

2021

Цифровая камера RT-2020UV

ТНИД.201219.019РЭ

**Техническое описание и
инструкция по эксплуатации**

Версия 1.00



РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ

Оглавление

1. Назначение.....	3
2. Состав изделия.....	3
3. Технические характеристики	5
4. Системные требования	8
5. Функционирование изделия	9
5.1. Режимы работы изделия	9
5.2. Цифровая обработка изображения	9
6. Подготовка и порядок работы.....	9
6.1. Подготовка к работе оптического датчика	10
6.2. Подготовка к работе интерфейсного адаптера.....	13
6.3. Подключение внешних устройств	14
6.4. Установка драйверов цифровой камеры и программно-алгоритмического обеспечения	14
6.5. Порядок включения и выключения камеры	14
6.6. Работа с камерой	15
7. Взаимодействие цифровой камеры с компьютером	19
7.1. Регистры цифровой камеры	19
7.2. Организация и функционирование внутреннего буфера памяти.	26
7.3. Обмен данными в режиме DMA.....	27
8. Гарантийные обязательства	29
Приложение 1. Габаритный чертёж модуля фотоприёмника.....	30



1. Назначение

Цифровая камера **RT-2020UV** предназначена для получения высококачественного чёрно-белого прогрессивного телевизионного изображения, его цифровой обработки в реальном масштабе времени и ввода в ПЭВМ.

Основными особенностями камеры является широкий спектральный диапазон, включающий ультрафиолетовую и ближнюю инфракрасную области спектра, а также высокая квантовая эффективность фотоприёмника.

Камера состоит из следующих узлов: блока фотоприёмника, кабеля связи и платы управления с цифровым интерфейсом **RT-650CXP**, 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 фотоприёмника *, рис. 1	– 1 шт
Защитная заглушка,	– 1 шт
Кабель коаксиальный SAT-703B-XX **, рис. 2	– 1 шт
Интерфейсный адаптер RT-650CXP, рис. 5	– 1 шт
Кабель электропитания модуля фотоприёмника, рис. 3	– 1 шт
Источник питания типа Mastech HY3005 ***	– 1 шт
Паспорт изделия	– 1 шт
Компакт-диск с программно-алгоритмическим обеспечением, рис. 4	– 1 шт
Кейс или упаковочный ящик	– 1 шт

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

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

*** Питание модуля фотоприёмника осуществляется от внешнего источника постоянного тока типа Mastech HY3005 напряжением 5 ... 36 В. Источник питания поставляется опционально по согласованию с Заказчиком.





Рис. 1. Модуль фотоприёмника в сборке с объективом 25 мм



Рис. 2. Кабель связи SAT-703B-XX



Рис. 3. Кабель электропитания



Рис. 4. Компакт-диск с ПАО



Рис. 5. Интерфейсный адаптер RT-650CXP



3. Технические характеристики

Технические характеристики камеры приведены в таблице 1, графики квантовой эффективности и зависимости относительной чувствительности от угла падения, показаны на рис. 6 и рис. 7, соответственно.

Таблица 1. Технические характеристики RT-2020UV

Параметр	Значение
Тип фотоприёмника	КМОП матрица Gpixel GSENSE2020BSI
Размеры фоточувствительного слоя матрицы, (ширина × высота), мм	13,3 × 13,3
Размеры пикселя матрицы (ширина × высота), мкм	6,5 × 6,5
Количество активных пикселей в матрице (ширина × высота)	2048 × 2048
Оптический формат матрицы, дюйм	1"
Рабочий спектральный диапазон по уровню 0,1 квантовой эффективности, нм, не хуже	от 200 до 1050
Динамический диапазон матрицы (HDR), дБ (бит)	90 (12)
Тип развёртки	прогрессивная
Частота кадров, Гц	25
Тип электронного затвора	rolling shutter
Диапазон экспозиции электронного затвора, с	от 0,00002 до 0,5
Режимы управления электронным затвором	ручной
Разрядность оцифрованного изображения, бит	8, 12
Формат выходного изображения (ширина × высота), пикселей	2048 × 2048
Внутренний интерфейс передачи данных	CoaXpress
Внутренняя скорость передачи данных, МБ/с	2500
Длина кабеля связи, м, не менее	40
Интерфейс с ПЭВМ	шина PCI Express 4x
Средняя скорость информационного обмена с ПЭВМ, МБ/с	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
Режимы улучшения качества изображения	Standard low gain, Standard high gain, High dynamic range
Напряжение питания камеры:	Стабилизированное, 5 ... 36 В
Потребляемая мощность блока камеры, Вт	≤ 5
Посадочная резьба под объектив	T-Mount (M42 × 0,75)



Параметр	Значение
Задний рабочий отрезок (при объективе UV5035B), мм	55
Рекомендуемые объективы***	UV3528B , UV5035B
Размеры блока фотоприёмника длина (вдоль оптической оси) × ширина × высота, мм	34,5 × 67 × 67, допуск ± 0,5
Масса, кг	≤ 0,27
Размеры интерфейсного адаптера длина × ширина × высота, мм	130 × 21 × 120, допуск ± 0,5
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	80
Атмосферное давление, мм. рт. ст.	от 630 до 795

* Интерфейс RS-485 по согласованию с Заказчиком может располагаться или на плате RT-650CXP или в модуле фотоприёмника.

