

## **Обзорно-панорамная оптико-электронная система наблюдения и обнаружения для мобильной наземной техники**

*А. В. Бондаренко<sup>1</sup>, И. В. Докучаев<sup>1</sup>, к. т. н. А. В. Рода<sup>2</sup>, к. т. н. Я. Я. Хаджиева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ», г. Москва,

<sup>2</sup>ООО «НТЦ «ВЕРСИЯ», г. Климовск, Московская обл.

Обзорно-панорамная оптико-электронная система (ОПОЭС) наблюдения и обнаружения для мобильной наземной техники предназначена для установки на наземные транспортные средства, применяемые в жёстких условиях эксплуатации в интересах силовых структур.

ОПОЭС состоит из:

- Шести цифровых видеокамер RT-1000DC, обеспечивающих панорамный обзор от 0 до 360° по азимуту, с встроенной функцией управления диафрагмой и установкой светофильтра для оптимизации цифрового видеосигнала в условиях освещённости от  $10^{-2}$  до  $10^5$  лк;
- устройства коммутации и управления видеокамерами (мультиплексор RT-106MX), с функцией автоматического обнаружения выстрелов гранатомётов и разрывов по вспышке;
- видеоконтрольного устройства (монитора);
- пульта управления.

В ОПОЭС шесть видеокамер RT-1000DC через интерфейс Fibber Channel подключаются к цифровому мультиплексору RT-106MX, который управляет работой видеокамер. Цифровой мультиплексор обрабатывает входные цифровые потоки данных от видеокамер и формирует один выходной цифровой поток в соответствии с выбранными установками.

Видеоизображение окружающей обстановки, формируемое мультиплексором, может содержать либо видеоизображение от одной из видеокамер, либо несколько изображений: от трёх видеокамер, направленных в переднюю полусферу; от трёх видеокамер, направленных в заднюю полусферу, и от всех шести видеокамер.

Алгоритм обнаружения выстрелов гранатомётов и разрывов построен на принципе анализа межкадровой разницы сигналов, спектро-энергетических, геометрических и временных характеристик вспышки выстрела.

Принципиально новой задачей при разработке ОПОЭС являлось обеспечение возможности оптико-электронной разведки для защиты техники и личного состава от стрелкового оружия ближнего боя, и гранатомётов путём:

- формирования изображений окружающей обстановки на видеоконтрольном устройстве с целью ведения наблюдения и обнаружения угрозы или факта нападения на защищаемую колонну в заданных секторах обзора;
- автоматического обнаружения вспышки выстрелов гранатомётов по цифровым изображениям, формируемым видеокамерами;
- реализации различных режимов функционирования, наблюдения в различных условиях.

Одной из особенностей построения ОПОЭС является обоснование оптимальной конструкции аппаратуры с учётом ограничений по массогабаритным характеристикам, энергопотреблению, возможностям размещения исполнительных устройств и обеспечение решения ряда проблемных вопросов, связанных с испытаниями, оценкой технических, эксплуатационных и боевых возможностей, живучестью, надёжностью.

## Инновационные решения

При разработке ОПОЭС предложены, теоретически и экспериментально обоснованы следующие новые технические решения. Аппаратура оптико-электронной разведки имеет оригинальную оптическую схему видеокамер, обеспечивающую панорамное изображение с высоким разрешением в широком диапазоне освещенностей от глубоких сумерек до яркого солнечного дня.

Видеокамеры имеют интеллектуальную настройку оптимального уровня цифрового видеосигнала для обнаружения вспышки выстрела гранатомёта на дальности 300 м и обеспечения помехозащищённости. В цифровом мультиплексоре организована аппаратная цифровая обработка входных цифровых потоков данных от видеокамер и формируется один выходной цифровой поток в соответствии с выбранными установками для выбора направлений обзора.

