

## **Универсальная аппаратно-программная платформа цифровых видеокамер**

Бондаренко А. В., Бондаренко М. А., Докучаев И. В., Князев М. Г., Ядчук К. А.

Эл. почта: [rastermsk@gmail.com](mailto:rastermsk@gmail.com)

Москва, ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ», [www.rastr.net](http://www.rastr.net)

### **Аннотация**

Разработана и реализована универсальная аппаратно-программная платформа цифровых видеокамер, использующая унифицированное схемотехническое решение для матричного фотоприёмного устройства. В рамках предлагаемой концепции достаточно подобрать видеоматрицу с желаемыми характеристиками и поменять микропрограмму в уже готовой цифровой камере на соответствующую данной матрице и текущему техническому заданию. Основное преимущество – минимизация затрат при разработке цифровых видеокамер. Отличительной особенностью цифровых камер является наличие встроенного видеопроцессора реального времени. Указанная технология может быть реализована практически для любых видеоматриц.

### **Введение**

К настоящему времени рынок цифровых видеокамер разделился на производителей камер для широкого потребления (веб-камеры, бытовые видеокамеры, автомобильные видеорегистраторы и охранные системы), и на производителей специализированных цифровых камер.

Цифровые камеры широкого потребления, как правило, используют дешёвые объективы с небольшим фокусным расстоянием и дешёвые цветные матрицы с невысокой чувствительностью. Основной параметр таких камер, который производители выгораживают для обывателей – число мегапикселей. Однако погоня за увеличением размеров формируемого кадра их вынуждает использовать аппаратные алгоритмы сжатия видеосигнала, которые приводят к появлению ложных границ, помех дискретизации, потере контрастов и динамического диапазона выходного изображения. Поэтому возможности и конструктив таких камер не рассчитаны на использование в сложных условиях наблюдения и эксплуатации и в качестве измерительной аппаратуры.

В данной публикации рассматриваются вопросы разработки специализированных видеокамер. Такие приборы предназначены для регистрации и визуализации слабоконтрастных изображений, получаемых с рентгеночувствительных экранов и электронно-оптических преобразователей флюорографов, ангиографов и других медицинских диагностических аппаратов, а также для исследований в области астрофизики, спектроскопии, аэрофотосъёмки и в других областях в непростых условиях эксплуатации.

Традиционные подходы к разработке специализированных цифровых видеокамер предполагают разработку каждый раз нового схемотехнического решения при изменении характеристик используемых матричных фотоприёмных устройств. Поэтому изготовитель цифровых видеокамер, даже имея большой опыт и множество наработок, вынужден изготавливать видеокамеру под новую задачу фактически с нуля.

Последние разработки ПЗС матриц со встроенными микролинзами фирмы OnSemiconductor [1] обладают совместимостью по выводам и сигналам, что позволяет использовать одну платформу для цветных и чёрно-белых ПЗС и КМОП матриц с различным разрешением, размером пикселя и динамическим диапазоном. При замене матрицы меняется только микропрограммное обеспечение, которое хранится в ПЗУ на плате видеопроцессора цифровой камеры. Это позволяет быстро адаптировать цифровые камеры для решения очень широкого круга задач без дополнительной разработки новой цифровой камеры, что в итоге существенно экономит средства, время и позволяет снизить стоимость конечного изделия для заказчика в серийном производстве. Ниже описаны ключевые особенности цифровых видеокамер, разработанных в рамках единой технологической платформы.

### Общая характеристика цифровых камер на единой технологической платформе

Приведённые в таблице 1 параметры камер дают представление о широкой возможности использования цифровых камер в индустриальном исполнении.

Название камеры	Разрешение	Число пикселей, МП	Размер пикселя, мкм	Диагональ матрицы, мм	Скорость, кадров/с	АЦП, бит
RT-1000DC	1024 x 1024	1.0	12.8	18.5	30	14(16)
RT-1020DC	1000 x 1000	1.0	7.4	10.5	50	12
RT-1150DC	1280 x 720	0.9	5.5	8.1	138	16/14
RT-1050DC	1024 x 1024	1.0	5.5	8.0	120	16/14
RT-2050DC	1600 x 1200	1.9	5.5	11.0	68	16/14
RT-2070DC	1920 x 1080	2.1	7.4	16.3	60	16/14
RT-4050DC	2336 x 1752	4.1	5.5	16.1	32	16/14
RT-4070DC	2048 x 2048	4.2	7.4	21.4	28	16/14
RT-8050DC	3296 x 2472	8.1	5.5	22.7	16	16/14
RT-8060DC	3600 x 2400	8.6	7.4	22.7	12	16/14
RT-16070DC	4864 x 3232	15.7	7.4	43.2	8	16/14
RT-16050DC	4896 x 3264	16.0	5.5	32.4	8	16/14
RT-29050DC	6576 x 4384	28.8	5.5	43.5	4	16/14

Таблица 1. Семейство цифровых камер производства ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ», разработанных на единой технологической платформе

В каждой цифровой камере интегрирован программируемый DSP процессор для обработки потокового видео в реальном времени, оперативная память DDR2 на 64/256 МБ, внешняя синхронизация, контроль температуры, высокоскоростной интерфейс, позволяющий в реальном времени перекачивать и визуализировать на экране компьютера изображение, вывод на внешний монитор, передача телеметрии по интерфейсу RS-485 (например, сигналы службы единого времени, GPS/ГЛОНАСС, показания датчиков пространственной ориентации).