** Внешняя синхронизация камеры является дополнительной опцией, которая устанавливается по согласованию с Заказчиком.

*** Объектив не входит в комплект поставки камеры.

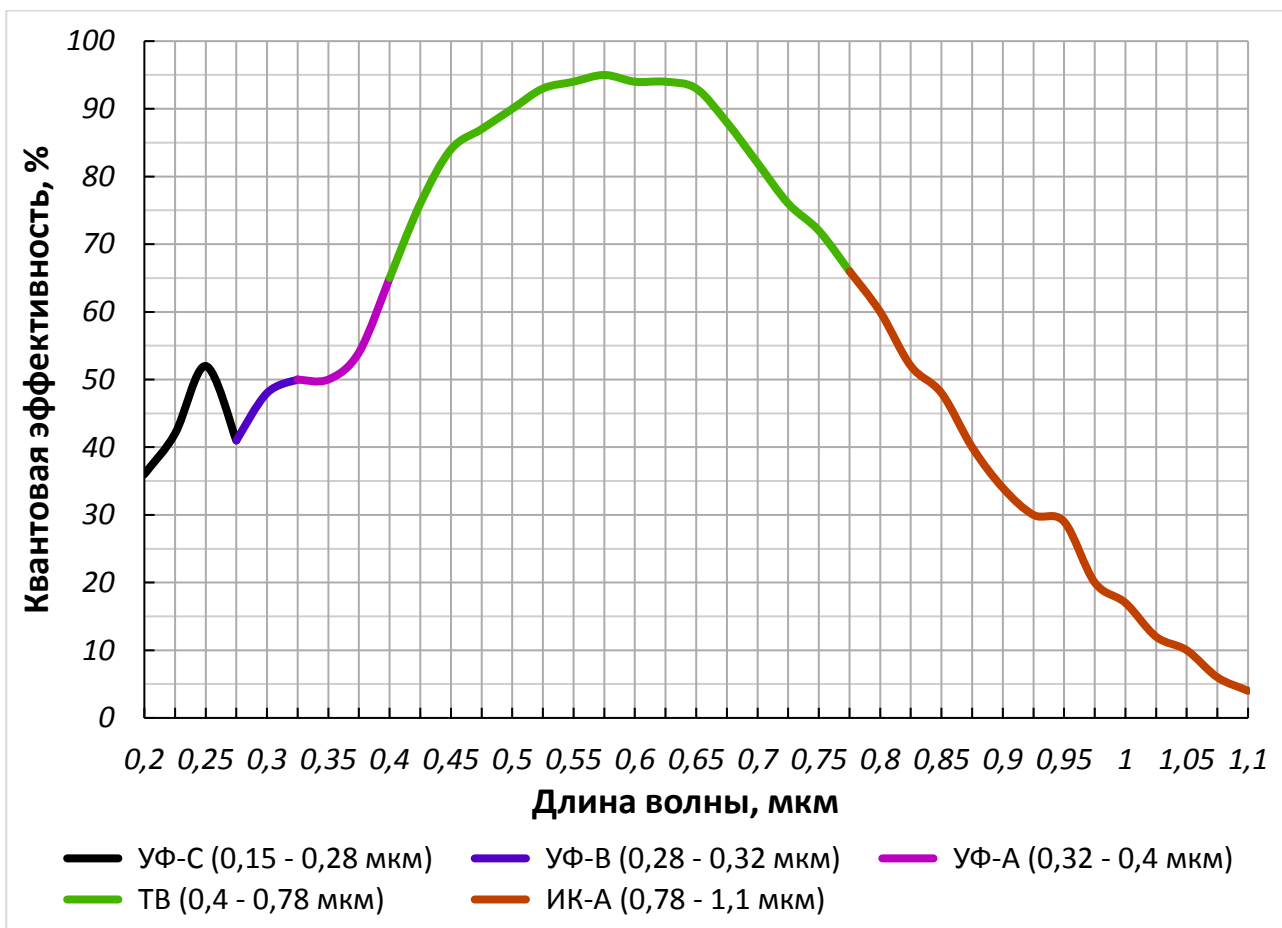


Рис. 6. График зависимости квантовой эффективности фотоприёмника от длины волны



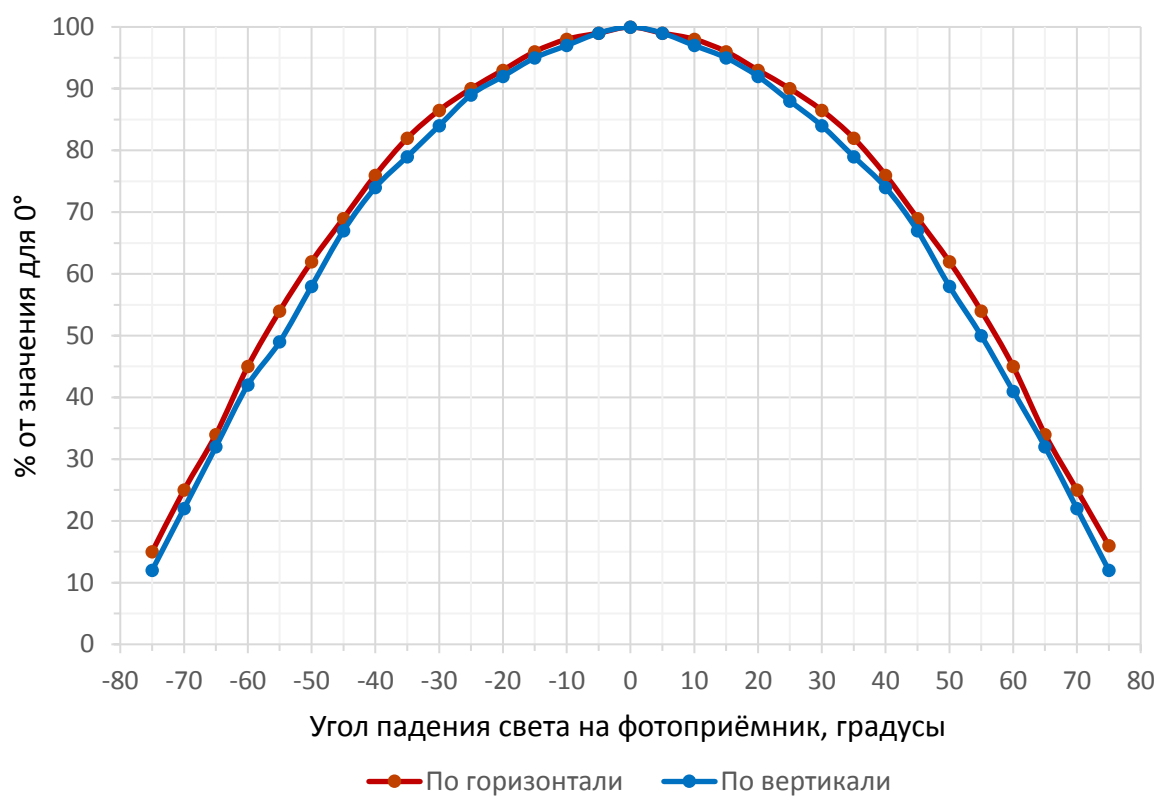


Рис. 7. Зависимость относительной чувствительности от угла падения пучка



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;
- 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;
- Операционные системы *:
 - ✓ Microsoft Windows XP 32 бит,
 - ✓ Microsoft Windows Vista 32/64 бит;
 - ✓ Microsoft Windows 7 32/64 бит;
 - ✓ Microsoft Windows 8 32/64 бит;
 - ✓ Microsoft Windows 10 32/64 бит;
 - ✓ Ubuntu 21.04 64 бит;
 - ✓ Linux Mint 20.1 64 бит;
 - ✓ Debian 10.9 64 бит.

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



5. Функционирование изделия

В этом разделе описаны режимы работы изделия и режимы обработки изображения. Выбор режимов камеры осуществляется при помощи программного обеспечения, входящего в комплект поставки.

5.1. Режимы работы изделия

Устройство RT-2020UV имеет следующие основные режимы работы:

- **Режим внутренней синхронизации**, при котором осуществляется непрерывный ввод телевизионных кадров в компьютер. Частота ввода кадров составляет 25 Гц
- **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 (КМОП матрица не задействована).

5.2. Цифровая обработка изображения

Цифровая обработка изображения реализуется в модуле фотоприёмника, доступны следующие функции цифровой обработки:

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

5.3. Функции улучшения качества изображения

Функции улучшения качества изображения позволяют повысить соотношение сигнал/шум при работе со слабыми или слишком сильными сигналами. Реализуются при использовании специальных режимов работы матрицы.

