



МРЦН.1357.IMG.02.000-01

Ключевые особенности:

- ❖ 5 Мегapixelный цветной CMOS-сенсор Sony IMX335
- ❖ Диагональ сенсора 6,52мм (1/2.8")
- ❖ Формат изображения 2592×1944 пикселей при частоте кадров до 60 fps
- ❖ Размер пикселя 2,0×2,0 мкм
- ❖ Интерфейс передачи видеоданных MIPI CSI-2, 2 или 4 линии данных, формат RAW10 или RAW12.
- ❖ Разъём FPC/FFC, 22 вывода шаг 0,5мм
- ❖ Интерфейс управления сенсором I2C
- ❖ Рассчитан на установку объектива с резьбой M12 через адаптер 20 мм.

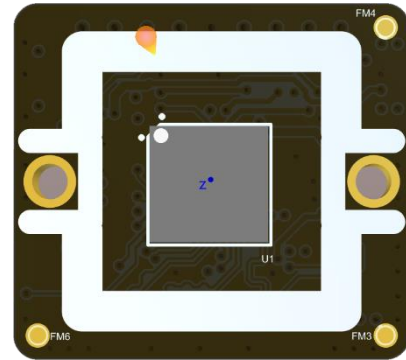


Рис.1 Вид сверху

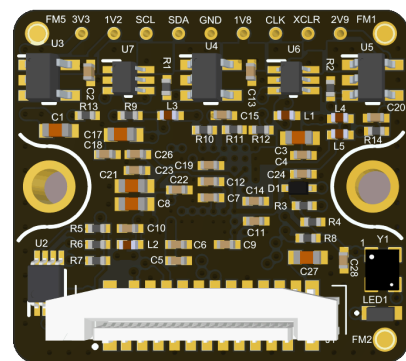


Рис.2 Вид снизу

Применение:

- ❖ Машинное зрение
- ❖ Робототехника
- ❖ Умные камеры
- ❖ Видеонаблюдение, видеорегистрация
- ❖ Интеллектуальные системы помощи водителю
- ❖ Управление дорожным движением

Таблица 1. Основные технические характеристики:

Характеристика	Минимум	Номинал	Максимум	Единица измерения
Напряжение питания	3,2	3,3; 5.0	5,3	В
Ток потребления	-	200	350	мА
Тактовая частота сенсора	-	24	-	МГц
Тактовая частота интерфейса I2C	0	-	400	кГц
Габаритные размеры (Ш×В×Г)	-	24,5×22×7,5	-	мм
Вес модуля	-	-	20	г

Общая информация по подключению и настройке модуля камеры

В настоящий момент поддерживаются платформы: СКИФ Мcom-03 от НПЦ “ЭЛВИС”, RockChip RK3588, FireFly ROC-RK3588S-PC. Тестируется с платформами RK3568 DS-RK3568 от бренда DiaSom.

Для подключения модуля камеры к различным вычислительным платформам используется один 22-выводный разъем J1 (рис.3), установленный на плате модуля. Назначение контактов разъема указано в таблице 2.



Рис.3 Внешний вид разъема J1 на плате модуля

Таблица 2. Соответствие контактов разъемов.

Сигнал	Номер контакта 22-проводного разъема J1	Номер контакта 15-проводного разъема
Общий провод	22	1
Линия видеоданных 0 отрицательный провод	21	2
Линия видеоданных 0 положительный провод	20	3
Общий провод	19	4
Линия видеоданных 1 отрицательный провод	18	5
Линия видеоданных 1 положительный провод	17	6
Общий провод	16	7
Линия такта видеоданных отрицательный провод	15	8
Линия такта видеоданных положительный провод	14	9
Общий провод	13	10
Линия видеоданных 2 отрицательный провод	12	-
Линия видеоданных 2 положительный провод	11	-
Общий провод	10	-
Линия видеоданных 3 отрицательный провод	9	-
Линия видеоданных 3 положительный провод	8	-
Общий провод	7	-
Включение питания (PON)	6	11
Не используется	5	12
Общий провод	4	-
Такт интерфейса I2C (SCL)	3	13
Данные интерфейса I2C (SDA)	2	14
Питание	1	15

Питание модуля камеры включается по команде компьютера, к которому он подключен, высоким логическим уровнем ($3V < PON < 5V$) на контакте 6 разъёма J1. Когда все служебные источники питания модуля включены, загорается зелёный светодиод LED1. Отключается питание подачей низкого логического уровня ($PON < 0,5V$) на этот контакт.

