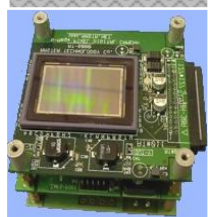


2014



Цифровая камера RT-1000DC, ревизия 5

Техническое описание и инструкция
по эксплуатации

Версия 1.00



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

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	9
5.3 РЕЖИМЫ РАБОТЫ ИЗДЕЛИЯ.	11
5.4. ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЯ	13
5.5. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ	14
6. ПОДГОТОВКА И ПОРЯДОК РАБОТЫ	15
6.1 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА	15
6.2 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ ИНТЕРФЕЙСНОГО АДАПТЕРА	18
6.3 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ВНЕШНИХ УСТРОЙСТВ	19
6.4. УСТАНОВКА ДРАЙВЕРОВ ВИДЕОПРОЦЕССОРА И ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	19
6.5 ПОРЯДОК ВКЛЮЧЕНИЯ И ВЫКЛЮЧЕНИЯ КАМЕРЫ	19
6.6 РАБОТА С КАМЕРОЙ	20
7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЦИФРОВОЙ КАМЕРЫ С КОМПЬЮТЕРОМ	22
7.1. РЕГИСТРЫ ЦИФРОВОЙ КАМЕРЫ	23
7.2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО БУФЕРА ПАМЯТИ	30
7.3. ОБМЕН ДАННЫМИ В РЕЖИМЕ DMA.	30
8. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	32
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА	33



1. Назначение

Цифровая камера **RT-1000DC** rev.5 предназначена для получения высококачественного чёрно-белого прогрессивного телевизионного изображения, его цифровой обработки в реальном времени и ввода в ПЭВМ. Камера позволяет выводить получаемое изображение на стандартный телевизионный монитор с чересстрочной разверткой.

Камера состоит из следующих узлов: блока фотоприемника, кабеля связи и платы управления с цифровым интерфейсом **RT-649CPX**, устанавливаемой в компьютер. Передача оцифрованного изображения производится на расстояние до 100 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-703B-100, рис.2	- 1 шт;
Переходник SMA-BNC, рис.3	- 1 шт;
Интерфейсный адаптер RT-649CPX, рис.4	- 1 шт;
Кабель электропитания модуля фотоприемника, рис.5	- 1 шт;
Паспорт изделия	- 1 шт;
Компакт-диск с программно-алгоритмическим обеспечением	- 1 шт;
Кейс или упаковочный ящик	- 1 шт.

Примечание.

Питание модуля фотоприёмника осуществляется от внешнего источника постоянного тока напряжением $18 \div 36$ В. Источник питания в комплект поставки камеры не входит.

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



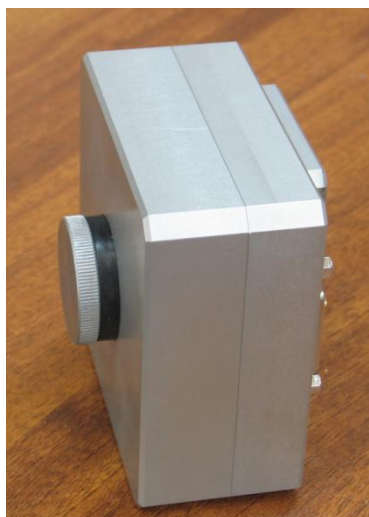


Рис.1 Модуль фотоприемника с защитной заглушкой



Рис.2 Кабель связи SAT-703B-100



Рис.3 Переходник SMA-BNC

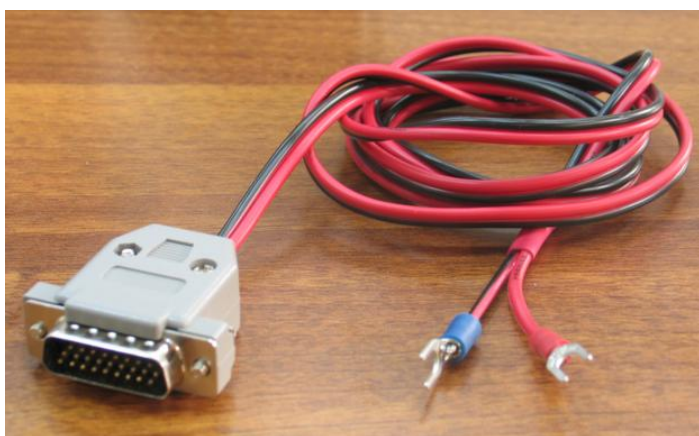


Рис.4 Кабель электропитания модуля фотоприемника



Рис.5 Интерфейсный адаптер RT-649CPX



3. Технические характеристики

Технические характеристики камеры приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Тип фотоприемника	ПЗС матрица KAI-1003M
Геометрический размер фоточувствительного слоя матрицы, (Ширина x Высота), мм	13.1 x 13.1
Геометрический размер одиночного пикселя матрицы (ширина x высота), мкм	12.8 x 12.8
Количество активных пикселей в матрице (Ширина x Высота)	1024 x 1024
Рабочий спектральный диапазон по уровню 0.1 относительной спектральной чувствительности, мкм, не хуже	От 0.4 до 0.95
Пороговая чувствительность матрицы (С/Ш = 1, $T_{цв} = 2865$ °К, $t_{зтв} = 33$ мс), лк	0.0009
Пороговая чувствительность матрицы (С/Ш = 1, $T_{цв} = 6000$ °К, $t_{зтв} = 33$ мс), лк	0.0014
Динамический диапазон матрицы, дБ (бит)	72 (12)
Тип развертки	Прогрессивная
Частота кадров, Гц	25
Диапазон экспозиции электронного затвора, с	От 0.00015 до 10.0
Режимы управления электронным затвором	Автоматический, ручной
Разрядность оцифрованного изображения, бит	8, 12
Разрядность АЦП, бит	14
Формат оцифрованного изображения (Ширина x Высота), пикселей	1024 x 1024
Внутренний интерфейс передачи данных	CoaXpress
Внутренняя скорость передачи данных, Мбит/с	1000
Длина кабеля связи, м, не менее	100
Интерфейс с ПЭВМ	шина PCI Express 4x
Скорость информационного обмена с ПЭВМ, Мбайт/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
Поддерживаемые стандарты выходного видеосигнала***: вариант 1 вариант 2	ГОСТ 7854-92 (CCIR) XVGA 1280x1024, 60 Гц



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

Напряжение питания камеры: **** вариант 1	Стабилизированное, от +18В до +36В
вариант 2	Переменное, 220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность блока камеры, Вт, не более	5
Посадочная резьба под объектив	C-Mount
Задний рабочий отрезок, мм	17.526
Габаритные размеры блока фотоприемника, мм: - длина (вдоль оптической оси) - ширина - высота	54.5±0.5 82±0.5 82±0.5
Масса, кг, не более	0.5
Габаритные размеры интерфейсного адаптера, мм: - длина - ширина - высота	138±0.5 21±0.5 120±0.5
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	95
Атмосферное давление, мм.рт.ст	От 650 до 800

* Разъем интерфейса RS-485 располагается на плате RT-649CPX.

