



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»



Цифровая камера RT-4071DC

ТНИД.201219.016 РЭ

Техническое описание
и руководство по эксплуатации

Версия 1.1

2020

Москва

Оглавление

1 Назначение	3
2 Состав изделия	3
3 Технические характеристики	5
4 Системные требования	8
5 Функционирование изделия	9
5.1 Основные термины и сокращения	9
5.2 Общая функциональная схема	10
5.3 Режимы работы изделия	11
5.4 Цифровая обработка изображения	13
6 Подготовка и порядок работы.....	14
6.1 Подготовка к работе оптического датчика	14
6.2 Подготовка к работе интерфейсного адаптера	17
6.3 Подключение внешних устройств	18
6.4 Установка драйверов цифровой камеры и программно-алгоритмического обеспечения.....	19
6.5 Порядок включения и выключения камеры	19
6.6 Работа с камерой	19
7 Взаимодействие цифровой камеры с компьютером	24
7.1 Регистры цифровой камеры	25
7.1.1 Системный регистр управления.....	26
7.1.2 Регистр управления режимом DMA	26
7.1.3 Регистр адреса DMA	27
7.1.4 Регистр счётчика данных DMA.....	27
7.1.5 Регистр событий	27
7.1.6 Регистр статуса	27
7.1.7 Регистр адреса кадра, регистр длины строки DMA	28
7.1.8 Регистр инициализации динамической памяти	28
7.1.9 Регистр управления внутренним буфером памяти.....	28
7.1.10 Регистр управления подсистемой ввода изображения.....	28
7.1.11 Регистры управления каналами X и Y блока фотоприёмника	29
7.1.12 Регистр определения амплитуды входного сигнала	29
7.1.13 Регистр времени экспозиции	29
7.1.14 Регистры адреса данных каналов X и Y, регистр счётчика данных при фиксации кадра...	29
7.1.15 Регистр управления объединением строк	30
7.1.16 Регистр режима ПЗС матрицы	30
7.1.17 Регистры настройки формата строка статистики	30
7.1.18 Регистры цифровой обработки входного сигнала	30
7.2 Организация и функционирование внутреннего буфера памяти.	31
7.3 Обмен данными в режиме DMA.	32
7.3.1 Основной старт DMA.	32
7.3.2 Промежуточный старт DMA	33
7.3.3 Завершение процесса DMA	33
8 Гарантийные обязательства	34
Приложение 1. Габаритный чертёж модуля фотоприёмника	35



1 Назначение

Цифровая камера **RT-4071DC** предназначена для получения высококачественного чёрно-белого прогрессивного телевизионного изображения, его цифровой обработки в реальном времени ввода в ПЭВМ.

Камера состоит из следующих узлов: блока фотоприемника, кабеля связи и платы управления с цифровым интерфейсом **RT-650CPX**, устанавливаемой в компьютер. Передача оцифрованного изображения производится на расстояние до 40 м с использованием канала связи CoaXpress по коаксиальному кабелю с волновым сопротивлением 75 Ом.

2 Состав изделия

В комплект поставки камеры входят:

Модуль фотоприемника, рис. 1	– 1 шт.
Защитная заглушка*, рис. 1	– 1 шт.
Кабель коаксиальный SAT-703В-XX**, рис. 2	– 1 шт.
Интерфейсный адаптер RT-650CPX, рис. 5	– 1 шт.
Кабель электропитания модуля фотоприёмника, рис. 3	– 1 шт.
Источник питания типа Mastech NY3005***	– 1 шт.
Паспорт изделия	– 1 шт.
Компакт-диск с программно-алгоритмическим обеспечением, рис. 4	– 1 шт.
Кейс или упаковочный ящик	– 1 шт.

Примечания:

* Объектив в комплект поставки камеры не входит. На место объектива установлена защитная заглушка, предотвращающая попадание грязи в оптический канал модуля фотоприёмника.

** Длина кабеля SAT-703В-XX согласуется с Заказчиком.

*** Питание модуля фотоприёмника осуществляется от внешнего источника постоянного тока типа Mastech NY3005 напряжением 24 ± 3 В. Источник питания поставляется опционально по согласованию с Заказчиком.



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

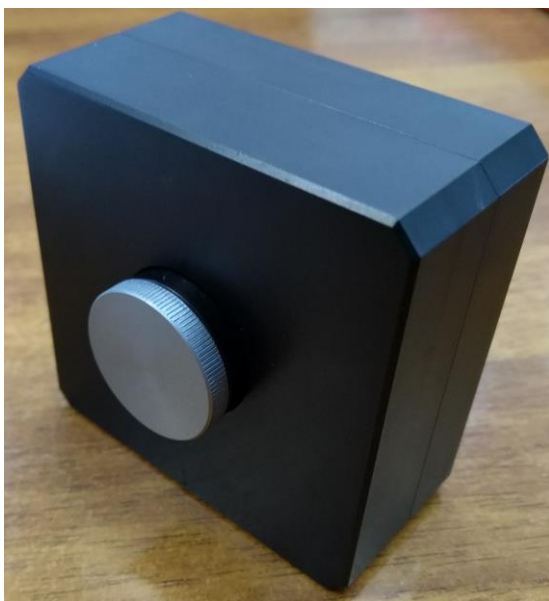


Рис. 1 Модуль фотоприёмника с защитной заглушкой



Рис. 2 Кабель связи SAT-703B-XX



Рис. 3 Кабель электропитания



Рис. 4 Компакт-диск с ПАО



Рис. 5 Интерфейсный адаптер RT-650CPX



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

3 Технические характеристики

Технические характеристики камеры приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Тип фотоприёмника	ПЗС матрица KAI-04070D
Геометрический размер фоточувствительного слоя матрицы, (Ширина × Высота), мм	15,2 × 15,2
Геометрический размер одиночного пикселя матрицы (Ширина × Высота), мкм	7,4 × 7,4
Количество активных пикселей в матрице (Ширина × Высота)	2048 × 2048
Рабочий спектральный диапазон по уровню 0,1 относительной спектральной чувствительности, мкм, не хуже	от 0,35 до 0,94
Пороговая чувствительность матрицы (при С/Ш = 1, T _{цв} = 2865 °К, t _{зтв} = 33 мс), лк	0,0008
Пороговая чувствительность матрицы (при С/Ш = 1, T _{цв} = 6000 °К, t _{зтв} = 33 мс), лк	0,0011
Динамический диапазон матрицы, дБ (бит)	70 (12)
Тип развёртки	прогрессивная
Частота кадров, Гц	25
Диапазон экспозиции электронного затвора, с	от 0,0001 до 0,5
Режимы управления электронным затвором	Ручной
Разрядность оцифрованного изображения, бит	8, 14
Разрядность АЦП, бит	16
Формат оцифрованного изображения (Ширина × Высота), пикселей	2048 × 2048
Внутренний интерфейс передачи данных	CoaXpress
Внутренняя скорость передачи данных, Мб/с	2600
Длина кабеля связи, м	не менее 40
Интерфейс с ПЭВМ	шина PCI-Express 4x
Скорость информационного обмена с ПЭВМ, МБ/с, средняя	500
Интерфейс для подключения внешних устройств*	RS-485
Режимы синхронизации**	Внутренняя/Внешняя
Параметры внешнего синхроимпульса	Уровень TTL на нагрузку 75 Ом, полярность положительная, длительность 10 мкс



Напряжение питания камеры: *** – вариант 1 – вариант 2	1. стабилизированное, от $+24 \pm 3\text{В}$ 2. переменное, 220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность блока камеры, Вт, не более	15
Посадочная резьба под объектив	C-Mount
Задний рабочий отрезок, мм	17,526
Габаритные размеры блока фотоприемника, мм: – длина (вдоль оптической оси) – ширина – высота	$465 \pm 0,5$ $82 \pm 0,5$ $82 \pm 0,5$
Масса, кг	не более 0,5
Габаритные размеры интерфейсного адаптера, мм: – длина – ширина – высота	$130 \pm 0,5$ $21 \pm 0,5$ $120 \pm 0,5$
Относительная влажность воздуха при температуре $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, %	80
Атмосферное давление, мм.рт.ст	от 630 до 795

* Разъём интерфейса RS-485 располагается на плате RT-650CPX.

** Возможность внешней синхронизации камеры является дополнительной опцией, наличие которой, устанавливается по согласованию с Заказчиком.