Режим работы камеры определяется содержимым внутренних регистров сенсора IMX335. Информация в эти регистры должна быть корректно внесена компьютером по шине I2C в зависимости от применения сенсора до запуска передачи видеoinформации. Адрес сенсора на шине I2C задаётся логическим уровнем на входе SLAMODE сенсора (установленными резисторами R10 или R12 на плате модуля) в соответствии с таблицей 3.

Режим синхронизации видеосигнала сенсора задаётся резистором R11=1кОм. Если R11 установлен, то выбран режим MASTER (установлен при изготовлении), если R11 отсутствует, то выбран режим SLAVE.

Резисторы R6 и R7 (4,7кОм) требуются для согласования уровней сигналов на шине I2C. Они устанавливаются только в том случае, если подобных резисторов (pull-up) нет на плате целевой платформы, к которой подключается камера. **Внимание! При изготовлении камеры эти резисторы не устанавливаются.**

Таблица 3. Настройка адреса модуля на шине I2C.

Уровень на входе SLAMODE	Адрес сенсора на шине I2C	Адрес сенсора на шине I2C в ОС Linux	Резистор R10	Резистор R12	Примечание
0В	0x34	0x1a	отсутствует	1кОм	Установлен при изготовлении
3,3В	0x20	0x10	1кОм	отсутствует	

Расположение всех настроечных резисторов показано на рисунке 12.

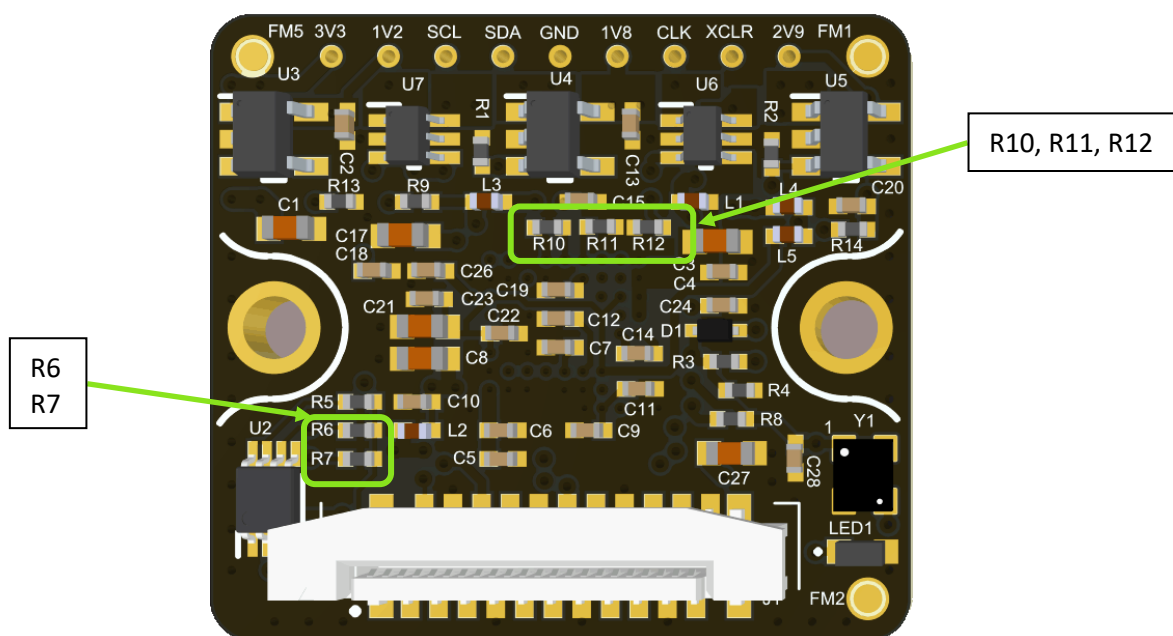


Рис.12 Расположение настроечных резисторов.

Габаритные размеры модуля камеры

Габаритные размеры модуля камеры указаны на рисунке 13.

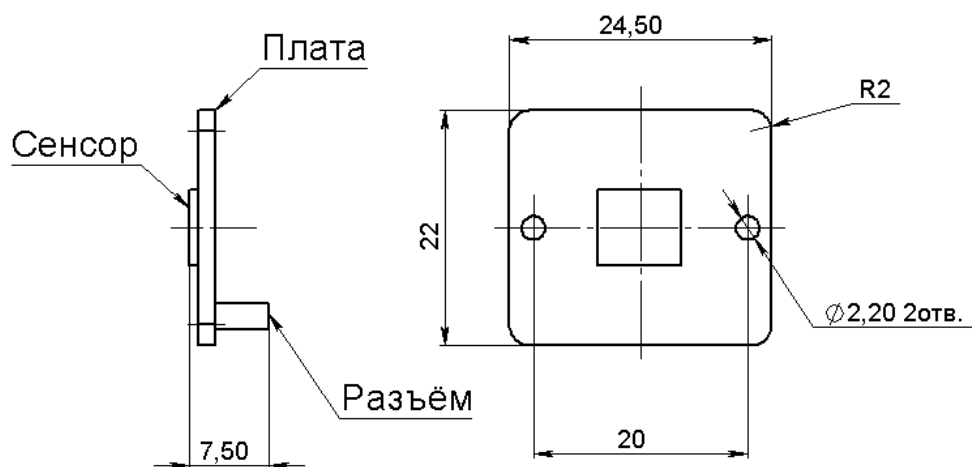


Рис.13 Габариты модуля.