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

***Стандарт выходного видеосигнала, формируемого камерой, определяется микропрограммой камеры, и устанавливается по согласованию с Заказчиком.

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

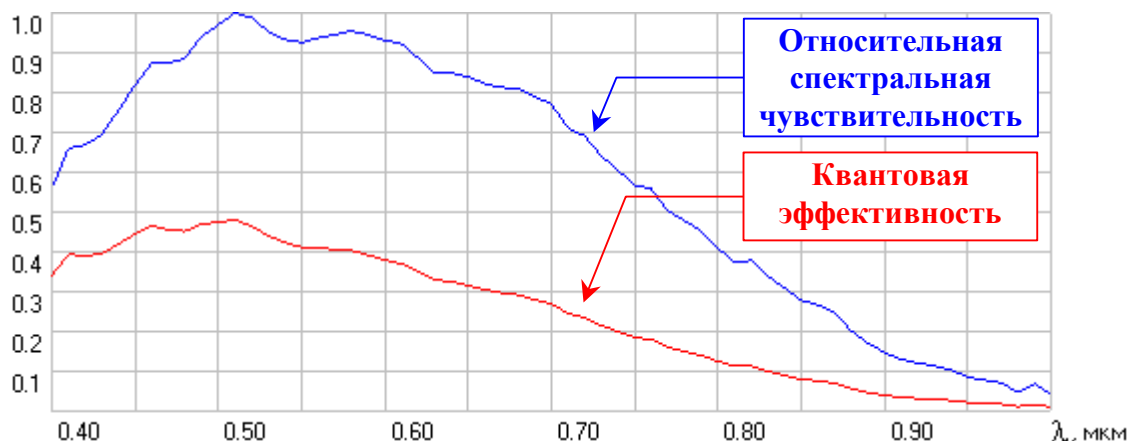


Рис.6. Графики зависимости квантовой эффективности и относительной спектральной чувствительности модуля фотоприемника от длины волны



Таблица 2

λ – длина волны излучения;

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

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

λ , мкм	$\eta(\lambda)$	$S_{\text{отн}}(\lambda)$	λ , мкм	$\eta(\lambda)$	$S_{\text{отн}}(\lambda)$
0.390	Нет данных	Нет данных	0.730	0.21500	0.64114
0.400	0.34000	0.55556	0.740	0.20000	0.60458
0.410	0.39400	0.65989	0.750	0.18500	0.56679
0.420	0.39000	0.66912	0.760	0.18000	0.55882
0.430	0.39500	0.69383	0.770	0.16000	0.50327
0.440	0.42000	0.75490	0.780	0.15000	0.47794
0.450	0.44500	0.81801	0.790	0.14000	0.45180
0.460	0.46500	0.87377	0.800	0.12500	0.40850
0.470	0.45500	0.87357	0.810	0.11300	0.37390
0.480	0.45200	0.88627	0.820	0.11300	0.37851
0.490	0.47000	0.94077	0.830	0.10000	0.33905
0.500	0.47500	0.97018	0.840	0.09000	0.30882
0.510	0.48000	1.00000	0.850	0.08000	0.27778
0.520	0.46500	0.98775	0.860	0.07600	0.26699
0.530	0.44000	0.95261	0.870	0.07000	0.24877
0.540	0.42300	0.93309	0.880	0.05600	0.20131
0.550	0.41200	0.92565	0.890	0.04700	0.17087
0.560	0.41000	0.93791	0.900	0.04000	0.14706
0.570	0.40600	0.94534	0.910	0.03500	0.13011
0.580	0.40300	0.95482	0.920	0.03200	0.12026
0.590	0.39200	0.94477	0.930	0.03000	0.11397
0.600	0.38000	0.93137	0.940	0.02700	0.10368
0.610	0.37000	0.92198	0.950	0.02200	0.08538
0.620	0.35000	0.88644	0.960	0.02000	0.07843
0.630	0.33000	0.84926	0.970	0.01800	0.07132
0.640	0.32500	0.84967	0.980	0.01200	0.04804
0.650	0.31600	0.83905	0.990	0.01700	0.06875
0.660	0.30500	0.82230	1.000	0.01000	0.04085
0.670	0.29700	0.81287	1.010	0.00600	0.02475
0.680	0.29200	0.81111	1.020	0.01000	0.04167
0.690	0.28000	0.78922	1.030	0.00400	0.01683
0.700	0.27000	0.77206	1.040	0.00200	0.00850
0.710	0.24500	0.71058	1.050	0.0	0.0
0.720	0.23500	0.69118	1.060	0.0	0.0



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

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 инсталляции SDK занимает до 30 Мбайт на жёстком диске;
- объем ОЗУ не менее 512 Мбайт;
- Видеоадаптер с поддержкой 16-битного цвета и выше;
- Устройство для чтения компакт-дисков CD-ROM;
- Манипулятор "мышь" или совместимое устройство;
- Операционная система (*):
 - ✓ Windows 2000 Professional;
 - ✓ Microsoft Windows XP (32 бит),
 - ✓ Microsoft Windows Vista (32/64 бит);
 - ✓ Microsoft Windows 7 (32/64 бит);
 - ✓ Microsoft Windows 8 (32/64 бит).

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



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

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 – (*Analog Digital Converter*) 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 сигнала.