В мультиплексоре реализован алгоритм обнаружения выстрелов гранатомётов и разрывов, построенный на принципе анализа межкадровой разницы сигналов, спектро-энергетических, геометрических и временных характеристик вспышки выстрела, а также алгоритм анализа ложных сигналов. При реализации алгоритма в цифровом мультиплексоре организована параллельная и конвейерная обработка изображений от 6 видеокамер в реальном времени и аппаратно реализованная на ПЛИС фирмы Altera.

На рис. 1 показаны внешний вид видеокамеры и мультиплексора:



Рис.1. Видеокамера и мультиплексор в защищённых корпусах

Основным оптико-электронным элементом видеокамеры RT-1000DC является цифровая камера RT-1000DC-4.1, ниже представлены её основные технические характеристики:

- пространственное разрешение – 1024 x 1024, 1024 x 512 – с биннингом по строкам;
- размер пикселя – 12.8 x 12.8 мкм;
- отношение сигнал/шум – не хуже 72 дБ;
- глубина оцифровки – 14 бит @ 65 МГц, адаптивная настройка на динамический диапазон ПЗС процессора;
- формат представления выходных данных – 1024 x 1024 x 12 бит, 1024 x 1024 x 8 бит;
- количество яркостных градаций – 4096;
- пороговая чувствительность –  $10^{-5}$  лк при отношении сигнал/шум = 1;

- синхронизация – внутренняя и внешняя – по триггеру с возможностью работы в режиме Master-Slave;
- размер внутренней оперативной памяти – 16 МБ;
- видео выход на CCIR или RGB TFT монитор;
- частота передачи кадров – 25 кадров/сек, 50 – в режиме биннинга;
- выходной цифровой поток – до 1 Гб/сек;
- потребление – 5 Вт;
- интерфейс – Fiber Channel по витым парам или коаксиальному кабелю (опция – одномодовое оптоволокно);
- встроенный мониторинг температуры – минус 55 ... + 125 °С,- Диапазон рабочих температур – минус 40 ... + 70 °С.

Структурная схема цифровой камеры RT-1000DC-4.1 представлена на рис. 2.