Конструктивно цифровая камера состоит из платы фотоприёмника с драйверами управления ПЗС матрицы и платы DSP процессора с интерфейсами, источником питания с плавным запуском и ограничителем пускового тока. Перепрограммирование камеры производится через специальный разъём, без её снятия с объекта на месте использования. Питание камер осуществляется от цепи постоянного тока 9 ... 36 В.

### Преимущества интерфейса CoaXpress для универсальных цифровых камер

Ввод в компьютер, управление и питание камеры осуществляется по интерфейсу CoaXpress [2] (скорость до 6.25 Гб/с) и интерфейсной плате **RT-650CPX** [3], которая находится в компьютере на шине PCIe-4x. Использование интерфейса CoaXpress обусловлено его надёжностью и назначением для скоростной передачи мультимедийной информации как для военного, так и для гражданского применения. Неоспоримое достоинство технологии CoaXpress – низкая стоимость коаксиального кабеля.

Широко известные универсальные интерфейсы Ethernet и USB для задачи передачи видеoinформации представляются более избыточными и, следовательно, менее надёжными. При этом если в случае использования интерфейса CoaXpress длина медного коаксиального кабеля при скорости передачи 3 Гб/с составляет более 100 метров, то для USB 3.0 возможна передача на такой же скорости по меди не далее 3-5 метров [4]. Интерфейс Gigabit Ethernet использует пакетный способ передачи данных, что сопряжено с дополнительными затратами на передачу и приём видеопотока. Также стандартные интерфейсные разъёмы (типа RJ-45) по данной технологии представляются ненадёжными для применения в полевых условиях.

Сравнительная характеристика CoaXpress и других стандартов передачи данных для быстрых цифровых видеокамер, согласно источникам [2, 5], представлена в таблице 2:

	<b>Gigabit Ethernet</b>	<b>IEEE 1394 b</b>	<b>CameraLink</b>	<b>USB 3.0</b>	<b>CoaXpress</b>	<b>PCIe x8 Gen2</b>
Поток данных по одному кабелю	1 Гб/с	0,8 Гб/с	2,5 Гб/с (Базовый)	6 Гб/с	3,125 Гб/с (Базовый) 6,25 Гб/с (Экстра)	8 * 5 Гб/с
Макс. поток данных	1 Гб/с	0,8 Гб/с	5,44 Гб/с (8-tap) 6,8 Гбит/с (10-tap, 2 кабеля)	6 Гб/с	25 Гб/с (4 кабеля)	40 Гб/с (1 кабель)
Макс. длина кабеля	100 м	5 м	10 м	до 5 м	68 / 212 м	7,5 м
Тип кабеля	CAT5e, CAT6	--	MDR26	--	коаксиальный	медный

Таблица 2. Сравнение основных стандартов передачи данных для быстрых цифровых видеокамер

### Структура универсальной аппаратной платформы цифровых камер

Концептуальная блок-схема аппаратной платформы на примере камеры **RT-4070DC** [6] приведена на рис. 1.