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-1000DC**, функциональная схема которой приведена на [рис.7](#), состоит из следующих основных блоков и узлов:

Модуль фотоприемника:

CCD – ПЗС матрица. Имеет два аналоговых выхода считывания заряда: X и Y. Каждый из выходов подключен к области матрицы размером 512 x 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 X и Y, 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 – 12-ти разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

DSP – блок цифровой обработки сигналов. Обеспечивает динамическое и статическое выравнивание каналов X и Y, выполняет DSP обработку изображения в реальном времени;



RAM – 32-х разрядный внутренний буфер памяти (32 МБ). Функционально разделен на 16 банка по 2 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 ТВ сигнала – формирует аналоговый сигнал по стандарту **CCIR**;

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-649CPX:

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 64 банка по 2 МБ. Используется контроллером DMA для бесперебойной скоростной пересылки видеоданных из блока фотоприемника в память ПЭВМ;

PCI Express 4x, контроллер DMA, конфигурационные и операционные регистры – обеспечивают связь RT-1000DC с оперативной памятью компьютера через шину PCI.



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

5.3 Режимы работы изделия.

Устройство RT-1000DC имеет следующие основные режимы работы:

- **Режим внутренней синхронизации**, при котором осуществляется непрерывный ввод телевизионных кадров в компьютер с одновременным контролем вводимого изображения на внешнем мониторе (ВКУ). Частота ввода кадров составляет 25 Гц (50 Гц при объединении строк) или определяется временем экспозиции, если это время превышает 40 мс (20 мс при объединении строк);
- **Режим внешней синхронизации**, при котором осуществляется одиночный или потоковый ввод телевизионных кадров в компьютер с одновременным контролем телевизионного изображения на ВКУ. Сигнал внешней синхронизации должен иметь частоту запуска не более 25 Гц (50 Гц при объединении строк);
- **Режим передачи тестового изображения**, при котором осуществляется проверка канала связи между модулем фотоприемника и платой управления (ПЗС матрица не задействована).



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

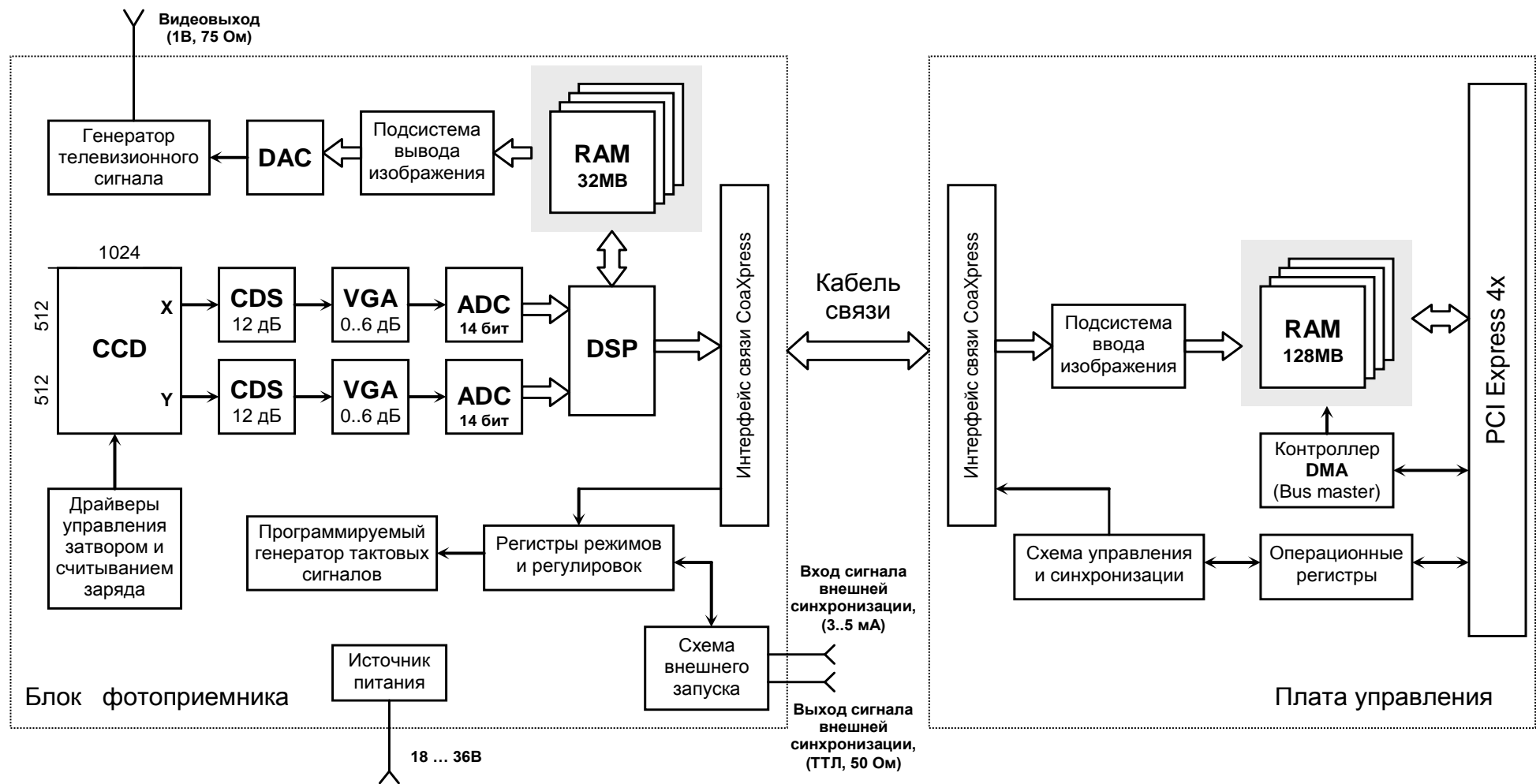


Рис.7. Функциональная схема видекамеры RT-1000DC, ревизия 5



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

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:

Рекурсивная фильтрация.

Коэффициент рекурсии определяет соотношение между уровнем шумов слабоконтрастного изображения и динамикой его обновления. Результирующее изображение в n -ом кадре вычисляется по формуле:

$$Y_n = (k) * X_n + (1 - k) * Y_{n-1}, \text{ где}$$

Y_n – результирующее изображение в n -ом кадре;
 X_n – оцифрованное изображение в n -ом кадре;
 Y_{n-1} – результирующее изображение в $n-1$ -ом кадре;
 k – коэффициент рекурсии ($1/64 \leq k \leq 1$).