Поддерживаются режимы:

- Standard low gain (стандартный с низким усилением);
- Standard high gain (стандартный с высоким усилением);
- High dynamic range (с высоким динамическим диапазоном).



6. Подготовка и порядок работы

В данном разделе рассматриваются 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, выключенном источнике питания оптического датчика и подключаемого оборудования.

ПЭВМ и подключаемое оборудование должны иметь общее заземление и желательно 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 фотоприёмника в его нижней части предусмотрены 4 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.

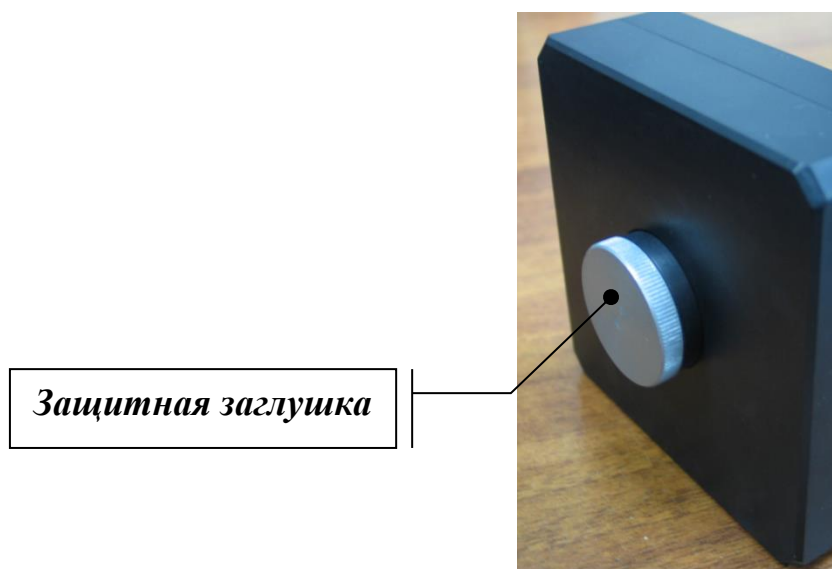


Рис. 8. Начало установки объектива в блок фотоприёмника



Подключите к разъёму X1, рис. 9, коаксиальный кабель SAT-703B-XX. Цоколёвка разъёма X1 приведена в таблице 3:

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

Контакт	Цепь
1	CoaXpress
2	GND (Земля)

Подключите к разъёму X2, рис. 9, кабель электропитания, рис. 4. Цоколёвка разъёма X2 приведена в таблице 4.



Рис. 9. Задняя панель модуля фотоприёмника

Подключите клеммы кабеля электропитания к источнику постоянного тока 5 ... 36 В, по умолчанию 24 В. Клемма с чёрным проводом присоединяется к цепи «-Unum», клемма с красным проводом подсоединяется к цепи «+Unum».

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

Контакт	Цепь	Назначение	Контакт	Цепь	Назначение
1	TDI	Программирование	14	DIN2	Цифр. вход 2
2	TMS	Программирование	15	DIO1	ДСП*
3	DOUT2	Цифр. выход 2	16	OPTO_ANOD / RS-485_Y	SYNC / RS-485
4	DIN0	Цифр. вход 0	17	OPTO_CATOD / RS485_Z	SYNC / RS-485
5	DIN3	Цифр. вход 3	18	+24 V	+U питания
6	DIO2	ДСП*	19	TCK	Программирование
7	RS485_A	Резерв / RS-485	20	GND	Общий
8	GND / RS-485_B	Общий / RS-485	21	DOUT1	Цифр. выход 1
9	-24 V	- U питания	22	DIN1	Цифр. вход 1
10	+3.3 V EXT	ДСП*	23	DIO0	ДСП*
11	TDO	Программирование	24	DIO3	ДСП*
12	DOUT3	Цифр. выход 3	25	GND	Общий
13	DOUT0	Цифр. выход 0	26	+5 V EXT	ДСП*

* ДСП – для служебного пользования.



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-703B-40, рис. 10. Цоколёвка разъёма X3 приведена в таблице 5.

