позволяет избежать ограничений, связанных с пропускной способностью разъема расширения графического адаптера SVGA, что позволяет повысить разрешение экрана, увеличить количество отображаемых цветов и, как следствие, улучшить качество изображения и облегчить работу диспетчера.

Помимо знакографического направления работ, планируется повышение качества приема входной информации, что подразумевает создание входных цифровых фильтров, цифровых пороговых устройств. Рассматривается возможность внедрения в контроллер «МИКСТ» функций аппаратуры первичной обработки информации, то есть обнаружение воздушных целей и определение их координат. Это позволит в случае отсутствия радиолокатора с цифровым каналом обнаружения целей тем не менее указывать диспетчеру их местоположение. ●