Вычитание кадра.

В качестве вычитаемого используется кадр изображения, записанный по команде оператора:

$$Y_n = (k * X_n - (1 - k) * X_{DSP}) / 2 + C, \text{ где}$$

Y_n – результирующее изображение в n -ом кадре;
 X_n – оцифрованное изображение в n -ом кадре;
 X_{DSP} – вычитаемый кадр изображения;
 k – весовой коэффициент ($1/64 \leq k \leq 1$);
 C – коэффициент, равный половине разрядной сетки АЦП.

Сложение с кадром.

В качестве слагаемого используется кадр изображения, записанный по команде оператора:

$$Y_n = k * X_n + (1 - k) * X_{DSP}, \text{ где}$$

Y_n – результирующее изображение в n -ом кадре;
 X_n – оцифрованное изображение в n -ом кадре;
 X_{DSP} – суммируемый кадр изображения;
 k – весовой коэффициент ($1/64 \leq k \leq 1$).



Вычитание 2-х смежных кадров.

В качестве вычитаемого используется предыдущий кадр изображения:

$$Y_n = (k * X_n - (1 - k) * X_{n-1}) / 2 + C,$$

где Y_n – результирующее изображение в n-ом кадре;
 X_n – оцифрованное изображение в n-ом кадре;
 X_{n-1} – оцифрованное изображение в n-1-ом кадре;
 k – весовой коэффициент ($1/64 \leq k \leq 1$);
 C – коэффициент, равный половине разрядной сетки АЦП.

Сложение 2-х смежных кадров.

В качестве слагаемого используется предыдущий кадр изображения:

$$Y_n = k * X_n + (1 - k) * X_{n-1},$$

где Y_n – результирующее изображение в n-ом кадре;
 X_n – оцифрованное изображение в n-ом кадре;
 X_{n-1} – оцифрованное изображение в n-1-ом кадре;
 k – весовой коэффициент ($1/64 \leq k \leq 1$);

5.5. Статистические измерения

Статистические измерения производятся в так называемом **стробе статистики** – в некоторой произвольно расположенной прямоугольной области кадра изображения, размером от 1х1 до 1024х1024 пикселей. В настоящее время выполняются следующие виды измерений:

определение минимального и максимального значения пикселя внутри строба статистики за время ввода одного кадра;

определение количества пикселей в текущем кадре изображения, значение которых отличается от значения таких же пространственно расположенных пикселей эталонного изображения на величину более некоторого амплитудного порога. Интервал разности значений (амплитудный порог) задается по модулю в одном из регистров камеры. В качестве эталонного может использоваться предыдущий кадр изображения или любой кадр из потока, записанный в DSP банк. Эта информация позволяет определять динамику изменения изображения в определенном пространственном направлении, проводить селекцию статических и динамических изображений, реализовать детектор движения.

Примечание. Возможность статистических измерений является дополнительной опцией, наличие которой, устанавливается по согласованию с Заказчиком.



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](#) приведен габаритный чертеж оптического датчика, где показано расположение крепежных отверстий.

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

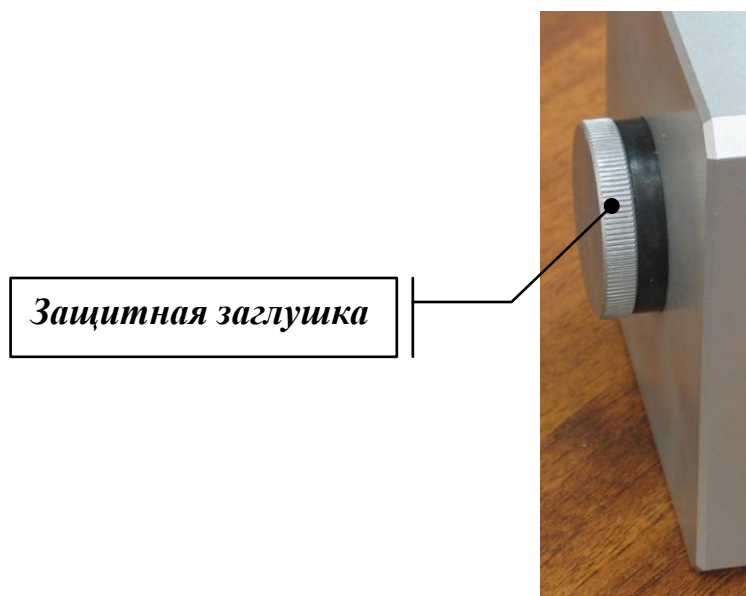


Рис.8 Установка объектива в блок фотоприемника

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



Подключите к разъему X1 [рис.9](#) видеоконтрольное устройство. Цоколевка разъема X1 приведена в [таблице 3](#).

Подключите к разъему X2, [рис.9](#), через переходник SMA-BNC коаксиальный кабель SAT-703B-100. Цоколевка разъема X2 приведена в [таблице 4](#).

Подключите к разъему X3, [рис.9](#), кабель электропитания, [рис.4](#). Цоколевка разъема X3 приведена в [таблице 5](#).

Подключите клеммы кабеля электропитания к источнику постоянного тока 18÷36 В, 0.5 А, по-умолчанию 24 В. Клемма с черным проводом присоединяется к цепи «*-Unum*», клемма с красным проводом подсоединяется к цепи «*+Unum*».



Рис.9 Задняя панель модуля фотоприемника

Таблица 3. Цоколевка разъема X1

Контакт	Цепь
1	TV-Out
2	GND (Земля)

Таблица 4. Цоколевка разъема X2

Контакт	Цепь
1	CoaXpress
2	GND (Земля)



Таблица 5. Цоколевка разъема X3

Контакт	Цепь	Назначение	Контакт	Цепь	Назначение
1	TDI	ДСП	14	DIN2	ДСП
2	TMS	ДСП	15	DIO2	ДСП
3	DOUT2	ДСП	16	Blue	ДСП
4	DIN0	ДСП	17	Red	ДСП
5	DIN3	ДСП	18	+27 V	+U питания
6	GND	ДСП	19	TCK	ДСП
7	Green	ДСП	20	GND	ДСП
8	GND	ДСП	21	DOUT1	ДСП
9	-27 V	- U питания	22	DIN1	ДСП
10	+3.3 V	ДСП	23	DIO1	ДСП
11	TDO	ДСП	24	DIO3	ДСП
12	DOUT3	ДСП	25	GND	ДСП
13	DOUT0	ДСП	26	+5 V	ДСП



6.2 Подготовка к работе интерфейсного адаптера

Установите адаптер в свободный слот PCI Express материнской платы ПК. Подключите к разъему X6 адаптера кабель связи SAT-703B-100, [рис.10](#). Цоколевка разъема X6 приведена в [таблице 6](#).