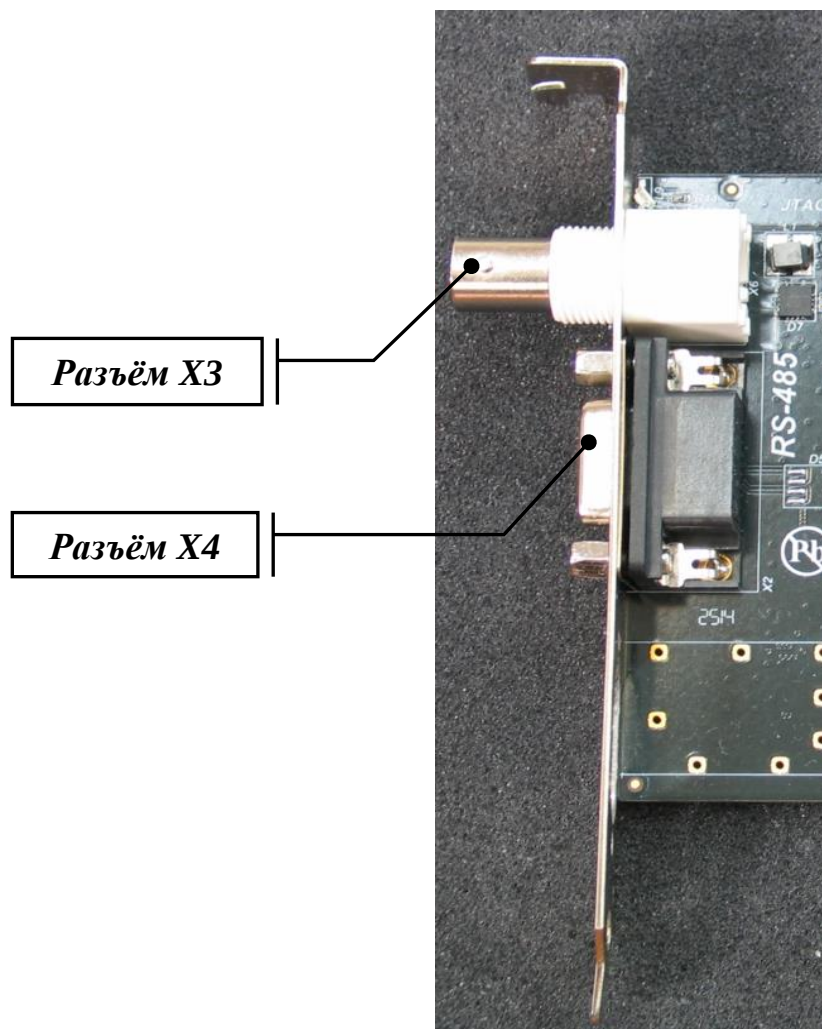


Рис. 10. Маркировка разъёмов интерфейсного адаптера

Таблица 5. Цоколёвка разъёма X3

Контакт	Цепь
1	CoaXpress
2	GND (Земля)

6.3. Подключение внешних устройств

Через разъём X2 дополнительно доступны:

- 4 линии цифрового ввода, цепи DIO0÷DIO3 (уровень TTL);
- 4 линии цифрового вывода, цепи DOUT0÷DOUT3, 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. Цоколёвка разъёма приведена в таблице 6.

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

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

6.4. Установка драйверов цифровой камеры и программно-алгоритмического обеспечения

В набор поставки цифровой камеры входит компакт-диск, содержащий драйверы для операционных систем **Microsoft Windows: XP, Vista, 7, 8, 10** 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

1. На блок фотоприёмника подается электропитание;
2. Запускается программно-алгоритмическое обеспечение (**MasterCap** или **Capturator**).

Выключение производится в обратном порядке: закрывается приложение **MasterCap** или **Capturator**, выключается электропитание блока фотоприёмника.



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 необходимо выбрать из списка устройство – цифровую камеру, рис. 11. Выберите устройство **RT2020UV0**. И нажмите кнопку «ОК».