Подключение к платформе СКИФ

Физическое подключение к платформе СКИФ

К платформе СКИФ с процессорным модулем Мsom-03, установленным в несущую плату Rock Pi N10, модуль камеры подключается стандартным «прямым» шлейфом-переходником тип А 15pin-to-22pin (рис.4), контакты которого размещены на одной плоскости шлейфа, к 15-контактному разъёму САМ на несущей плате. При использовании указанного шлейфа используется режим передачи видеоданных по двум линиям (2-Lane).



Рис.4 Физическое подключение камеры к модулю СКИФ.

Программное подключение к платформе СКИФ

Проверка подключения и доступности сенсора IMX335 осуществляется командой:

```
sensor_test
```

Эта команда проверит подключение всех поддерживаемых платформой сенсоров и выведет их статус. Если сенсор правильно определен системой и доступен для видеозахвата ответом на команду будут следующие строки:

```
X: IMX335 (v0x8806 imager 0)
```

```
...
```

```
mode 5: 2592x 1944 @30.00 10bit (total 550x4500 mipi_lane=2) exposure=(7..1000000)  
flipping=horizontal|vertical pixel rate 37.1250 Mpx/s, bit rate 185.6250 Mbits/s (per mipi lane)
```

```
...
```

В случае, если сенсор не определен системой, то для него ответ на команду sensor_test будет следующим:

```
X: IMX335 - no modes display available
```

Для запуска видеотрансляции с выводом изображения на монитор через HDMI необходимо подать команду:

```
gst-launch-1.0 felixsrc setup-file= /etc/felix/imx335/imx335.cfg sensor=IMX335 sensor-mode=5  
exposure-auto=true awb-enable=true awb-algorithm=pid awb-mode=high-lum ! queue max-size-  
buffers=1 ! video/x-raw,format=BGRx ! kmssink driver-name=mali-dp
```

Для запуска потоковой передачи видео по протоколу RTSP необходимо подать следующую команду:

```
gst-rtsp-test-launch "felixsrc setup-file= /etc/felix/imx335/imx335.cfg sensor=IMX335 sensor-mode=5  
alloc-buffers=10 buf-mode=query exposure-auto=true awb-enable=true awb-algorithm=pid awb-  
mode=high-lum ! queue max-size-buffers=1 ! video/x-raw,format=NV12 ! omxh264enc control-  
rate=constant target-bitrate=10000000 ! rtph264pay name=pay0 pt=96"
```

В консоль процессорного модуля будет выведено сообщение:

```
stream ready at rtsp://127.0.0.1:8554/test
```

Для приёма и вывода видео на ПК необходимо подать команду ffplay в формате:

```
ffplay rtsp://<module-address>:8554/test
```

где <module-address> - это IP-адрес процессорного модуля.

Подключение к RockChip RK3588

Физическое подключение FireFly RK3588, модуль ROC-RK3588S-PC

К платформе FireFly ROC-RK3588S-PC камера подключается стандартным «обратным» 22-контактным FPC-шлейфом (тип B), контакты которого размещены на разных плоскостях шлейфа, через специальный адаптер FF-03 и далее стандартным «прямым» 30-контактным FPC-шлейфом (тип A), контакты которого размещены на одной плоскости шлейфа, к разъёму J4107 (MIPI_CSIO) платы FireFly (рис.5). При таком подключении используется режим передачи видеоданных по двум либо четырём линиям (2-Lane или 4-Lane) в зависимости от настроек внутренних регистров сенсора и драйвера операционной системы платформы FireFly.