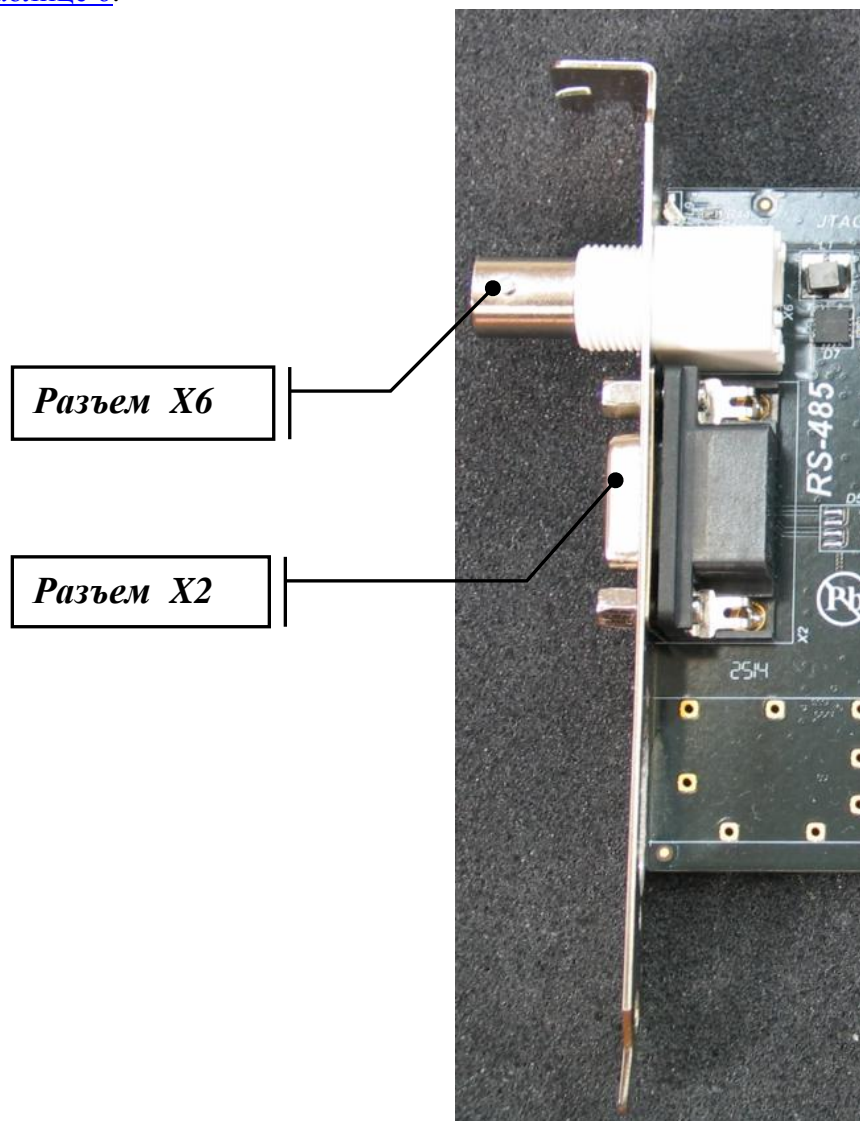


Рис.10. Маркировка разъемов интерфейсного адаптера

Таблица 6. Цоколевка разъема X6

Контакт	Цепь
1	CoaXpress
2	GND (Земля)



6.3 Подключение внешних устройств

В интерфейсном адаптере предусмотрена возможность подключения внешних устройств по интерфейсу RS-485. Подключение производится через разъем X6 адаптера. Цоколевка разъема приведена в таблице 7.

Таблица 7 Цоколевка разъема X2

Контакт	Цепь
1	+3.3 V
2	Не используется
3	Out Y
4	Out Z
5	Не используется
6	Не используется
7	In A
8	In B
9	GND

6.4. Установка драйверов видеопроцессора и программно-алгоритмического обеспечения

В комплект поставки видеопроцессора входит компакт-диск содержащий драйверы для операционных систем *Microsoft Windows 2000/XP/Vista/Windows 7/Windows 8* и Комплект разработчика программно-алгоритмического обеспечения *Raster technology SDK 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 фотоприемника подается 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*.

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 (в нашем случае *rt1000r5DC0*), а также выбрать папки для сохранения файлов видеозаписи, быстрого сохранения кадров и снимков экрана. Подробное описание по работе с программой можно найти в документе «*Программа MasterCap. Техническое описание и руководство пользователя*».

После окончания работы «*Мастера*» откроется рабочее окно программы, [рис. 11](#).