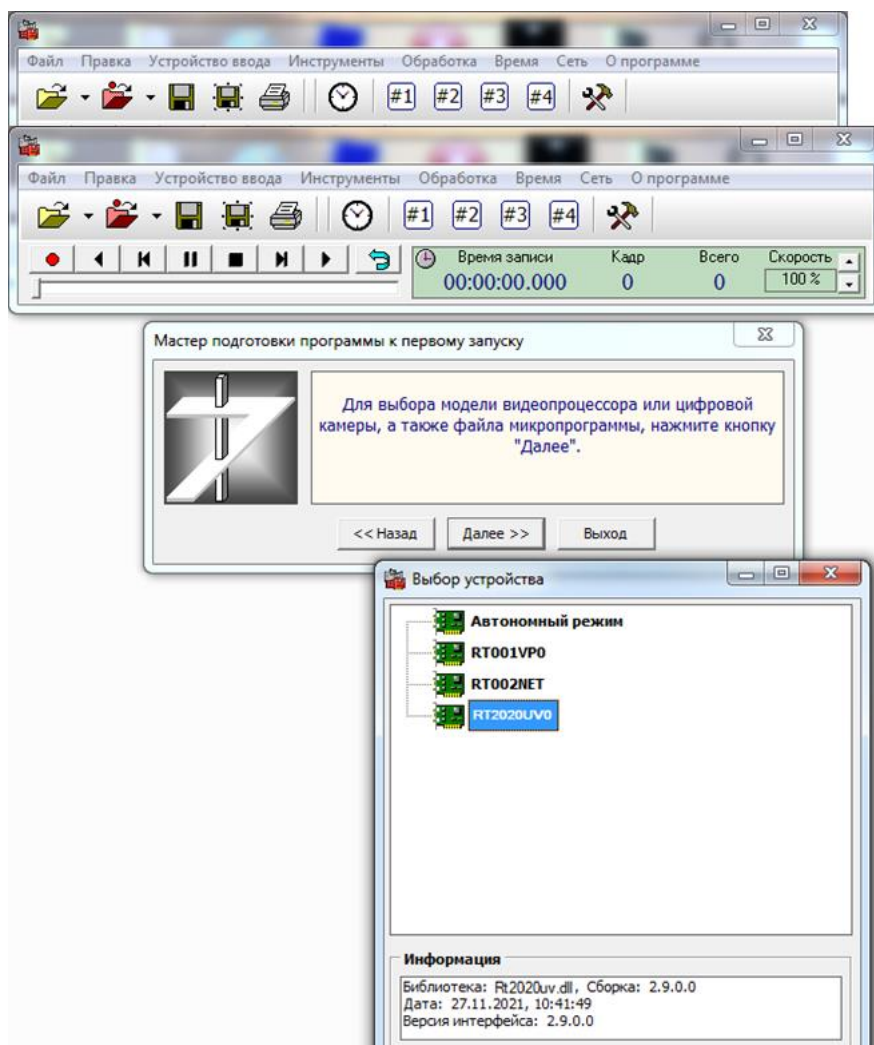


Рис. 11. Диалоговое окно «Выбор устройства»

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. Руководство оператора*».