*** Тип электропитания камеры выбирается по согласованию с Заказчиком.

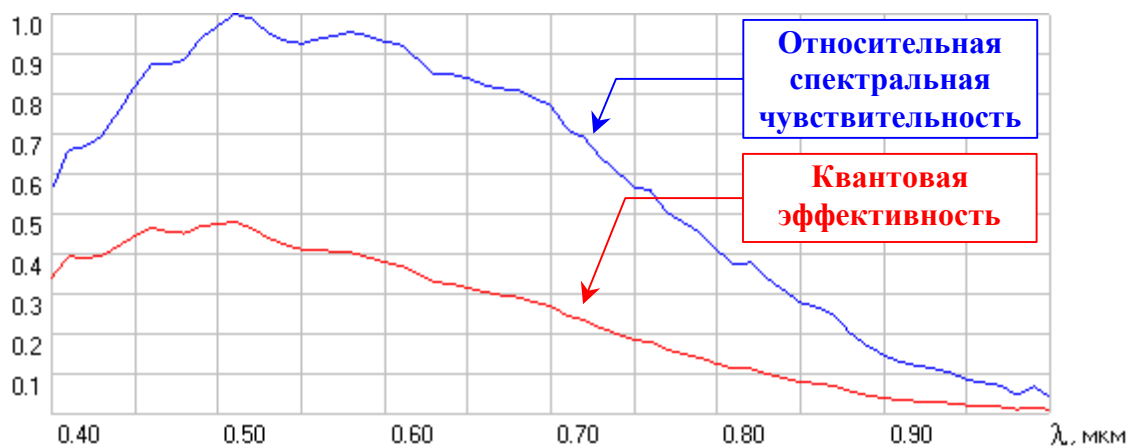


Рис. 6. Графики зависимости квантовой эффективности и относительной спектральной чувствительности модуля фотоприемника от длины волны



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

Таблица 2

λ – длина волны излучения;

$\eta(\lambda)$ – квантовая эффективность матрицы;

$S_{отн}(\lambda)$ – относительная спектральная чувствительность матрицы.

λ , мкм	$\eta(\lambda)$	$S_{отн}(\lambda)$	λ , мкм	$\eta(\lambda)$	$S_{отн}(\lambda)$
0,350	0,18500	0,24008	0,720	0,23500	0,62736
0,360	0,23000	0,30701	0,730	0,21500	0,58194
0,370	0,28000	0,38413	0,740	0,20000	0,54876
0,380	0,34500	0,48610	0,750	0,19000	0,52836
0,390	0,40000	0,57842	0,760	0,17500	0,49314
0,400	0,43000	0,63775	0,770	0,16500	0,47108
0,410	0,44000	0,66889	0,780	0,15500	0,44828
0,420	0,46000	0,71635	0,790	0,14500	0,42473
0,430	0,48000	0,76529	0,800	0,13500	0,40044
0,440	0,49500	0,80756	0,810	0,12500	0,37542
0,450	0,51000	0,85095	0,820	0,11500	0,34965
0,460	0,51500	0,87838	0,830	0,10500	0,32314
0,470	0,51300	0,89399	0,840	0,09500	0,29588
0,480	0,51700	0,92013	0,850	0,08500	0,26789
0,490	0,51900	0,94294	0,860	0,07800	0,24872
0,500	0,52000	0,96403	0,870	0,06900	0,22258
0,510	0,51000	0,96440	0,880	0,06100	0,19904
0,520	0,50000	0,96403	0,890	0,05500	0,18150
0,530	0,49500	0,97275	0,900	0,04800	0,16018
0,540	0,49000	0,98109	0,910	0,04300	0,14509
0,550	0,48400	0,98702	0,920	0,03900	0,13304
0,560	0,47600	0,98836	0,930	0,03300	0,11379
0,570	0,47000	0,99333	0,940	0,02800	0,09759
0,580	0,46500	1,00000	0,950	0,02400	0,08454
0,590	0,45500	0,99537	0,960	0,02000	0,07119
0,600	0,43500	0,96774	0,970	0,01800	0,06474
0,610	0,42000	0,94994	0,980	0,01500	0,05451
0,620	0,40500	0,93103	0,990	0,01300	0,04772
0,630	0,39000	0,91101	1,000	0,01100	0,04079
0,640	0,37500	0,88988	1,010	0,00800	0,02996
0,650	0,36000	0,86763	1,020	0,00700	0,02647
0,660	0,34000	0,83204	1,030	0,00600	0,02291
0,670	0,32500	0,80738	1,040	0,00500	0,01928
0,680	0,30000	0,75640	1,050	0,00300	0,01168
0,690	0,28000	0,71635	1,060	0,00200	0,00786
0,700	0,26000	0,67482	1,070	0,00100	0,00397
0,710	0,24500	0,64498	1,080	0,00000	0,00000



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

4 Системные требования

Для нормальной работы с цифровой камерой система должна удовлетворять следующим минимальным требованиям:

- IBM PC-совместимый компьютер с процессором Intel Pentium MMX, AMD K6 или выше (необходима поддержка инструкций MMX);
- при установке инженерное обеспечение (SDK) занимает до 30 МБ на жёстком диске;
- объём ОЗУ не менее 4 ГБ;
- видеоадаптер с поддержкой 16-битного цвета и выше;
- устройство для чтения компакт-дисков CD-ROM;
- Манипулятор «мышь» или совместимое устройство;
- Операционная система*:
 - ✓ Microsoft Windows XP (32 бит),
 - ✓ Microsoft Windows Vista (32/64 бит);
 - ✓ Microsoft Windows 7 (32/64 бит);
 - ✓ Microsoft Windows 8 (32/64 бит);
 - ✓ Microsoft Windows10 (32/64 бит).

* с поддержкой русского языка и русской кодовой страницей по умолчанию (региональные установки).



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

5 Функционирование изделия

В данном разделе описана работа основных функциональных частей изделия.

5.1 Основные термины и сокращения

ВКУ – видеоконтрольное устройство.

ПЗС – матрица, преобразующая энергию света в энергию электрического заряда (прибор с зарядовой связью).

CCD – английская аббревиатура ПЗС.

АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

ADC – (*AnalogDigitalCconverter*) английская аббревиатура АЦП.

ДКВ – двойная коррелированная выборка. Способ оцифровки выходного аналогового сигнала матрицы, позволяющий снизить уровень шумов при аналого-цифровом преобразовании.

CDS – (*Correlated Double Sampling*) английская аббревиатура ДКВ.

DMA – (*Direct Memory Access*) прямой доступ к памяти. Для пересылки изображения из внутренней памяти платы управления в память ПЭВМ используется механизм прямого доступа к памяти.

Фиксация кадра изображения – оцифровка и запись полного кадра изображения в один из банков внутреннего буфера памяти платы управления;

DSP – (*Digital Signal Processing*) цифровая обработка сигналов (ЦОС).

Банк памяти – часть внутренней памяти объемом 2 МБ для работы с одним кадром изображения. Число банков равно 4.

ADC банк – банк, в который на данный момент времени записывается оцифрованное изображение.

PCI банк – банк, из которого в текущий момент времени осуществляется пересылка оцифрованного изображения в память ПЭВМ при вводе кадров.

DSP банк – банк, в котором хранится изображение, используемое как второй операнд при DSP обработке сигнала.



5.2 Общая функциональная схема

Цифровая видеокамера **RT-4071DC**, функциональная схема которой приведена на [рис. 7](#), состоит из следующих основных блоков и узлов:

Модуль фотоприёмника:

CCD – ПЗС матрица. Имеет четыре аналоговых выхода считывания заряда: А, В, С и D. Каждый из выходов подключен к области матрицы размером 1024x 1024 элементов;

CDS – каскады, осуществляющие ДКВ преобразование выходного сигнала матрицы в видеосигнал для последующего аналого-цифрового преобразования;

VGA – нормирующий видеоусилитель. Устраняет рассогласование усиления в каналах, возникающее из-за технического разброса параметров и обеспечивает согласование уровня видеосигнала с динамическим диапазоном АЦП;

драйверы управления затвором и считыванием заряда – преобразуют цифровые тактовые сигналы управления в сигналы с необходимыми для ПЗС матрицы уровнями напряжения;

ADC – 14-ти разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

DSP – блок цифровой обработки сигналов. Обеспечивает динамическое и статическое выравнивание каналов А,В,С и D, выполняет DSP обработку изображения в реальном времени;

RAM – 32-х разрядный внутренний буфер памяти (128 МБ). Функционально разделен на 16 банков по 8 МБ. Используется для хранения промежуточных результатов при DSP обработке, а также для вывода изображения на внешний монитор;

подсистема вывода изображения – осуществляет преобразование прогрессивного изображения матрицы в стандартный ТВ сигнал и обеспечивает синхронизацию ввода и вывода;

DAC – 10-ти разрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП);

генератор видео сигнала – формирует аналоговый сигнал по стандарту **CCIR** или **XVGA**;

интерфейс связи CoaXpress – обеспечивает связь фотоприемника с платой управления по стандарту через коаксиальный кабель;

схема внешнего запуска – синхронизирует ввод изображения по внешнему сигналу и формирует собственный сигнал внешнего запуска, привязанный к началу кадра. Вход имеет оптическую развязку;



Интерфейсный адаптер RT-650CPX:

подсистема ввода изображения – осуществляет управление фиксацией изображения во внутреннем буфере памяти;

схема управления и синхронизации – осуществляет общее управление всеми процессами в устройстве;

RAM – 32-х разрядный внутренний буфер памяти (128 МБ). Функционально разделен на 16 банка по 8 МБ. Используется контроллером DMA для бесперебойной скоростной пересылки видеоданных из блока фотоприемника в память ПЭВМ;

DSP – блок цифровой обработки сигналов. Выполняет обработку изображения в реальном времени;

PCI-Express 4x, контроллер DMA, конфигурационные и операционные регистры – обеспечивают связь RT-4071DC с оперативной памятью компьютера через шину PCI.