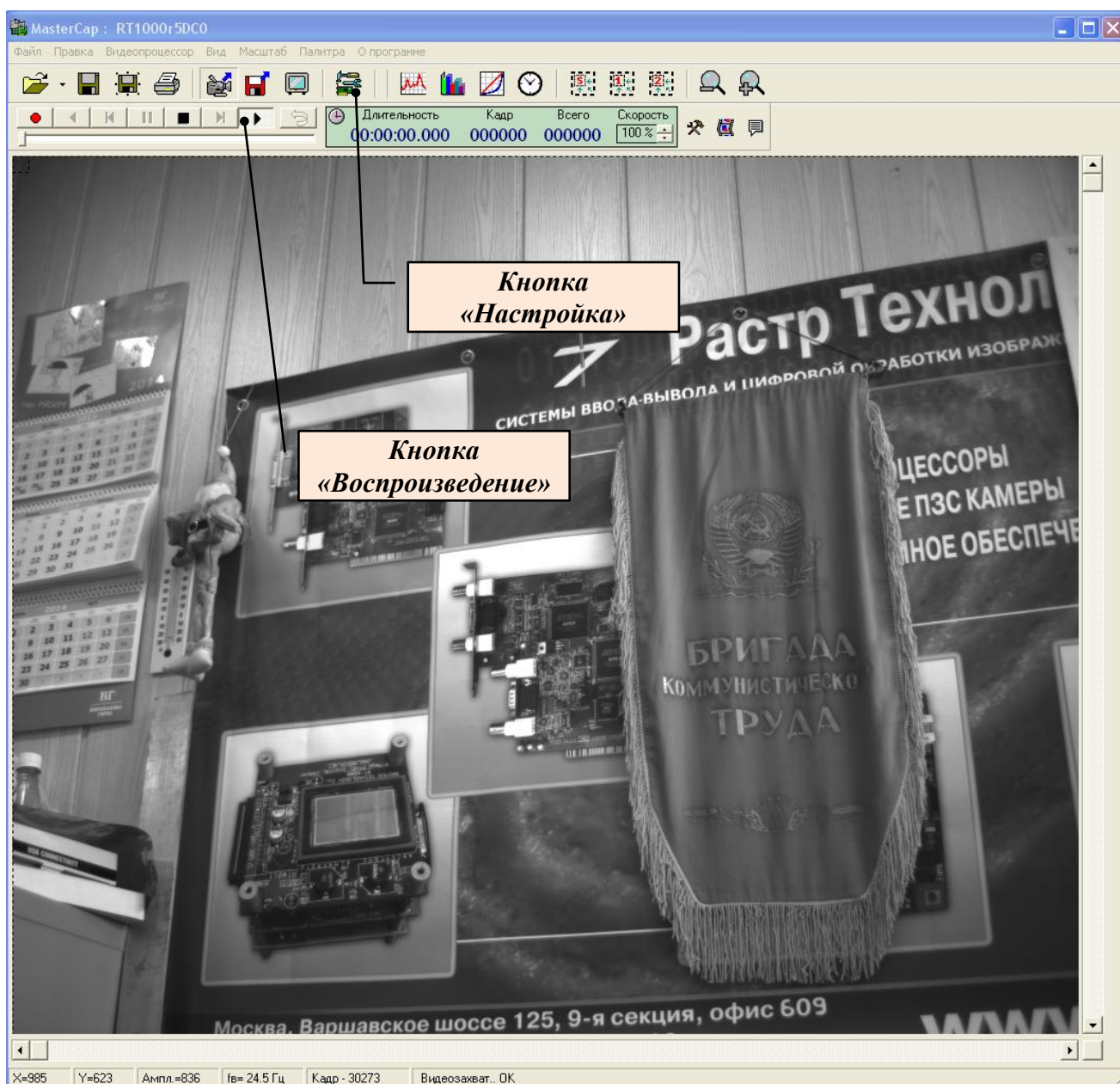


Рис.11 Главное рабочее окно программы MasterCap



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»
Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

Запустите захват кадров нажатием кнопки «Воспроизведение», [рис.11](#).

Для вызова окна управления камерой нажмите кнопку «Настройка».

Вид окна показан на [рис.12](#). Окно «Настройка» позволяет регулировать экспозицию затвора камеры, выбирать разрядность оцифровки изображения, управлять режимом обработки изображения, менять режим вывода изображения сверху вниз и справа на лево.

Значение времени экспозиции устанавливается в диапазоне от **0.0003** до **10** секунд. Частота кадров по умолчанию составляет $f_K = 25 \text{ Гц}$. При превышении временем экспозиции $t_{\text{ЭК}}$ значения **40 мс** (1/25 Гц), частота кадров будет уменьшаться. Её значение рассчитывается по формуле: $f_K = 1/t_{\text{ЭК}}$.

Индикатор «Диапазон значений АЦП» позволяет настроить экспозицию по критерию максимального использования динамического диапазона.

