

ОБЗОРНО-ПАНОРАМНАЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЯ И ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ НАЗЕМНОЙ ТЕХНИКИ

А. В. Бондаренко¹, И. В. Докучаев¹, А. В. Рода²,
Я. Я. Хаджиева²

¹ ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ», Москва

² ООО «НТЦ «ВЕРСИЯ», Климовск, Московская область

Изложены технические решения по созданию обзорно-панорамной оптико-электронной системы (ОПОЭС) наблюдения и обнаружения высокого разрешения, которая устанавливается на транспортные средства, применяемые силовыми структурами. Приводится описание конструкции и принципиальных схем. Изложены инновационные решения, обеспечивающие панорамное изображение в широком диапазоне освещенностей, интеллектуальную настройку оптимального уровня цифрового видеосигнала для обнаружения угрозы нападения — вспышки выстрела гранатомёта.

Ключевые слова: цифровая видеокамера, мультиплексор, обнаружение вспышки выстрела, оптико-электронная аппаратура разведки.

Обзорно-панорамная оптико-электронная система наблюдения и обнаружения для мобильной наземной техники предназначена для установки на наземные транспортные средства, применяемые в жестких 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 освещенности 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.

Бондаренко Андрей Викторович — генеральный директор, e-mail: raster-msk@mtu-net.ru.

Докучаев Игорь Владимирович — главный специалист, e-mail: raster-msk@mtu-net.ru.

Рода Андрей Васильевич — заместитель директора, кандидат технических наук, e-mail: ntcversia@mail.ru.

Хаджиева Яха Яхьяевна — директор, кандидат технических наук, e-mail: ntcversia@mail.ru.

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

Принципиально новая задача при разработке ОПОЭС — обеспечение возможности оптико-электронной разведки для защиты техники и личного состава от стрелкового оружия ближнего боя и гранатомётов путём:

- формирования изображения 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, формируемыми видеокамерами;
- реализации различных режимов функционирования, работы в разных условиях наблюдения.

Одна из особенностей построения ОПОЭС — 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 обоснованные новые технические решения. Аппаратура оптико-электронной разведки имеет оригинальную оптическую схему видеокамер, обеспечивающую панорамное изображение с высоким разрешением в широком диапазоне освещённостей, от глубоких сумерек до яркого солнечного дня. Видеокамеры имеют интеллектуальную настройку оптимального уровня цифрового видеосигнала, сигнала для обнаружения вспышки выстрела гранатомёта на



Рис. 1. Видеокамера и мультиплексор в защищенных корпусах

дальности 300 м и обеспечения помехозащищенности. 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, спектроэнергетических, 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.

Основной оптико-электронный элемент видеокамеры RT-1000DC — цифровая камера RT-1000DC-4.1.

Основные технические характеристики цифровой камеры RT-1000DC-4.1

- Пространственное разрешение — 1024×1024 , 1024×512 — с биннингом по строкам;
 - размер пикселя — $12,8 \times 12,8$ 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 — $1024 \times 1024 \times 12$, $1024 \times 1024 \times 8$ бит;
 - количество яркостных градаций — 4096;
 - пороговая чувствительность — 10^{-5} лк при отношении сигнал/шум, равном 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/с, 50 — в режиме биннинга;
 - выходной цифровой поток — до 1 Гбит/с;
 - потребление — 5 Вт;
 - интерфейс — Fiber Channel по витым парам или коаксиальному кабелю (опция — одномодовое оптоволокно);
 - встроенный мониторинг температуры — $(-55...+125)$ °С,
 - диапазон рабочих температур — $(-40...+70)$ °С.

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

Мультиплексор RT-106MX (рис. 3) сложный электронный прибор, размещаемый, конструктивно выполненный в виде модуля прямоугольной формы, внутри которого размещена высокопроизводительная электронная плата.