5.3 Режимы работы изделия

Устройство RT-4071DC имеет следующие основные режимы работы:

- **Режим внутренней синхронизации**, при котором осуществляется непрерывный ввод телевизионных кадров в компьютер. Частота ввода кадров составляет 25 Гц (40 Гц в режиме биннинга 2×2) или определяется временем экспозиции, если это время превышает 40 мс (25мсв режиме биннинга);
- **Режим внешней синхронизации**, при котором осуществляется одиночный или потоковый ввод телевизионных кадров в компьютер. Сигнал внешней синхронизации должен иметь частоту запуска не более 25 Гц;
- **Режим передачи тестового изображения**, при котором осуществляется проверка канала связи между модулем фотоприёмника и платой управления (ПЗС матрица не задействована).



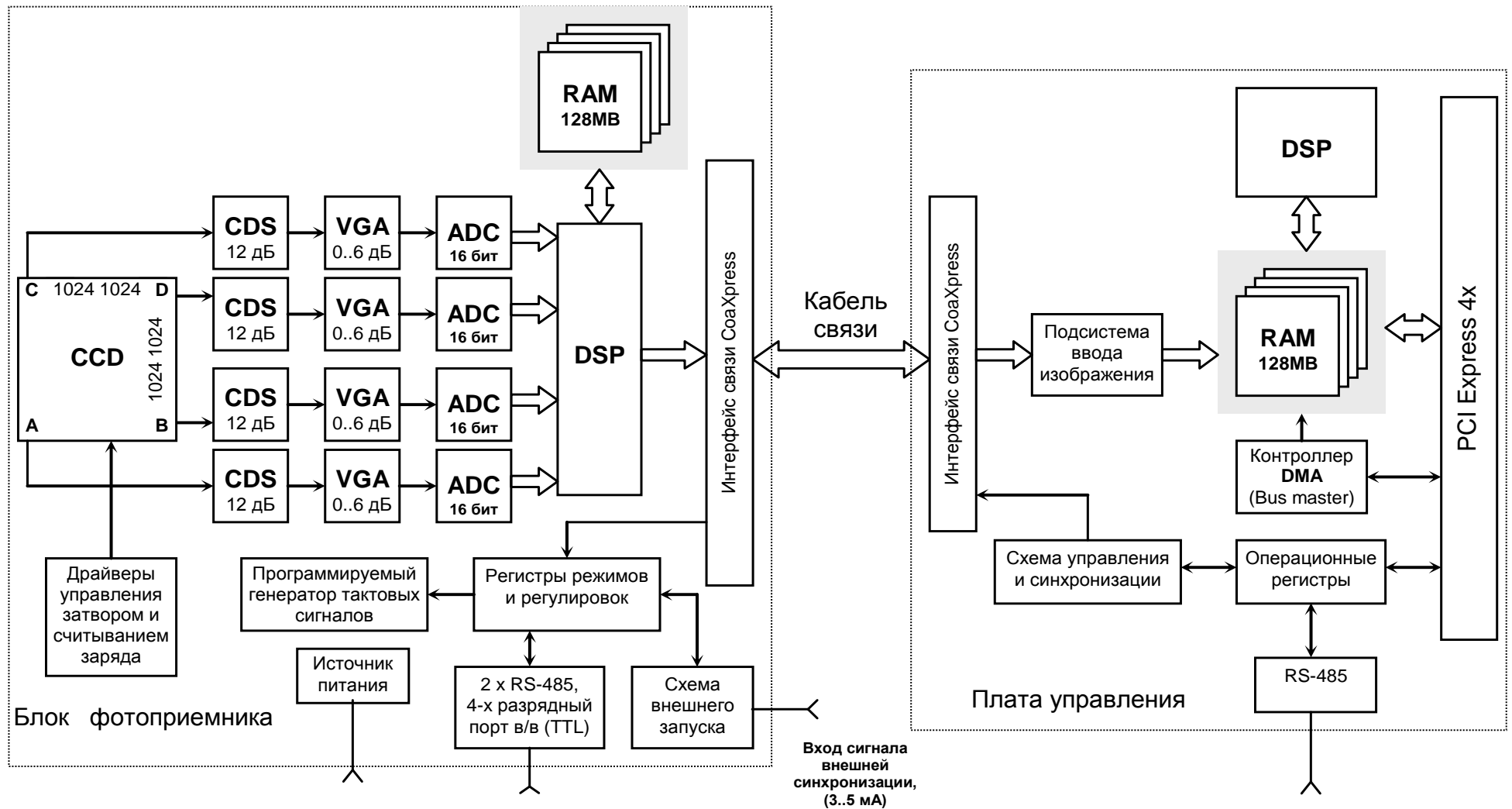


Рис. 7. Функциональная схема видеокamеры RT-4071DC



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

5.4 Цифровая обработка изображения

При оцифровке изображения используются 14-ти битные АЦП, соответственно вся предварительная обработка изображения (рекурсивная фильтрация, вычитание, сложение) проводится, также для 14-ти битного изображения. Во время пересылки изображения в ПК, при 12-ти битном вводе отбрасываются два младших бита, а при 8-ми битном отбрасываются шесть старших бит.

При вводе изображения в ПЭВМ доступны следующие функции цифровой обработки:

- Рекурсивное накопление с коэффициентами от $1/2$ до $1/256$;
- Вычитание с текущего кадра DSP банком;
- Сложение текущего кадра с DSP банком;
- Динамическое сложение смежных кадров;
- Динамическое вычитание смежных кадров.



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

6 Подготовка и порядок работы

В данном разделе будут рассмотрены вопросы подготовки камеры к работе, подключения внешнего оборудования, установки драйверов устройств интерфейсного адаптера, установки и запуска управляющей программы.

Внимание! Все работы по установке и подключению камеры должны производиться при отключенном электропитании ПЭВМ, источника питания оптического датчика и подключаемого оборудования.

ПЭВМ и подключаемое оборудование должны иметь общее заземление и, по возможности, получать электропитание от одного источника. Во избежание выхода изделия из строя, не проводите перекоммутацию соединительных кабелей во время работы.

6.1 Подготовка к работе оптического датчика

Для крепления блока фотоприемника в его нижней части предусмотрены четыре отверстия с резьбой *M5*. В [Приложении 1](#) приведён габаритный чертёж оптического датчика, где показано расположение крепёжных отверстий.

Закрепите оптический датчик, выверните защитную заглушку оптического канала и вверните вместо неё объектив, [рис. 8](#).

Во избежание попадания пыли на матрицу не оставляйте оптический канал блока фотоприёмника открытым длительное время.

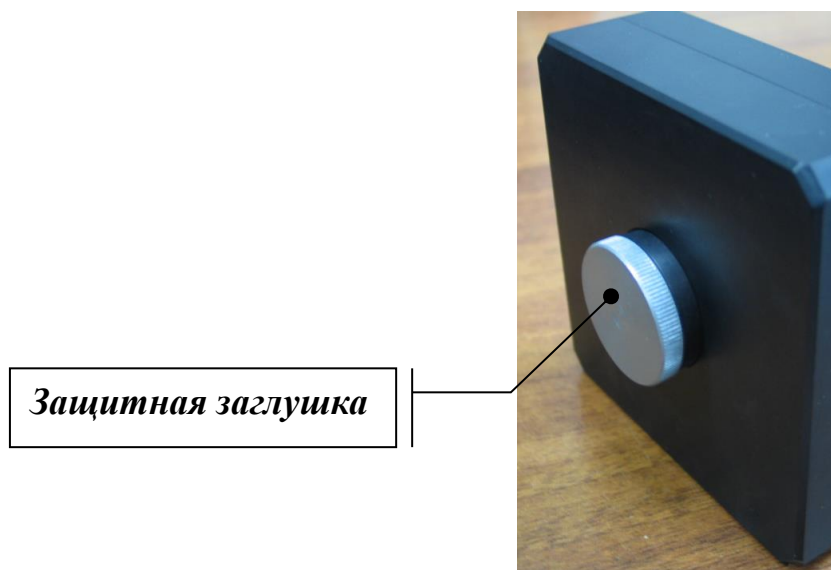


Рис. 8. Установка объектива в блок фотоприёмника



Подключите к разъёму X1, [рис. 9](#), коаксиальный кабель SAT-703B-XX. Цоколёвка разъёма X1 приведена в [таблице 3](#).

Подключите к разъёму X2, [рис. 9](#), кабель электропитания, [рис. 4](#). Цоколёвка разъёма X2 приведена в [таблице 4](#).

Подключите клеммы кабеля электропитания к источнику постоянного тока 24 ± 3 В. Клемма с чёрным проводом присоединяется к цепи « $-U_{пит}$ », клемма с красным проводом подсоединяется к цепи « $+U_{пит}$ ».