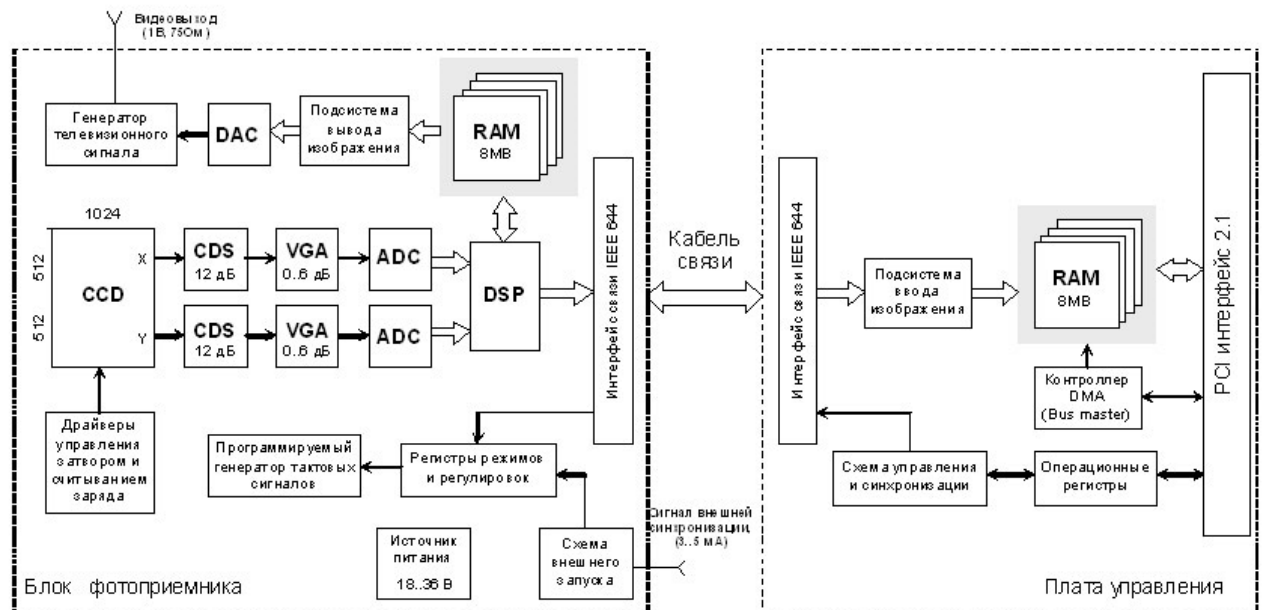


Рис. 2. Структурная схема цифровой камеры RT-1000DC-4.1

Мультиплексор RT-106MX – сложный электронный прибор, размещаемый, конструктивно выполненный в виде модуля прямоугольной формы, внутри которого размещена высокопроизводительная электронная плата.

Мультиплексор обеспечивает:

- коммутацию цифровых изображений, формируемых шестью видеокameraми;
- коммутацию сигналов управления видеокameraми, поступающих от аппаратуры управления и индикации по интерфейсу RS-232, и синхронизации работы видеокameraм по кадровому синхроимпульсу;
- формирование изображения, поступающего на экран видеомонитора и состоящего из одного, либо из нескольких изображений от шести видеокameraм;
- «замораживание» кадра изображения, в котором обнаружена вспышка выстрела от гранатомёта, по сигналу тревоги, выдаваемому соответствующей видеокameraм;
- формирование и передачу сигналов тревоги от видеокameraм в аппаратуру управления и индикации;
- автоматическую загрузку настроек видеокameraм по умолчанию;
- начальное тестирование и непрерывный контроль работоспособности всех видеокameraм;
- сохранение во внутренней памяти изображений с видеокameraм по сигналу тревоги, или команде оператора;
- передачу запомненных изображений по интерфейсу RS-232 на внешний компьютер.

## Литература

1. Izvestia.ru, 2009 г.: Российские инженеры создали новый комплекс РЭБ (электронный ресурс), URL: <http://www.izvestia.ru/news/news210792>
2. Бондаренко А.В., Докучаев И.В., Князев М.Г., Коноплянников Ю., Лазаренко Ю.М. Лазерная система автоматизации измерения габаритов сооружений на железных дорогах. Журнал ЦОС № 4, 2004 г., с. 36.
3. Бондаренко А.В., Докучаев И. В., Князев М.Г. Расчёт пороговых значений потока излучений и освещённости для ПЗС матриц Kodak KAI-1003M, KAI-1020M и Philips FTF-3020M. Журнал CCTV focus, № 4, 2006 г., с. 24.
4. Бондаренко А.В., Докучаев И. В., Князев М.Г. Телевизионная видеокамера с цифровой обработкой в реальном времени. Журнал «Современная электроника» № 3, 2006 г., стр. 50.
5. Телевизионные системы манипуляторного комплекса проекта «Фобос-Грунт». А.В. Бондаренко, И.В. Докучаев, О.И. Кораблёв, А.Б. Киселёв, О.Е. Козлов, В.А. Котцов, Ж.-П. Бибринг, Ж.Ж. Фурмонд. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы определения ориентации и навигации КА. Россия, Таруса, 22-25 сентября 2008 г.
6. Цифровая камера для регистрации атмосферных грозозовых разрядов. А.В. Бондаренко, И.В. Докучаев, В.А. Котцов. Сборник трудов выездного семинара. Под редакцией Р.Р. Назирова. Россия, Таруса, 24-27 февраля 2009 г., с. 63.
7. Техническая документация на цифровые ПЗС камеры. М.: ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ», 2011 г. (электронный ресурс), URL: [www.rastr.net/product/digit-cam.html](http://www.rastr.net/product/digit-cam.html)
8. Цифровой мультиплексор RT-106MX. М.: ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ», 2011 г. (электронный ресурс), URL: [www.rastr.net/product/special/onboard-computer.html](http://www.rastr.net/product/special/onboard-computer.html)