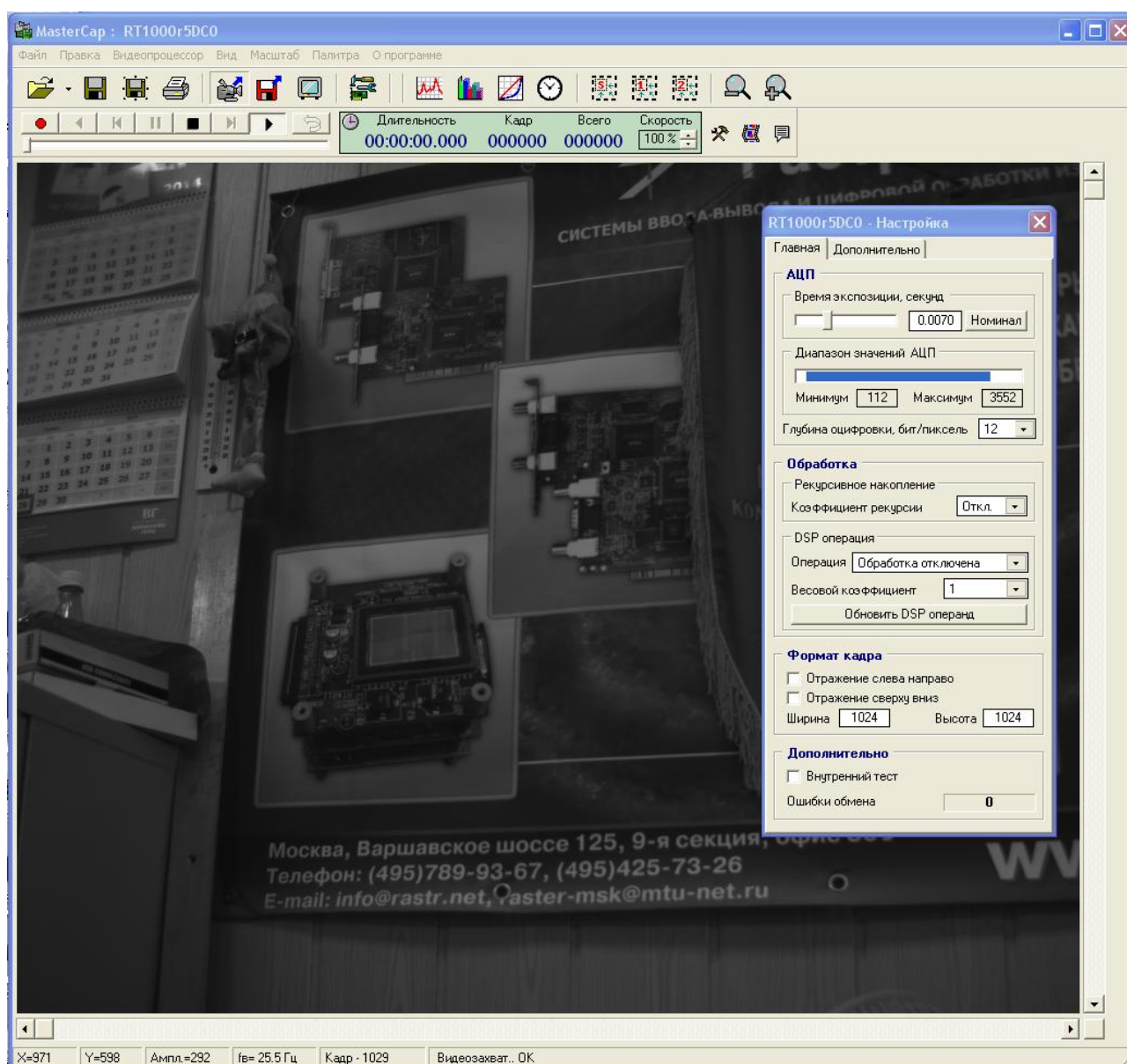


Рис.12 Вызов панели «Настройка»



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»
Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

7. Взаимодействие цифровой камеры с компьютером

Управление цифровой камерой RT-1000DC осуществляется через адаптер RT-649CPX, устанавливаемый в слот PCI Express ПЭВМ. Адаптер использует 32 Кбайт адресного пространства оперативной памяти и одну линию аппаратного прерывания.

Для ОС семейства Microsoft Windows (Windows 2000/XP/Vista/7/8) управление камерой осуществляется драйвером, входящим в комплект поставки, и описанным в документе **“Интерфейс динамических библиотек управления видеопроцессорами и цифровыми камерами RTxxxVP и RTxxxDC. Техническое описание и руководство программиста”**. При использовании других операционных систем необходимо воспользоваться информацией из разделов 7.1 – 7.3, посвященных подробному описанию внутренней структуры устройства.



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

7.1. Регистры цифровой камеры

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

Таблица 3

Смещение адреса регистра	Направление операции (чтение/запись)	Аббревиатура 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 счетчика 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 фотоприемника
50H	запись	Reg_CCDY	Регистр управления каналом Y блока фотоприемника
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 счетчика 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



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

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 1 битов D2..D1 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 (Vertical Flip)
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** дает также старт процессу DMA.

7.1.4. Регистр счетчика данных DMA

Регистр **DMA_Byte** является 21- разрядным счетчиком количества переданных байт в ходе выполнения DMA. За один цикл DMA можно передать до 2048 Кбайт 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 разрешенных 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 счетчик 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 нем 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
2..5	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	Счетчик 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 начнется 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 передается 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:

$[Mem_Addr] + [DMA_Line] * [Numb_Line_Act + 1] / 2$ – для 8-разрядных данных;

$[Mem_Addr] + [DMA_Line] * [Numb_Line_Act + 1]$ – 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 фотоприемника 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)



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 фотоприемника

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** определяет 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 счетчика данных при фиксации кадра.

Передача видеоданных из блока фотоприемника в плату управления и накопление их в одном из банков внутреннего буфера памяти осуществляется по двум каналам: X и Y. Дан-



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

ные канала X передаются в возрастающем порядке, данные канала Y – в убывающем. Регистры **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 $1024 \times 1024 \times 2 = 2097152$, а при горизонтальном биннинге – $1024 \times 512 \times 2 = 1048576$.

7.1.15. Регистр управления объединением строк.

Регистр **Reg_Binning** определяет порядок считывания строк из ПЗС матрицы. Значение регистра равное 0 соответствует разрешению 1024×1024 , а значение равное 1 – разрешению 1024×512 (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 1024×1024 пикселей), но не выходящими за границы кадра. Все регистры формата строба имеют разрядность 10 бит (допустимые значения: 0 – 1023).

Аббревиатура регистра	Описание регистра
Strob_L	Количество пикселей от левой границы кадра до левой границы строба
Strob_R	Количество пикселей от левой границы кадра до правой границы строба
Strob_U	Количество пикселей от верхней границы кадра до верхней границы строба
Strob_D	Количество пикселей от верхней 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 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 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 промежу-



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

Биты	Описание
5..0	<p>Определение коэффициента рекурсии:</p> <p>D5 D4 D3 D2 D1 D0 Коэф.рекурсии</p> <p>0 0 0 0 0 0 - 1 (нет рекурсии)</p> <p>0 0 0 0 0 1 - 1/64</p> <p>0 0 0 0 1 0 - 2/64</p> <p>0 0 0 0 1 1 - 3/64</p> <p>...</p> <p>1 1 1 1 1 0 - 62/64</p> <p>1 1 1 1 1 1 - 63/64</p>
31..6	Не используются

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

Биты	Описание
5..0	<p>Определение весового коэффициента операции:</p> <p>D5 D4 D3 D2 D1 D0 Весовой коэффициент</p> <p>0 0 0 0 0 0 - 1</p> <p>0 0 0 0 0 1 - 1/64</p> <p>0 0 0 0 1 0 - 2/64</p> <p>...</p> <p>1 1 1 1 1 0 - 62/64</p> <p>1 1 1 1 1 1 - 63/64</p>
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**.