Рис. 9. Задняя панель модуля фотоприёмника



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

Таблица 3. Цоколёвка разъёма X1 (тип BNC-112554)

Контакт	Цепь
1	CoaXpress
2	GND (Земля)

Таблица 4. Цоколёвка разъёма X2 (тип DHB-26F)

Контакт	Цепь	Назначение	Контакт	Цепь	Назначение
1	TDI	ДСП	14	DIN2	ДСП
2	TMS	ДСП	15	DIO1	ДСП
3	DOU2	Цифр. выход 2	16	OPTO_ANOD	SYNC
4	DIN0	Цифр. вход0	17	OPTO_CATOD	SYNC
5	DIN3	Цифр. вход3	18	+24 V	+U питания
6	DIO2	ДСП	19	TCK	ДСП
7	-	Резерв	20	GND	Общий
8	GND	Общий	21	DOU1	Цифр. выход 1
9	-24 V	- U питания	22	DIN1	Цифр. вход1
10	+3.3 V EXT	ДСП	23	DIO0	Цифр. вход0
11	TDO	ДСП	24	DIO3	Цифр. вход3
12	DOU3	Цифр. выход 3	25	GND	Общий
13	DOU0	Цифр. выход 0	26	+5 V EXT	ДСП



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

6.2 Подготовка к работе интерфейсного адаптера

Установите адаптер в свободный слот PCI-Express материнской платы ПК. Подключите к разъёму X3 адаптера кабель связи SAT-703В-40, [рис. 10](#). Цоколёвка разъёма X3 приведена в [таблице 5](#).

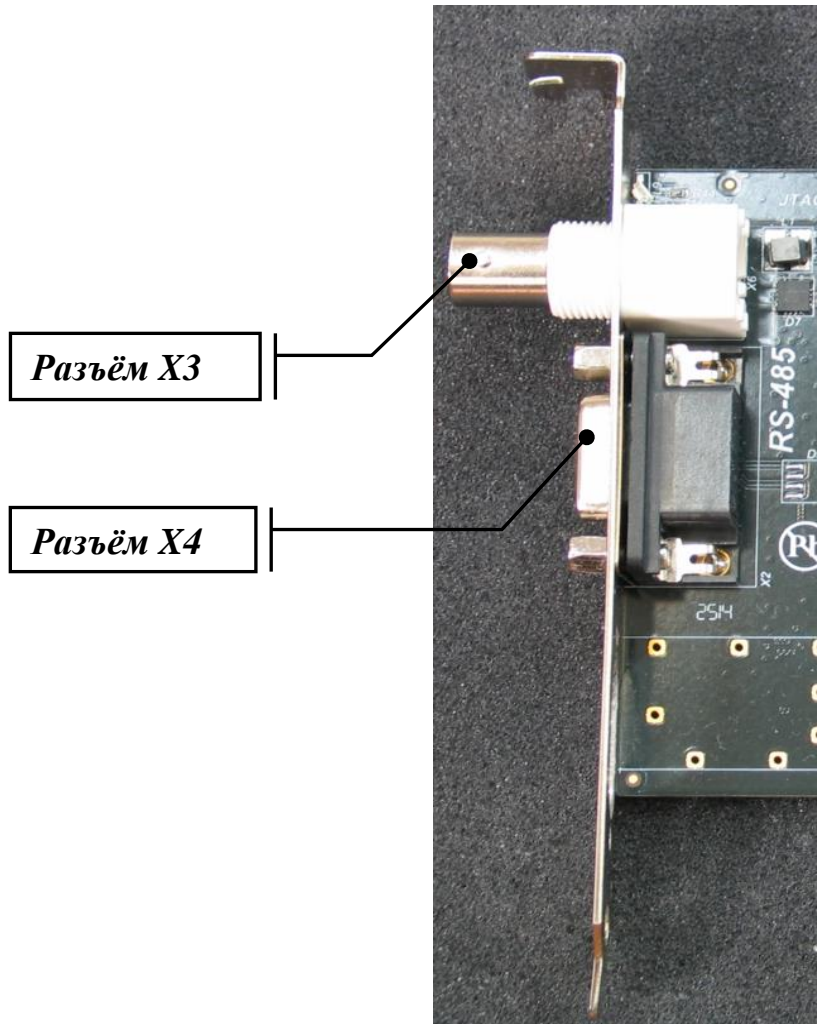


Рис. 10. Маркировка разъёмов интерфейсного адаптера

Таблица 5. Цоколёвка разъёма X3

Контакт	Цепь
1	CoaXpress
2	GND (Земля)



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

6.3 Подключение внешних устройств

Через разъём X2 дополнительно доступны:

- 4 линии цифрового ввода, цепи DIO0÷DIO3 (уровень TTL);
- 4 линии цифрового вывода, цепи DOOUT0÷DOOUT3, нагрузочная способность 20 мА;
- Вход синхронизации через оптрон, цепи OPTO_ANOD, OPTO_CATOD

Цоколёвка разъёма X2 приведена в [таблице 4](#).

В интерфейсном адаптере предусмотрена возможность подключения внешних устройств по интерфейсу RS-485. Подключение производится через разъём X4 адаптера, его цоколёвка приведена в [таблице 6](#).

Таблица 6. Цоколёвка разъёма X4 (тип DSUB-9F)

Контакт	Цепь	Контакт	Цепь	Контакт	Цепь
1	+3,3VEXT	4	RS485-Z-1	7	RS485-B-1
2	-	5	-	8	RS485-A-1
3	RS485-Y-1	6	-	9	GND



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

6.4 Установка драйверов цифровой камеры и программно-алгоритмического обеспечения

В комплект поставки цифровой камеры входит компакт-диск, содержащий драйверы для операционных систем семейства *Microsoft Windows (XP, Vista, 7, 8, 10)* и комплект разработчика программно-алгоритмического обеспечения *Raster Technology v2.xx*.

Для установки драйверов и ПАО следуйте инструкциям, изложенным в документе «Комплект разработчика программно-алгоритмического обеспечения *Raster Technology SDK v2.xx*. *Руководство по установке*».

6.5 Порядок включения и выключения камеры

Включение камеры выполняется в следующем порядке: на блок фотоприёмника подаётся электропитание, затем запускается программно-алгоритмическое обеспечение (программы *MasterCap* или *Capturator*).

Выключение производится в обратном порядке.

6.6 Работа с камерой

Работа с камерой будет рассмотрена на примере программы *MasterCap v3.xx*.

Запустите на выполнение файл *mastercap.exe*. При первом запуске программы откроется окно «Мастер подготовки к первому запуску». В ходе работы мастера Вы должны выбрать из списка устройство видеопроцессор или цифровую камеру, с которыми Вы собираетесь работать, [рис. 11](#). Выберите устройство *RT4071DC0* и нажмите кнопку «ОК».



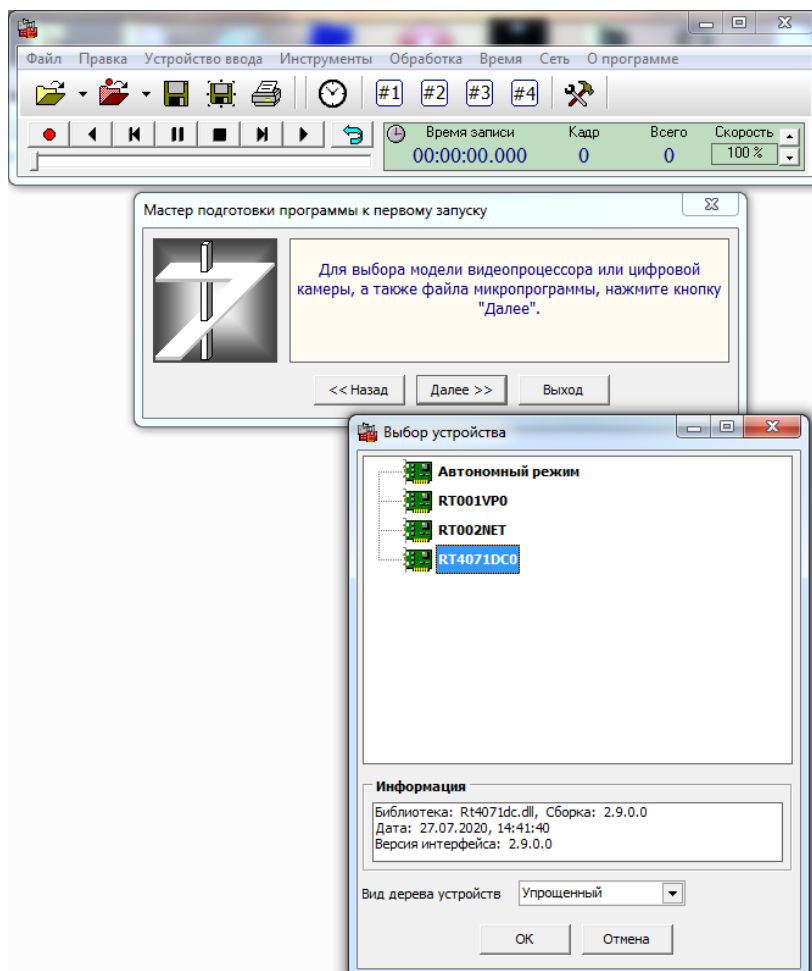


Рис. 11. Диалоговое окно «Выбор устройства»

Далее «Мастер» попросит выбрать папки для сохранения файлов видеозаписи, быстрого сохранения кадров и снимков экрана. Подробное описание по работе с программой можно найти в документе «Программа MasterCap v3.xx Руководство оператора».