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



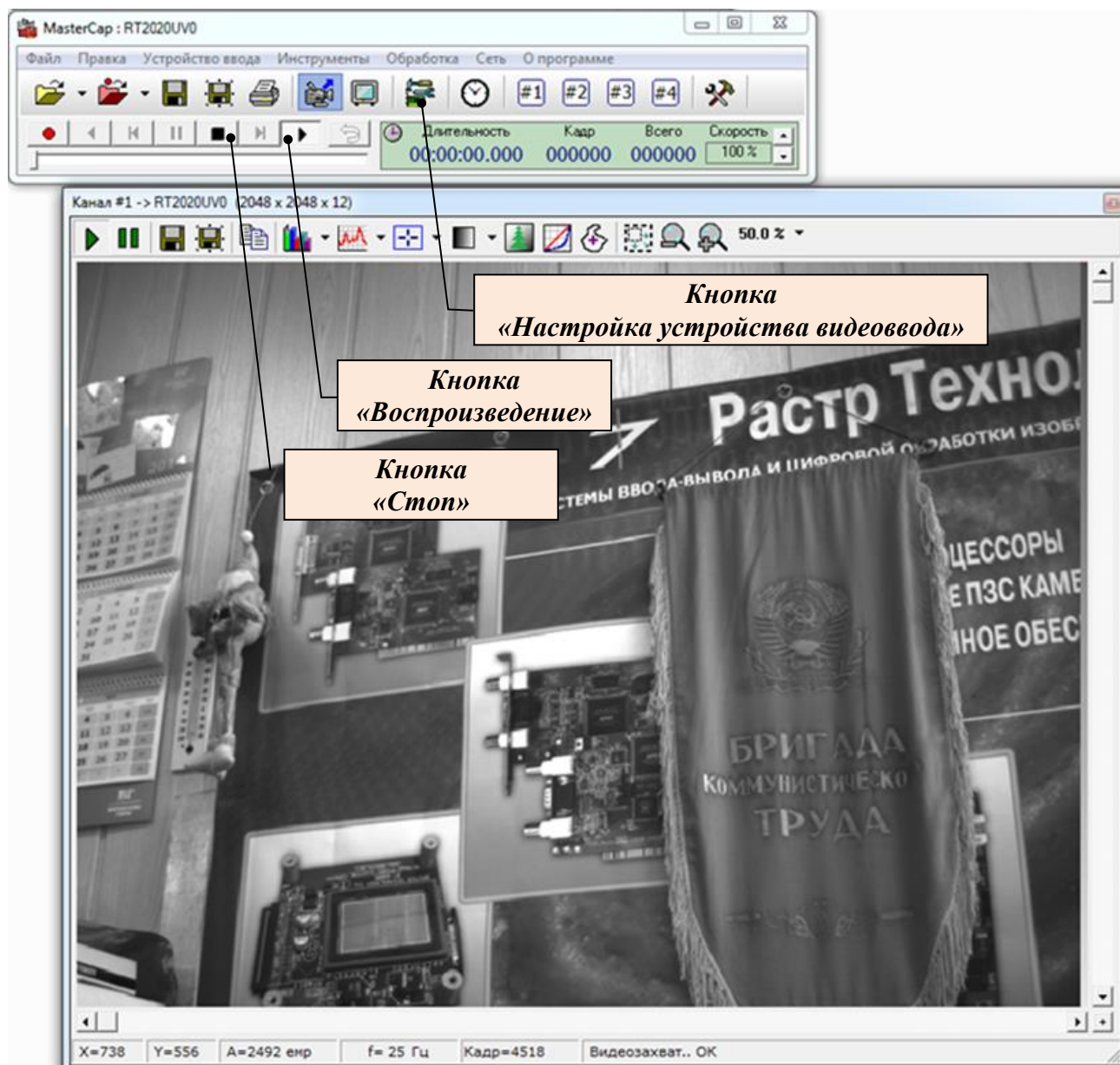


Рис. 12. Главное рабочее окно программы MasterCap

Для запуска захвата кадров, нажмите кнопку **«Воспроизведение»**, рис. 12. Для останова захвата кнопку **«Стоп»**. Для вызова окна управления камерой нажмите кнопку **«Настройка устройства видеоввода»**. При этом откроется окно **«RT2020UV0 – Настройка»**, рис. 13.



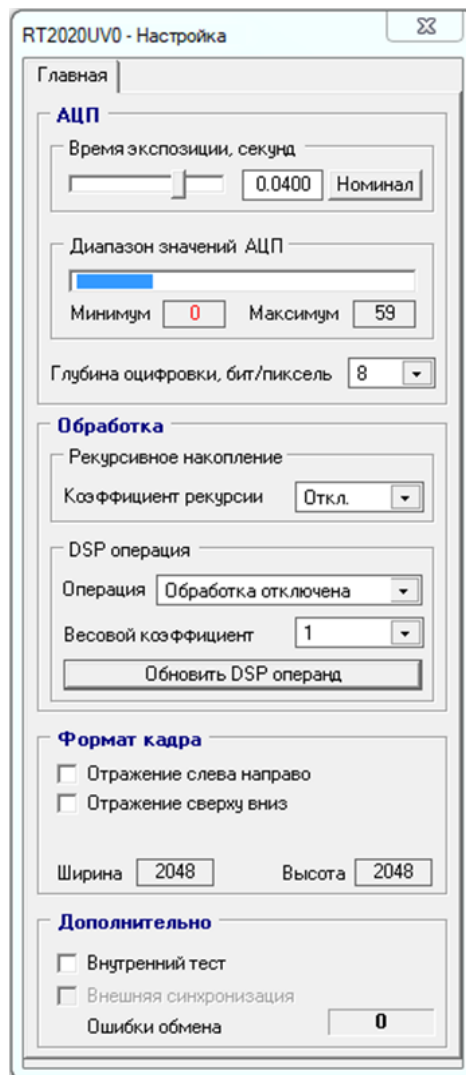


Рис. 13. Окно «RT2020UV0 – Настройка»

В панели «АЦП» окна находятся ползунок управления экспозицией камеры, индикатор диапазона значений уровня сигнала 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. При превышении временем экспозиции номинального значения, частота ввода кадров падает. Её значение рассчитывается по формуле:

$$f_k = 1/t_{\text{эк}}.$$

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;
- m – знаменатель коэффициента рекурсии, $m = 2, 4, 8, \dots 256$;
- i – числитель коэффициента рекурсии, $i=0, 1, 2, \dots m-1$.

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:

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

- 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:

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

- 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.

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



7. Взаимодействие цифровой камеры с компьютером

Управление цифровой камерой RT-2020UV осуществляется через адаптер RT-650CPX, устанавливаемый в слот PCI-Express ПЭВМ. Адаптер использует 32 КБ адресного пространства оперативной памяти и одну линию аппаратного прерывания.

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.