Мультиплексор обеспечивает:

- коммутации цифровых изображений, формируемых шестью видеокамерами;
- коммутации сигналов управления видеокамерами, поступающих от аппаратуры управления и индикации по интерфейсу RS-232, и синхронизации работы видеокамер по кадровому синхроимпульсу;

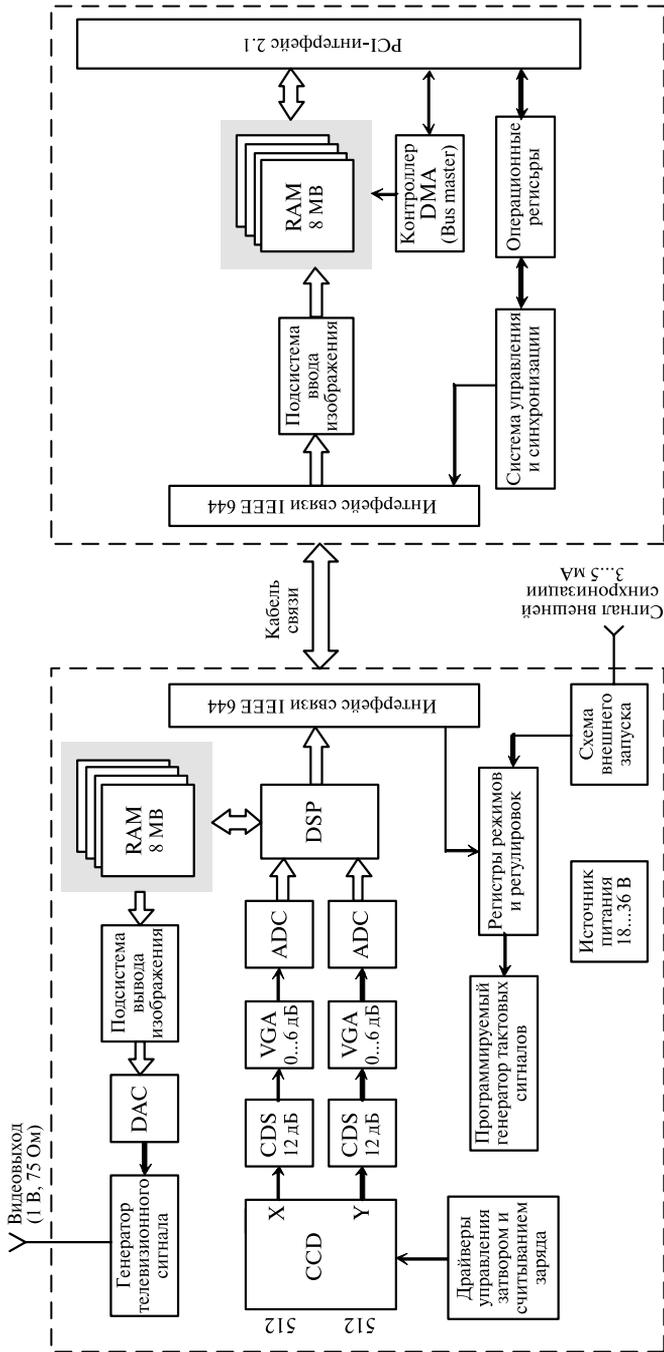


Рис. 2. Структурная схема цифровой камеры RT-1000DC-4.1

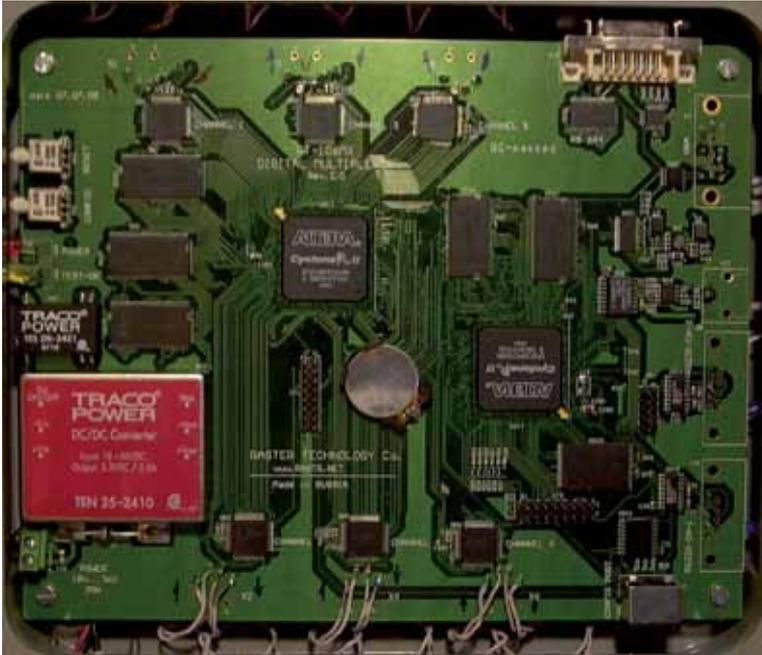


Рис. 3. Печатная плата мультиплексора RT-106MX

- формирование изображения, поступающего на экран видеомонитора и состоящего из одного, либо из нескольких изображений от шести видеокамер;
- «замораживание» кадра изображения, в котором обнаружена вспышка выстрела от гранатомета, по сигналу тревоги, выдаваемому соответствующей видеокамерой;
- формирование и передачи сигналов тревоги от видеокамер в аппаратуру управления и индикации;
- автоматическую загрузку настроек видеокамер по умолчанию начального тестирования и непрерывного контроля работоспособности всех видеокамер;
- сохранение во внутренней памяти изображений с видеокамер по сигналу тревоги, или команде оператора;
- передачу запомненных изображений по интерфейсу RS-232 на внешний компьютер.

Литература

- [Бондаренко и др., 2004] *Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Князев М. Г., Коноплянников Ю., Лазаренко Ю. М.* Лазерная система автоматизации измерения габаритов сооружений на железных дорогах // *Цифровая обработка сигналов.* 2004. № 4. С. 36.
- [Бондаренко и др., 2006] *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 // *CCTVfocus.* 2006. № 4. С. 24.
- [Бондаренко и др., 2006] *Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Князев М. Г.* Телевизионная видеокамера с цифровой обработкой в реальном времени // *Современная электроника.* 2006. № 3. С. 50.