После окончания работы «Мастера» откроется главное окно программы (сверху) и окно канала обработки «Канал #1», [рис. 12](#).



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

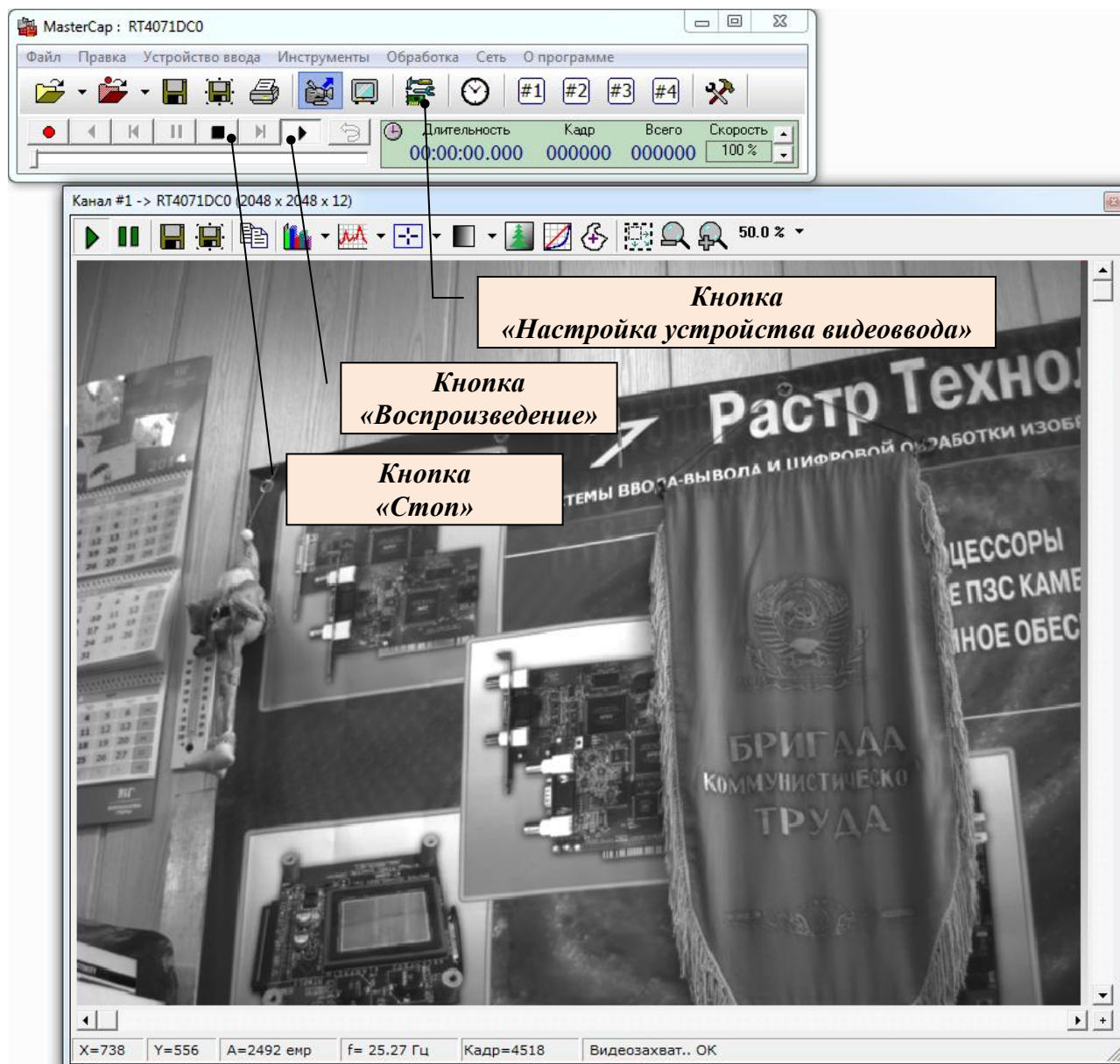


Рис. 12. Главное рабочее окно программы MasterCap

Для запуска захвата кадров, нажмите кнопку **«Воспроизведение»**, [рис. 12](#). Для остановки захвата кнопку **«Стоп»**. Для вызова окна управления камерой нажмите кнопку **«Настройка устройства видеоввода»**. При этом откроется окно **«RT4071DC0 – Настройка»**, [рис. 13](#).



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

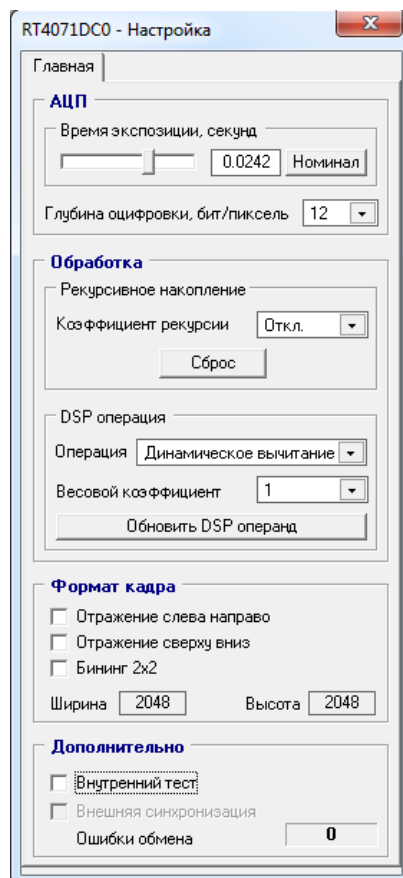


Рис. 13. Окно «RT4071DC0 – Настройка»

В панели «АЦП» окна находятся ползунок управления экспозицией камеры, и селектор разрядности изображения 8 или 12 бит.

Значение экспозиции изменяется в диапазоне от 0,0001 до 0,5 с. Кнопка «Номинал» устанавливает экспозицию равную 0,04 с (1/25 Гц) в обычном режиме и 0,025 с в режиме биннинга (1/40 Гц). При превышении временем экспозиции номинальных значений, частота ввода кадров падает. Её значение рассчитывается по формуле:

$$f_k = 1/t_{\text{экс.}}$$

Панель «Обработка» отвечает за управление аппаратной обработкой изображения.

При использовании *рекурсивного накопления* результирующее изображение вычисляется следующим образом:

$$B_n = k \cdot A_n + (1 - k) \cdot B_{n-1}, \quad k = i/m,$$

где: B_n – результирующее изображение в n -ом кадре;

A_n – оцифрованное изображение в n -ом кадре;

B_{n-1} – результирующее изображение в $n-1$ -ом кадре;

k – коэффициент рекурсии;



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

m – знаменатель коэффициента рекурсии, $m = 2, 4, 8, \dots, 256$;

i – числитель коэффициента рекурсии, $i=0, 1, 2, \dots, m-1$.

Кнопка «Сброс» очищает буфер рекурсии B_{n-1} .

Селектор «DSP операция» позволяет выбрать операции сложения, вычитания и динамического сложения и вычитания кадров.

При вычитании кадра в качестве вычитаемого используется кадр изображения, записанный в DSP банк по команде оператора:

$$B_n = (k*A_n - (1 - k)*A_{DSP}) / 2 + c, \quad k = w/m,$$

где: B_n – результирующее изображение в n -м кадре;

A_n – оцифрованное изображение в n -м кадре;

A_{DSP} – изображении, записанное в DSP банк;

k – весовой коэффициент;

m – знаменатель весового коэффициента рекурсии, $m = 2, 4, 8, \dots, 256$;

w – числитель весового коэффициента, $w = 0, 1, 2, \dots, m - 1$;

c – постоянное смещение, равное половине разрядной сетки АЦП.

При сложении с кадром в качестве слагаемого используется кадр изображения, записанный в DSP банк по команде оператора:

$$B_n = k*A_n + (1 - k)*A_{DSP}, \quad k = w/m,$$

где: B_n – результирующее изображение в n -м кадре;

A_n – оцифрованное изображение в n -м кадре;

A_{DSP} – изображении, записанное в DSP банк;

k – весовой коэффициент;

m – знаменатель весового коэффициента рекурсии, $m = 2, 4, 8, \dots, 256$;

w – числитель весового коэффициента, $w = 0, 1, 2, \dots, m - 1$.

При динамическом вычитании и сложении в DSP банк автоматически записывается изображение предыдущего кадра, то есть:

$$A_{DSP} = A_{n-1}$$

Кнопка «Обновить DSP операнд» используется для записи текущего кадра в DSP банк в режимах вычитания и сложения (не динамического).