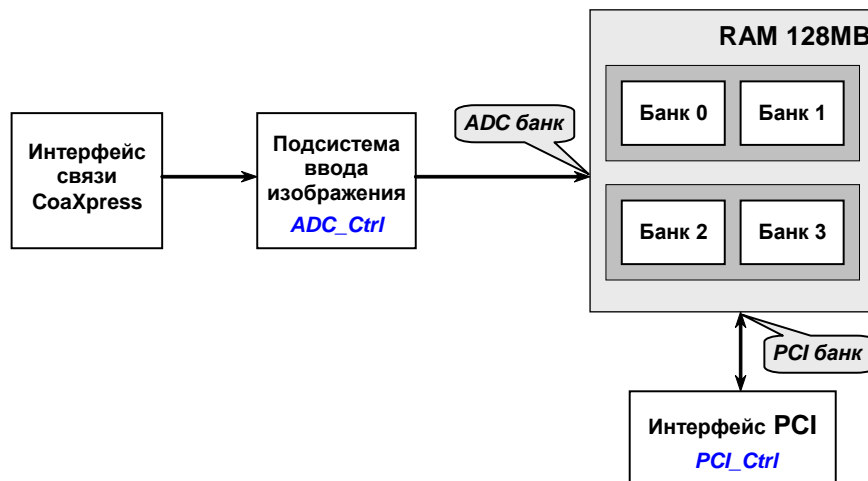
Биты	Описание
11..0	Установка амплитудного порога в диапазоне 0 - 1023
31..12	Не используются



7.2. Организация и функционирование внутреннего буфера памяти.

Внутренний буфер памяти адаптера имеет объем 128 Мбайт и состоит из 64 банков по 2 Мбайт. 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 фотоприемника в плату управления по кабелю связи данные сначала через подсистему ввода изображения заносятся в банк памяти, определяемый регистром **ADC_Ctrl**. После окончания передачи всего кадра данные пересылаются через шину PCI в оперативную память компьютера.



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 определенному 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 счетчик 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 продукции, сопровождение и консультации по работе с устройством 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;
- на плате был произведен любой неавторизованный ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ» ремонт или её модификация;
- неисправности вызваны неправильной эксплуатацией платы (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 _____

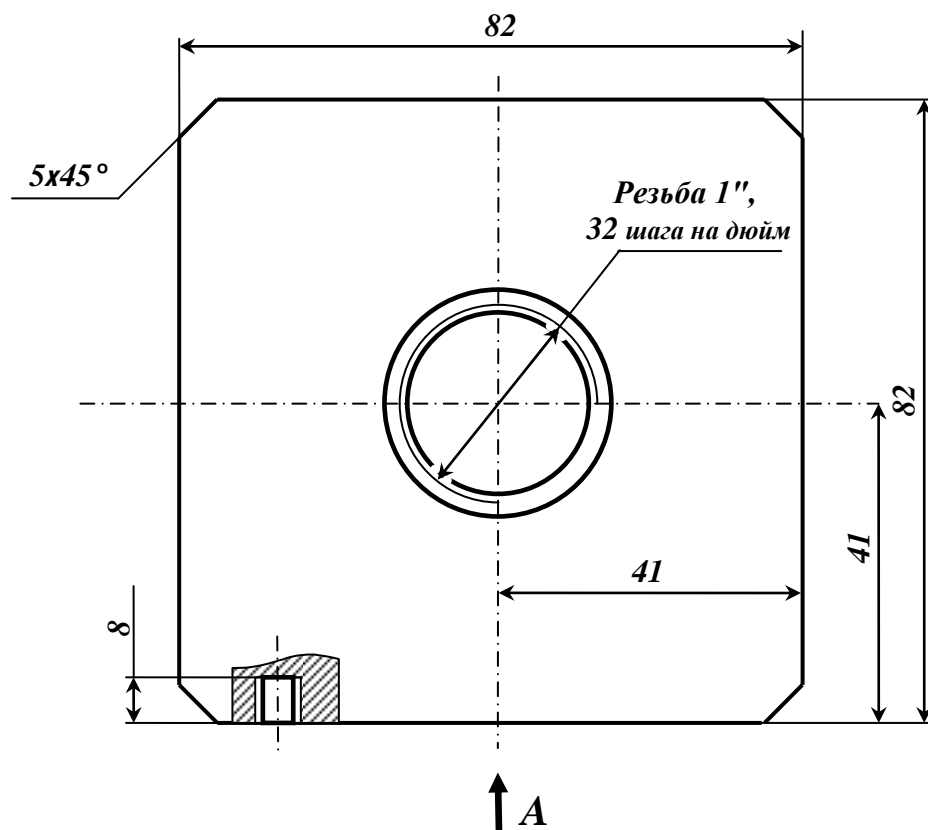
Серийный номер _____

Телефон/факс: (495) 789-93-67, 425-73-26
http: www.rastr.net
e-mail: rastr_support@mail.ru
raster-msk@mtu-net.ru

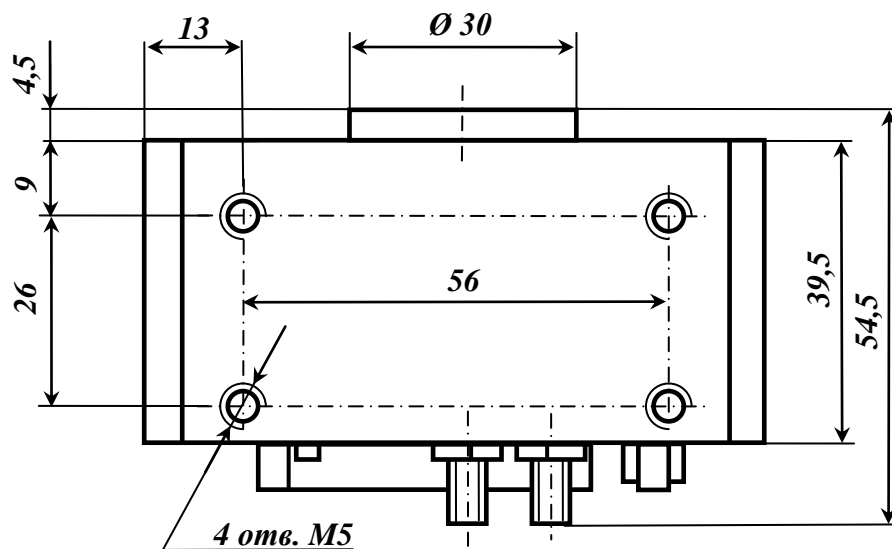


ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»
Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net

Приложение 1. Габаритный чертеж оптического датчика



Вид А



ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ»

Phone: (495) 789-9367, 425-7326; www.rastr.net; info@rastr.net