- [Бондаренко и др., 2009] Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Кораблёв О. И., Киселёв А. Б., Козлов О. Е., Котцов В. А., Бибринг Ж.-П., Фурмонд Ж. Ж. Телевизионные системы манипуляторного комплекса проекта «Фобос-Грунт» // Современ. проблемы определения ориентации и навигации космич. аппаратов: Сб. тр. Всерос. научно-технич. конф. Россия, Таруса, 22–25 сент. 2008. М.: ИКИ РАН, 2009. С. 314–323 (Сер. «Механика, управление и информатика»).
- [Бондаренко и др., 2009] Бондаренко А. В., Докучаев И. В., Котцов В. А. Цифровая камера для регистрации атмосферных грозозовых разрядов // Миссия «Чибис-М»: Сб. тр. по результатам выездного семинара / Под ред. Р. Р. Назирова. Россия, Таруса, 24–27 февр. 2009. М.: ИКИ РАН, 2009. С. 63. (Сер. «Механика, управление и информатика»).
- Техническая документация на цифровые ПЗС камеры и программное обеспечение. М.: ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ». 2011. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.rastr.net/product/digit-cam.html.
- Российские инженеры создали новый комплекс РЭБ. 2009. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.izvestia.ru/news/news210792.

PANORAMIC OPTIKO-ELECTRONIC SYSTEM OF SUPERVISION AND DETECTION FOR THE MOBILE LAND TECHNICS

A. V. Bondarenko¹, I. V. Dokuchaev¹, A. V. Roda², Ya. Ya. Khadzhieva²

¹ “*Raster technology*”, Moscow

² “*NTC VERSIA*”, Klimovsk, Moscow region

In the article below one can find the technical decisions about optical and electronic system with round field of view which is used for reconnaissance. This system is installed on military vehicles. In the article one can also find a description of construction and principle circuits, innovative decisions, providing with panoramic view, wide-range illumination, digital processing for detection of a gun-shot.

Keywords: digital camera, commutator (multiplexor), detection of a gun-shot, reconnaissance device.

Bondarenko Andrey Viktorovich — director, e-mail: raster-msk@mtu-net.ru.

Dokuchaev Igor Vadimovich — main specialist, e-mail: raster-msk@mtu-net.ru.

Roda Andrey Vasil'evich — deputy director, candidate of science, e-mail: ntcversia@mail.ru.

Khadzhieva Yakha, director — candidate of science, e-mail: ntcversia@mail.ru.