Панель «Формат кадра» управляет вертикальным и горизонтальным отражением кадра, а также включением и выключением биннинга.



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

В режиме биннинга геометрические размеры кадра уменьшаются до значений 1024×1024 пикселей, а максимальная частота кадров увеличивается до 40 Гц.

Панель «Дополнительно» содержит переключатели «Внутренний тест» и «Внешняя синхронизация». При активации внутреннего теста матрица отключается, а камера передает тестовое изображение.

7 Взаимодействие цифровой камеры с компьютером

Управление цифровой камерой RT-4071DC осуществляется через адаптер RT-650CPX, устанавливаемый в слот PCI-Express ПЭВМ. Адаптер использует 32 Кбайт адресного пространства оперативной памяти, одну линию аппаратного прерывания и 2 буфера по 8 Мбайт для пересылки данных в режиме DMA.

Для ОС семейства Microsoft Windows (2000, XP, Vista, 7, 8, 10) управление камерой осуществляется драйвером, входящим в комплект поставки, и описанным в документе «Интерфейс динамических библиотек управления видеопроцессорами и цифровыми камерами RT-XVP и RT-XDC. Техническое описание и руководство программиста». При использовании других операционных систем необходимо воспользоваться информацией из разделов 7.1 – 7.3, посвящённых подробному описанию внутренней структуры устройства.



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

7.1 Регистры цифровой камеры

Управление цифровой камерой осуществляется через набор регистров, полный перечень которых приведён в таблице 3.

Таблица 3

Смещение адреса регистра	Направление операции (чтение / запись)	Имя регистра	Описание регистра
00H	запись	Syst_Ctrl	Системный регистр управления
04H	запись	DMA_Ctrl	Регистр управления режимом DMA
08H	запись	DMA_Addr	Регистр адреса DMA
0CH	запись	DMA_Byte	Регистр счётчика данных DMA
10H	чтение	Reg_Events	Регистр событий
14H	чтение	Reg_Stat	Регистр статуса
20H	запись	DMA_Line	Регистр длины строки DMA
24H	запись	Mem_Addr	Регистр адреса кадра
34H	запись	Mem_Init	Регистр инициализации динамической памяти
38H	запись	PCI_Ctrl	Регистр управления внутренним буфером памяти
40H	запись	ADC_Ctrl	Регистр управления подсистемой ввода изображения
4CH	запись	Reg_CCDX	Регистр управления каналом X блока фотоприёмника
50H	запись	Reg_CCDY	Регистр управления каналом Y блока фотоприёмника
50H	чтение	ADC_MinMax	Регистр определения амплитуды входного сигнала
58H	запись	Reg_VD	Регистр режима ПЗС матрицы
5CH	запись	Reg_Shutter	Регистр времени экспозиции
68H	запись	Reg_AddrX	Регистр адреса данных канала X
6CH	запись	Reg_AddrY	Регистр адреса данных канала Y
74H	запись	Numb_Pixel_All	Регистр счётчика данных при фиксации кадра
DCH	запись	Reg_Binning	Регистр управления объединением строк
Регистры настройки формата строба статистики			
ACH	запись	Strob_L	Левая граница строба внутри кадра
B0H	запись	Strob_R	Правая граница строба внутри кадра
B4H	запись	Strob_U	Верхняя граница строба внутри кадра
BCH	запись	Strob_D	Нижняя граница строба внутри кадра
Регистры цифровой обработки сигнала			
A0H	запись	ADC_DSP	Регистр функций DSP обработки
C0H	запись	Stb_Level	Регистр амплитудного порога
D4H	запись	Reg_Weight	Регистр весовых коэффициентов
D8H	запись	Reg_RC	Регистр управления рекурсивным фильтром



Смещение адресов регистров указано относительно первого базового адресного регистра конфигурационного заголовка платы управления.

7.1.1 Системный регистр управления

С помощью регистра **Syst_Ctrl** задается маска прерываний по различным событиям.

Установкой в биты D[1 .. 0] регистра **Syst_Ctrl** разрешается фиксация соответствующих событий в регистре **Reg_Events**. Бит D0 разрешает генерацию прерываний от устройства при наступлении этих событий.

Биты	Описание
0	Общее разрешение прерываний
1	Разрешение прерывания при завершении DMA
2	Разрешение прерывания при завершении ввода кадра
31.. 3	Не используется

7.1.2 Регистр управления режимом DMA

Регистр **DMA_Ctrl** организует порядок обмена данными через интерфейс PCI.

Биты	Описание
0	Не используется
1	Принудительный останов режима DMA 0 – DMA проходит в обычном режиме 1 – режим DMA остановлен
2	Разрядность передаваемых данных 0 – один байт на пиксель (8 бит) 1 – два байта на пиксель (12 бит)
3	Направление передачи данных через интерфейс PCI: 0 – данные записываются во внутренний буфер видеопроцессора 1 – данные читаются из внутреннего буфера видеопроцессора
4	Чтение/запись чересстрочного изображения 0 – последовательное (прогрессивное) чтение/запись данных 1 – чтение/запись данных через строку (длина строки в пикселях указывается в регистре DMA_Line)
5	Чтение/запись данных с вертикальным отражением 0 – чтение/запись данных от верхней строки к нижней 1 – чтение/запись данных от нижней строки к верхней (VerticalFlip)
31 .. 6	Не используются



7.1.3 Регистр адреса DMA

В регистр **DMA_Addr** записывается 32-х разрядный адрес, указывающий на начало области оперативной памяти компьютера, с которой будет организован обмен данными при выполнении DMA. Операция записи в регистр **DMA_Addr** даёт также старт процессу DMA.

7.1.4 Регистр счётчика данных DMA

Регистр **DMA_Byte** является 21-разрядным счётчиком количества переданных байт в ходе выполнения DMA. За один цикл DMA можно передать до 2048 КБ данных. Значение количества байт, записываемое в регистр, должно быть кратно 16.

7.1.5 Регистр событий

В регистре **Reg_Events** фиксируется информация о событиях, вызвавших прерывание. В момент наступления одного из разрешённых событий устанавливается в 1 соответствующий бит регистра **Reg_Events** и выдается прерывание. При чтении регистра все установленные в 1 биты сбрасываются в 0, а прерывание снимается.

Важно! При обработке прерываний чтение регистра **Reg_Events** является обязательным условием.

Биты	Описание
0	Завершение процесса DMA. Бит устанавливается в «1», когда счётчик количества переданных байт достигнет нуля, что свидетельствует об успешном завершении процесса DMA.
1	Ошибка во время выполнения DMA
2	Завершение фиксации кадра во внутреннем буфере платы управления
31 .. 3	Не используются

7.1.6 Регистр статуса

В регистре статуса **Reg_Stat** отражается информация о состоянии устройства и происходящих в нём процессах.

Биты	Описание
0	Окончание фиксации кадра во внутреннем буфере памяти платы управления. Бит сбрасывается в «0» при программировании режима фиксации кадра и устанавливается в «1» в конце ввода одного кадра: 0 – процесс фиксации кадра не закончен, 1 – процесс фиксации кадра закончен
5 .. 2	Не используются
6	Процесс DMA активен. Бит устанавливается в «1» при записи адреса в регистр DMA_Addr и сбрасывается в «0» при завершении либо остановке процесса DMA.
11 .. 7	Не используются
31 .. 12	Счётчик пикселей, удовлетворяющих критерию различимости изображений, заданному в Stb_Level



7.1.7 Регистр адреса кадра, регистр длины строки DMA

Регистр **Mem_Addr** (21 бит) является указателями на текущий адрес памяти во внутреннем буфере платы управления откуда начнётся пересылка кадра (номер банка памяти определяется битами D[1..0] регистра **PCI_Ctrl**). При выполнении DMA этот указатель смещаются в соответствии с количеством переданных байт.

В регистр **Mem_Addr** записывается адрес первой (при чтении/записи строк сверху вниз) или последней (при чтении/записи строк снизу-вверх) строки кадра.

Если передаётся не весь кадр, то в регистр **Mem_Addr** записывается необходимое смещение от начала (или конца) кадра. В этом случае значение регистра **Mem_Addr1** можно вычислить по формуле:

$$[\text{Mem_Addr}] + [\text{DMA_Line}] * [\text{Numb_Line_Act} + 1] / 2 \quad \text{– для 8-разрядных данных;}$$

$$[\text{Mem_Addr}] + [\text{DMA_Line}] * [\text{Numb_Line_Act} + 1] \quad \text{– для 16-разрядных данных.}$$

Регистр **DMA_Line** (11 бит) определяет длину строки передаваемого через шину PCI кадра в пикселях (разрядность пикселя необходимо указывать в регистре **DMA_Ctrl**).

Значения, записываемые в регистры **Mem_Addr** и **DMA_Line**, должны быть кратны 16.

7.1.8 Регистр инициализации динамической памяти

Регистр **Mem_Init** используется для инициализации динамической памяти блока фотоприёмника и платы управления. При старте драйвера или программы в этот регистр записывается значение 0,

7.1.9 Регистр управления внутренним буфером памяти

Регистр **PCI_Ctrl** осуществляет выбор активного PCI банка.