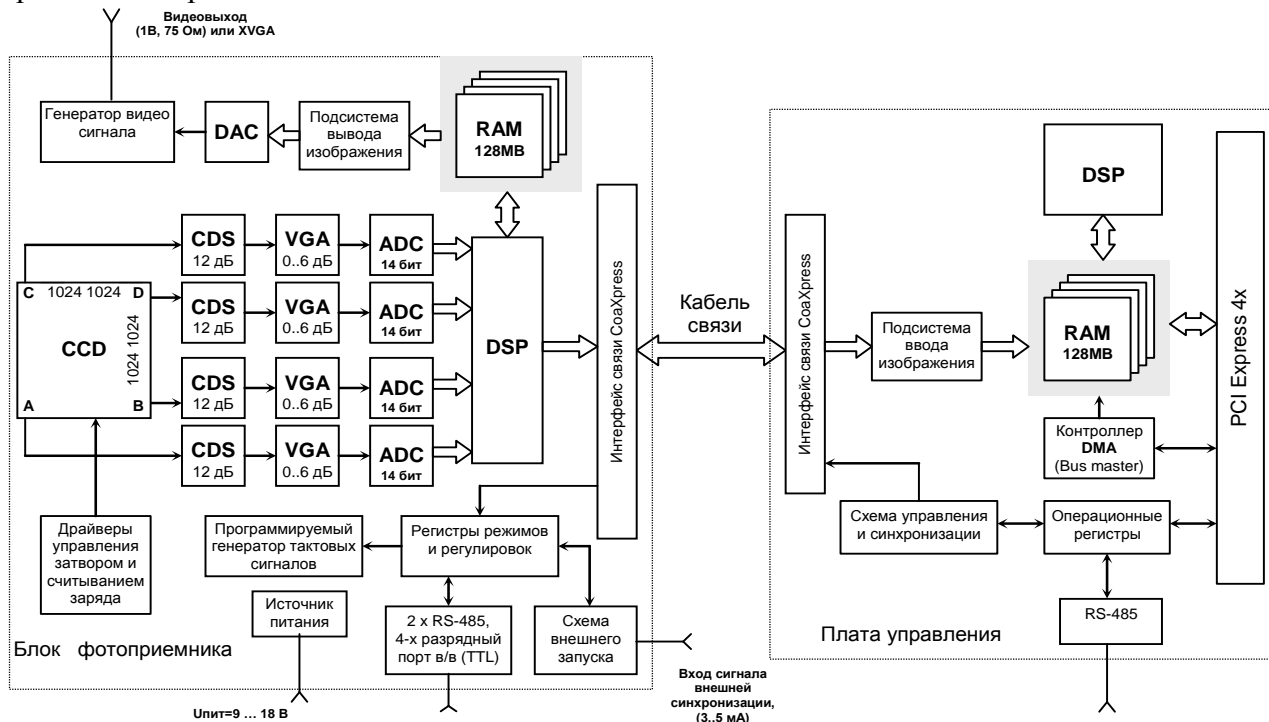


Рис. 1. Блок-схема универсальной аппаратной платформы видеокамер

### Особенности конструктива цифровых камер в рамках универсальной аппаратной платформы

В рассматриваемом семействе камер используется гальваническая развязка и схема внешнего плавного пуска для безопасности и стабилизации питания матрицы. Монтаж камер производится на двух печатных платах: первая – плата фотоприёмника с видеоматрицей, вторая – плата с блоком обработки на одной стороне и вторичными источниками питания с гальванической развязкой на другой стороне, противоположной плате фотоприёмника. Данное решение позволило понизить массу, габариты и общее энергопотребление за счёт повышенной интеграции. Необходимость в двух платах объясняется необходимостью изоляции матрицы от шумовых воздействий иных частей общей схемы, главным образом, вторичных источников питания, что позволяет существенно понизить шумы видеоматрицы. Пример описанного конструктива для видеокамеры RT-1000DC-v5 [7] представлен на рис. 2:



Рис. 2. Конструктив цифровой видеокамеры RT-1000DC V поколения

### Заключение

Предложена перспективная аппаратно-программная платформа для разработки цифровых камер различного целевого назначения. В дальнейшем планируется расширить возможности описанной платформы для использования матриц других типов и производителей, а также алгоритмическое наполнение обработки потокового видео.

### Литература

1. Новые CCD и CMOS матрицы TrueSenseImaging расширили модельный ряд матриц изображения компании OnSemiconductor // МТsystem: электронные компоненты, октябрь 2014. URL: <http://mt-system.ru/news/semiconductor/novye-ccd-i-cmos-matricy-truesense-imaging-rasshirili-modelnyj-rjad-matric-izobra> (дата обращения 29.02.2016).
2. CoaXpress – высокоскоростной интерфейс передачи данных по коаксиальному кабелю. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/CoaXPress> (дата обращения 29.02.2016).
3. Контроллер управления цифровым интерфейсом **RT-650CXP**. URL: <http://rastr.net/product/digit-cam/controller/rt-650cxp.html> (дата обращения 07.03.2018).
4. USB. Спецификация универсальной последовательной шины // SoftElectro, август 2011. URL: <http://softelectro.ru/usb.html> (дата обращения 29.02.2016).
5. Скоростные интерфейсы для быстрых видеокамер. URL: <http://fastvideo.ru/info/compare/pcie-coax.htm> (дата обращения 29.02.2016).
6. Цифровая камера **RT-4070DC** (RT-4071DC) – инструкция по эксплуатации. URL: <http://rastr.net/product/digit-cam/rt-xdc-platform/rt-4071dc.html> (дата обращения 07.03.2018).
7. Цифровая камера **RT-1000DC-v5**. URL: <http://rastr.net/product/digit-cam/rt-xdc-platform/rt-1000dc.html> (дата обращения 07.03.2018).