7.1. Регистры цифровой камеры

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

Таблица 3. Перечень регистров управления цифровой камерой RT-2020UV

Смещение адреса	Направление операции	Название регистра	Описание регистра
00H	запись	Syst_Ctrl	Системный регистр управления
04H	запись	DMA_Ctrl	Управление 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	Управление внутренним буфером памяти
40H	запись	ADC_Ctrl	Управление подсистемой ввода изображения
4CH	запись	Reg_CCDX	Управление каналом X блока фотоприёмника
50H	запись	Reg_CCDY	Управление каналом Y блока фотоприёмника
50H	чтение	ния амплитуды входного сигнала	Определение амплитуды входного сигнала



Смещение адреса	Направление операции	Название регистра	Описание регистра
		ADC_MinMax	
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	Счётчик данных при фиксации кадра
DCH	запись	Reg_Binning	Управление объединением строк
Регистры настройки формата строга статистики			
ACH	запись	Strob_L	Левая граница строга внутри кадра
B0H	запись	Strob_R	Правая граница строга внутри кадра
B4H	запись	Strob_U	Верхняя граница строга внутри кадра
BCH	запись	Strob_D	Нижняя граница строга внутри кадра
Регистры цифровой обработки сигнала			
A0H	запись	ADC_DSP	Регистр функций ЦОС обработки
C0H	запись	Stb_Level	Регистр амплитудного порога
D4H	запись	Reg_Weight	Регистр весовых коэффициентов
D8H	запись	Reg_RC	Управление 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 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) 1 – чересстрочное (длина строки в пикселях указывается в регистре DMA_Line)
5	Чтение / запись данных с вертикальным отражением: 0 – от верхней строки к нижней 1 – 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** даёт также старт процессу DMA.

7.1.4. Регистр счетчика 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 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 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
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	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 D1 .. D0 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 $\geq 12,5$ Гц)
6	Включение режима внешней синхронизации при одиночном вводе (частота запуска $< 12,5$ Гц)
7	Переключение разрядности входных данных: 0 – 1 байт на пиксель (8 бит) 1 – 2 байта на пиксель (12 бит)
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 во время ввода последнего кадра.
15 .. 8	Максимальное значение сигнала в канале X во время ввода последнего кадра.
23 .. 16	Минимальное значение сигнала в канале Y во время ввода последнего кадра.
31 .. 24	Максимальное значение сигнала в канале Y 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 КМОП 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 каналам X и Y. Данные 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 $2048 \times 2048 \times 2 = 8388608$.



7.1.15. Регистр управления объединением строк

Регистр **Reg_Binning** определяет порядок считывания строк из КМОП матрицы. Значение регистра равное 0 соответствует разрешению 2048×2048 .

7.1.16. Регистр режима КМОП матрицы

Регистр **Reg_VD** используется для отключения рабочих напряжений и управляющих сигналов от КМОП 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).

Название 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 ЦОС 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 промежуточные 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 Коэф-т 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
	0 0 0 0 1 1 3/64
	...
	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:																																																	
	<table><tr><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th><th>Весовой коэф-т</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1/64</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2/64</td></tr><tr><td>...</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>62/64</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>63/64</td></tr></table>	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Весовой коэф-т	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
	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Весовой коэф-т																																											
	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** задаёт 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

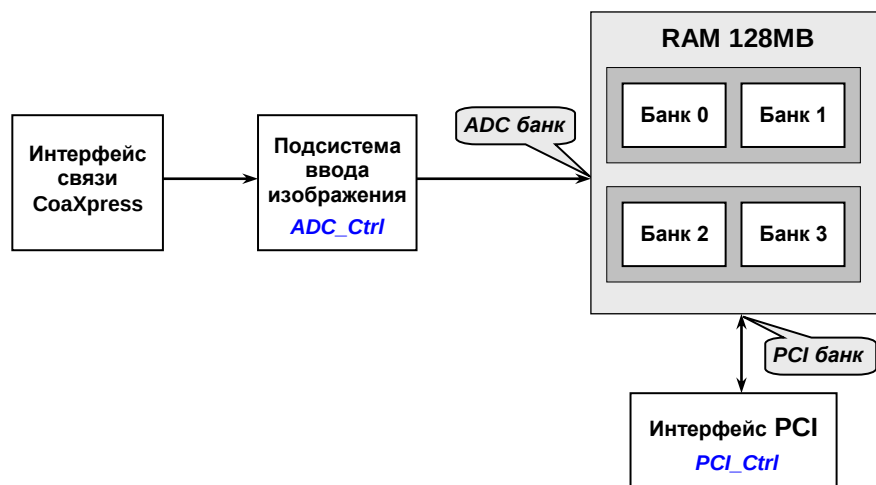
7.2. Организация и функционирование внутреннего буфера памяти

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 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 D1 .. D0 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, выдаёт 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 произведен 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 №	



Приложение 1. Габаритный чертёж модуля фотоприёмника