Биты	Описание
1 .. 0	Выбор номера банка для обмена данными через PCI (выбор активного PCI банка)
31 .. 2	Не используются

7.1.10 Регистр управления подсистемой ввода изображения.

Регистр **ADC_Ctrl** осуществляет управление режимом ввода и процессом фиксации кадра изображения во внутреннем буфере памяти платы управления.

Биты	Описание
1 .. 0	Выбор номера банка для ввода кадра (активного ADC банка)
2	Не используется
3	Включение зеркального отображения по горизонтали при вводе изображения
4	Включение передачи тестового изображения
5	Включение режима внешней синхронизации при потоковом вводе (частота запуска более 12,5 Гц)
6	Включение режима внешней синхронизации при одиночном вводе (частота запуска менее 12,5 Гц)
7	Переключение разрядности входных данных: 0 – один байт на пиксель (8 бит) 1 – два байта на пиксель (12 бит)



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

Биты	Описание
8	Включение фиксации кадра. Бит автоматически сбрасывается по окончании фиксации кадра. Принудительный сброс останавливает фиксацию кадра
9	Запись кадра в DSP банк. Бит автоматически сбрасывается по окончании фиксации кадра.
31 .. 10	Не используются

7.1.11 Регистры управления каналами X и Y блока фотоприёмника

Регистры **Reg_CCDX** и **Reg_CCDY** – многофункциональные регистры, служащие для настройки и управления работой ДКВ, оцифровкой сигнала, его нормировкой и т.д. При старте программы в них последовательно записывается приведенная ниже служебная информация.

Регистры	Последовательность кодов
Reg_CCDX	5120, 2, 4, 262, 8, 10, 12, 14
Reg_CCDY	5120, 2, 4, 262, 8, 10, 12, 14

7.1.12 Регистр определения амплитуды входного сигнала

Регистр определения амплитуды входного сигнала **ADC_MinMax** позволяет за время ввода кадра определить минимальное и максимальное 8-битовые значения входного сигнала. Эти значения в дальнейшем могут быть использованы для оптимальной настройки таблицы преобразования яркости при выводе изображения на монитор ПЭВМ.

Биты	Описание
7 .. 0	Минимальное значение сигнала в канале X, зафиксированное во время ввода последнего кадра.
15.. 8	Максимальное значение сигнала в канале X, зафиксированное во время ввода последнего кадра.
23 .. 16	Минимальное значение сигнала в канале Y, зафиксированное во время ввода последнего кадра.
31 .. 24	Максимальное значение сигнала в канале Y, зафиксированное во время ввода последнего кадра.

7.1.13 Регистр времени экспозиции

Регистр **Reg_Shutter** определяют время, в течение которого матрица накапливает световую энергию. Это время измеряется в отрезках времени равных 37,68 мкс (период считывания одной строки из ПЗС матрицы). Значение регистра, равное 1061, соответствует времени накопления 40 мс. Значение регистра в диапазоне 0...7 также соответствует времени накопления 40 мс. Начиная со значения 8 (0,301 мс) и далее время накопления измеряется в отрезках 37,68 мкс.

7.1.14 Регистры адреса данных каналов X и Y, регистр счётчика данных при фиксации кадра

Передача видеоданных из блока фотоприёмника в плату управления и накопление их в одном из банков внутреннего буфера памяти осуществляется по двум каналам: X и Y. Данные канала X передаются в возрастающем порядке, данные канала Y – в убывающем. Регистры



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

Reg_AddrX и **Reg_AddrY** указывают на начальные адреса записи данных в буфере платы управления. Значения регистров соответственно равны 0 и 2047.

Регистр **Numb_Pixel_All** определяет количество передаваемых байт в обоих каналах и равен при полном кадре $2048 \times 2048 \times 2 = 8388608$, а при горизонтальном биннинге – $2048 \times 1024 \times 2 = 4194304$.

7.1.15 Регистр управления объединением строк

Регистр **Reg_Binning** определяет порядок считывания строк из ПЗС матрицы. Значение регистра равное 0 соответствует разрешению 2048×2048 , а значение равное 1 – разрешению 2048×1024 (вертикальный биннинг), при котором две смежные строки объединяются. Биннинг позволяет поднять скорость ввода кадров до 50 кадров/сек.

7.1.16 Регистр режима ПЗС матрицы

Регистр **Reg_VD** используется для отключения рабочих напряжений и управляющих сигналов от ПЗС матрицы в целях экономии энергии. Для перевода матрицы в рабочий режим в регистр заносится значение 3, для перевода в режим энергосбережения – 0,

7.1.17 Регистры настройки формата строба статистики

Строб статистики используется для задания некоторой прямоугольной области внутри кадра, где будут проводиться статистические измерения. Размер и положение строба может быть произвольным (от 1×1 до 2048×2048 пикселей), но не выходящими за границы кадра. Все регистры формата строба имеют разрядность 11 бит (допустимые значения: 0 – 2047).

Имя регистра	Описание регистра
Strob_L	Количество пикселей от левой границы кадра до левой границы строба
Strob_R	Количество пикселей от правой границы кадра до правой границы строба
Strob_U	Количество пикселей от верхней границы кадра до верхней границы строба
Strob_D	Количество пикселей от нижней границы кадра до нижней границы строба

7.1.18 Регистры цифровой обработки входного сигнала.

Регистр **ADC_DSP** осуществляет управление цифровой обработкой изображения.

Биты	Описание
2 .. 0	Выбор функции DSP обработки:
	D2 D1 D0 Функция
	0 0 0 – ввод без цифровой обработки
	0 0 1 – рекурсивная фильтрация
	0 1 0 – сложение текущего кадра с кадром из DSP банка
	0 1 1 – вычитание кадра из DSP банка
31 .. 3	1 0 0 – сложение двух смежных кадров
	1 0 1 – вычитание двух смежных кадров
31 .. 3	Не используются

Управление режимом рекурсивной фильтрации осуществляется регистром **Reg_RC**. Для исключения погрешности определения результирующего изображения все промежуточные



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

результаты вычислений при оцифровке нового кадра заносятся в специальный банк памяти блока фотоприёмника.

Биты	Описание						
5 .. 0	Определение коэффициента рекурсии:						
	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Коэффициент рекурсии
	0	0	0	0	0	0	1 (нет рекурсии)
	0	0	0	0	0	1	1/64
	0	0	0	0	1	0	2/64
			
	1	1	1	1	1	0	62/64
	1	1	1	1	1	1	63/64
31 .. 6	Не используются						

Весовой коэффициент в функциях сложения/вычитания определяется регистром **Reg_Weight** по аналогии с регистром **Reg_RC**.

Биты	Описание						
5 .. 0	Определение весового коэффициента операции:						
	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Весовой коэффициент
	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	1	1/64
	0	0	0	0	1	0	2/64
			
	1	1	1	1	1	0	62/64
	1	1	1	1	1	1	63/64
31 .. 6	Не используются						

Регистр **Stb_Level** задает порог в виде максимального модуля разности значений пикселей с одинаковыми координатами в двух кадрах изображения, превышение которого приводит к увеличению счетчика пикселей в регистре **Reg_Stat**.

Биты	Описание
11 .. 0	Установка амплитудного порога в диапазоне 0 .. 1023
31 .. 12	Не используются

7.2 Организация и функционирование внутреннего буфера памяти.

Внутренний буфер памяти адаптера имеет объём 128 МБ и состоит из 64 банков по 2 МБ. Каждый банк используется для записи и хранения одного кадра.

Логика работы камеры предполагает одновременное обращение к внутренней памяти со стороны нескольких подсистем устройства. При передаче изображения из блока фотоприёмника в плату управления по кабелю связи данные сначала через подсистему ввода изображения заносятся в банк памяти, определяемый регистром **ADC_Ctrl**. После окончания



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

передачи всего кадра данные пересылаются через шину PCI в оперативную память компьютера, рис. 14:

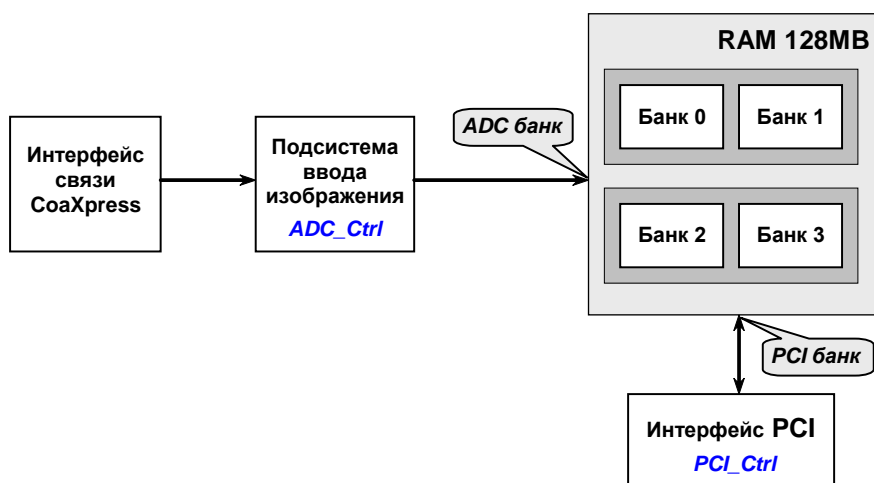


Рис. 14. Логика взаимодействия с внутренним буфером памяти цифровой камеры

Банк памяти, непосредственно участвующий в передаче данных, называется активным. Таким образом, в устройстве может быть несколько активных банков, которые условно назовем *PCI* и *ADC* банками. Номера активных банков определяются соответственно битами D[1..0] регистров *PCI_Ctrl* и *ADC_Ctrl*.

Назначение активных банков при вводе одиночных кадров может быть любым. Достаточно, например, использовать нулевой банк в качестве *активного ADC* банка для оцифровки кадра и в качестве *активного PCI* банка для последующей передачи его через шину PCI-Express.

При вводе непрерывного потока кадров манипулирование активными банками памяти должно подчиняться определённому правилу: оцифровка или вывод телевизионного изображения осуществляются в банке отличном от банка, выбранного в данный момент для передачи данных по шине PCI-Express. Это позволит избежать пропуска кадров при вводе изображения.

7.3 Обмен данными в режиме DMA.

Обмен данными в режиме DMA состоит из двух этапов – старта процесса DMA и последующего получения подтверждения о его завершении.

7.3.1 Основной старт DMA.

Основной старт DMA выполняется каждый раз, когда требуется передать кадр изображения из внутренней памяти устройства в оперативную память компьютера или



обратно за один цикл, либо в начальной фазе при передаче кадра частями. В этом случае необходимы следующие действия:

- 1). Программируется регистр **DMA_Ctrl**;
- 2). Программируются регистры **Mem_Addr** и **DMA_Line**. Значения, записываемые в регистры, должны быть кратны 16;
- 3). Программируется регистр **DMA_Byte**;
- 4). Последним из всех программируется регистр **DMA_Addr**, после операции записи в этот регистр начинается процесс DMA.

Контроллер DMA, реализованный в адаптере, выдает запрос на шину PCI-Express и после получения подтверждения на захват шины, начинает передачу данных. Процесс DMA заканчивается, когда счётчик количества переданных байт достигнет значения, записанного в регистр **DMA_Byte**.

7.3.2 Промежуточный старт DMA

Промежуточный старт DMA выполняется повторно, если передача кадра ведется частями. В этом случае необходимы следующие действия:

- 1). Программируется регистр **DMA_Byte**, если количество передаваемых данных не изменилось по сравнению с предыдущим стартом – регистр можно не программировать;
- 2). Программируется регистр **DMA_Addr**.

7.3.3 Завершение процесса DMA

Получение подтверждения о завершении DMA происходит либо по прерыванию, либо при постоянном опросе регистров **Reg_Stat** или **Reg_Events**.

1). При получении прерывания (если оно было разрешено) прочитать регистр **Reg_Events** и убедиться, что прерывание пришло от контроллера DMA и процесс DMA закончился корректно (бит D0 = 1). При чтении регистра **Reg_Events** прерывание снимается, а бит D0 сбрасывается. Необходимо помнить, что при чтении регистра **Reg_Events** все остальные биты событий сбрасываются тоже.

2). Завершение DMA можно определить также и без прерывания – по регистру состояния **Reg_Stat** (бит D6 = 0).



8 Гарантийные обязательства

ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ» осуществляет бесплатный гарантийный ремонт изделия, сопровождение и консультации по работе с изделием в течение 12 месяцев от даты продажи. Гарантия не распространяется на ущерб, причинённый другому оборудованию, работающему в сопряжении с данным изделием. Срок гарантии увеличивается на время нахождения изделий в ремонте.

Гарантийные обязательства аннулируются в случае, если:

- отсутствует или оторвана гарантийная наклейка;
- был произведён любой неавторизованный ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ» ремонт изделия или его модификация;
- неисправности вызваны неправильной эксплуатацией изделия (механические повреждения, неправильное включение, отсутствие заземления и т.п.);
- неисправности вызваны неправильной эксплуатацией оборудования, в том числе:
 - эксплуатация в сильно запылённых помещениях;
 - неправильное подключение дополнительного оборудования;
 - использование питания с характеристиками, отличными от допустимых;
- изделие было установлено и использовано иначе, чем указано в инструкции по эксплуатации.

Недополученная в связи с появлением неисправности прибыль и другие косвенные расходы не подлежат возмещению.

Модификация устройства _____

Дата изготовления _____

Серийный номер _____

Телефоны: **+7 (495) 789-93-67, 425-73-26**

Официальный сайт: www.rastr.net

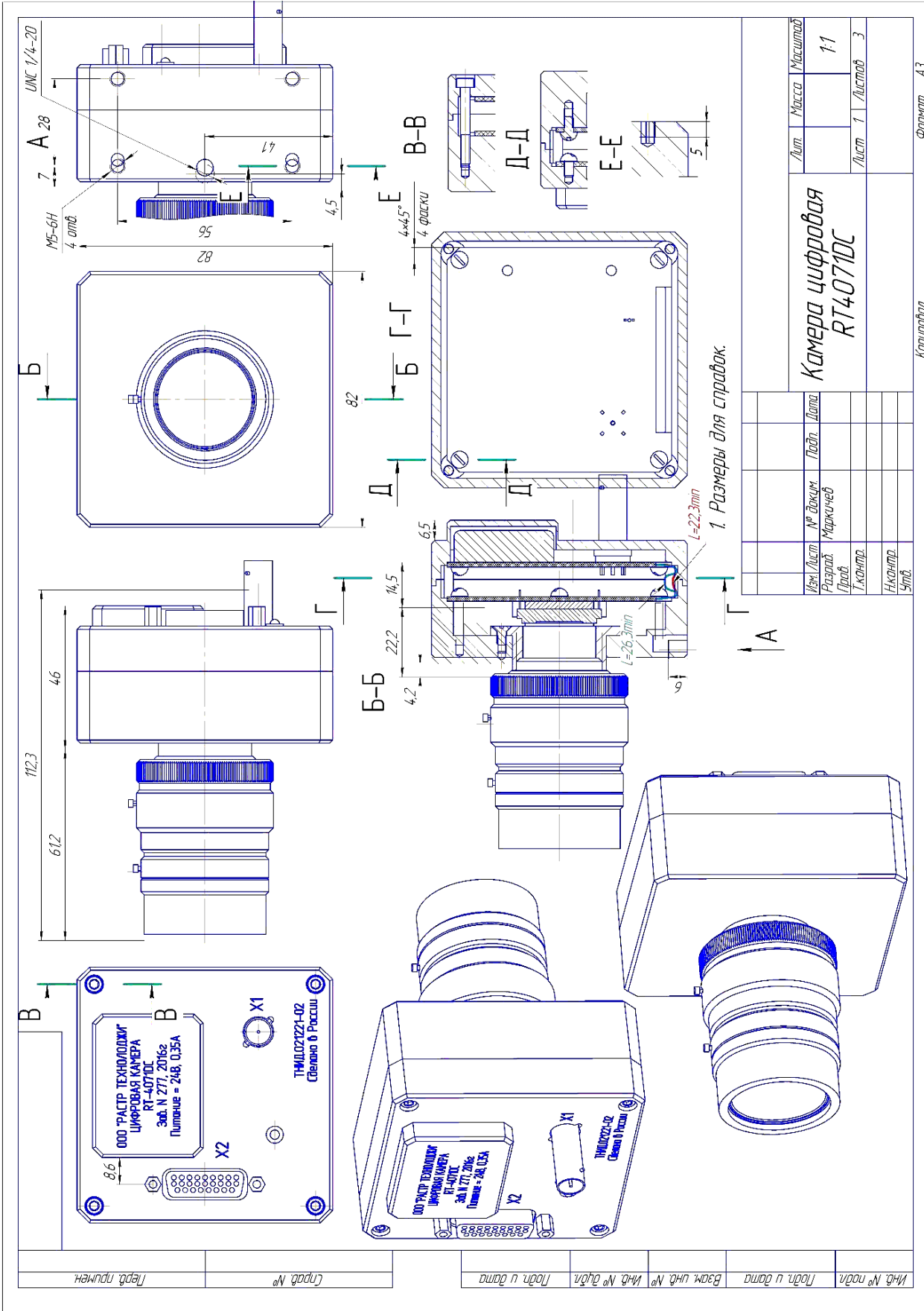
Электронная почта: rastermsk@gmail.com
support@rastr.net



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com

Приложение 1. Габаритный чертёж модуля фотоприёмника



Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
	Разраб.	Проф.		1		1:1
	Лит	Маркич		3		
	Т.контр.					
	И.контр.					
	Утв.					

Камера цифровая
RT4071DC

Копирован Формат А3



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26; www.rastr.net; rastermsk@gmail.com