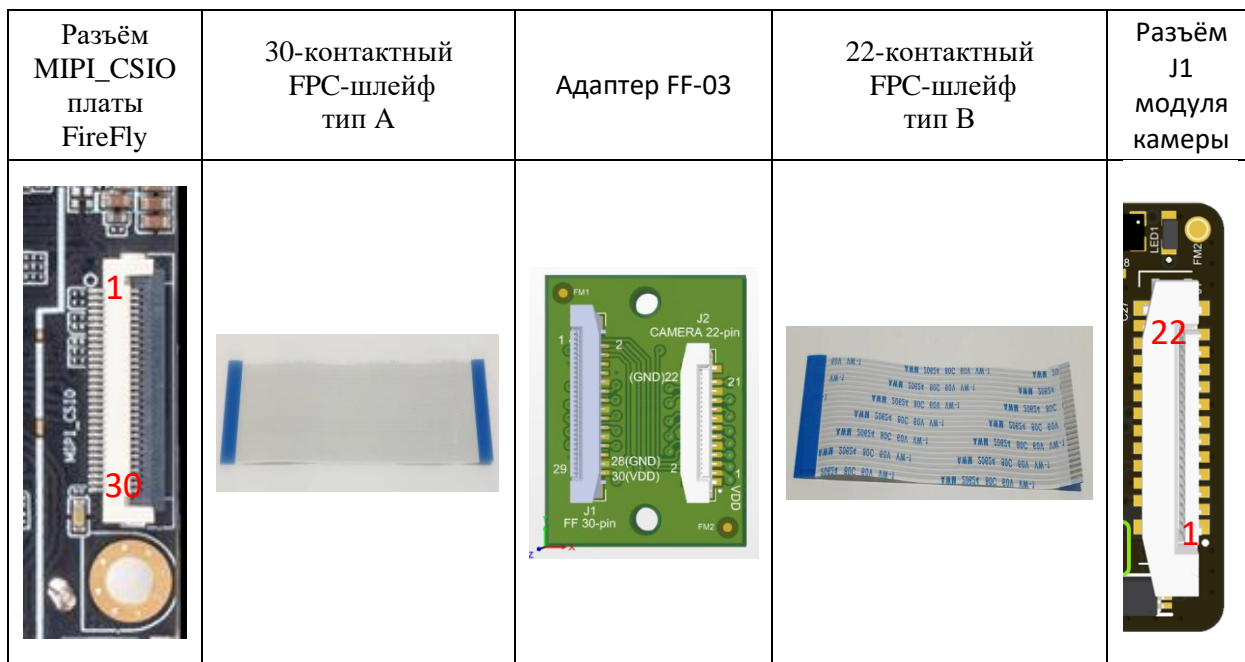


Рис.5 Подключение камеры к FireFly RK3588.

Программное подключение к FireFly, модуль ROC-RK3588S-PC

Редактирование Device tree

Для корректного подключения необходимо добавить устройство, соответствующее сенсору, в виде child node i2c шины. Требуется добавление gpio пинов для функций reset, pwn, poweron следующим образом:

```
power-gpios = <&gpioX RK_PXX GPIO_ACTIVE_LOW/ GPIO_ACTIVE_HIGH>;  
reset-gpios = <&gpioX RK_PXX GPIO_ACTIVE_LOW/ GPIO_ACTIVE_HIGH>;  
pwn-gpios = <&gpioX RK_PXX GPIO_ACTIVE_LOW/ GPIO_ACTIVE_HIGH>;
```

GPIO_ACTIVE_HIGH означает, что при срабатывании функции на соответствующем выходе GPIO будет выставлена логическая единица, GPIO_ACTIVE_LOW - логический ноль. Выходы GPIO заданы в kernel-5.10/include/dt-bindings/pinctrl/rockchip.h. Кроме этого номер выхода GPIO может быть задан следующим образом:

Формула для расчёта GPIO pin: $pin = bank * 32 + number$

Формула для расчёта номера группы GPIO pin: $number = group * 8 + X$

В таком случае GPIO задано следующим образом:

```
<&gpio"bank" "number" GPIO_ACTIVE_HIGH>
```

В child node шины I2C необходимо указать адрес камеры как I2C-устройства:

```
<reg> = <"i2caddr">;
```

Параметр <compatible> должен совпадать с соответствующим значением в коде драйверов сенсора для корректной работы драйвера. Кроме этого, необходимо определить линию тактового сигнала MIPI CLK, на неё ссылается переменная <clocks>. Тактирующие линии объявлены в dt-bindings/clocks/rk3588-cru.h.

Свойства модуля камеры задаются следующим образом:

```
rockchip,camera-module-index = <X>;  
rockchip,camera-module-facing = "FACING";  
rockchip,camera-module-name = "SENSOR NAME";  
rockchip,camera-module-lens-name = "LENS NAME";
```

Далее в child node требуется задать порт, подключаемый к устройству csi2_dphyX. Remote-endpoint должен соответствовать соответствующему endpoint другого устройства. В endpoint сенсора можно добавить количество используемых линий интерфейса MIPI CSI-2 следующим образом:

Data-lanes = <1 2 3 4> (пример для использования 4-х линий)

Цепочка устройств дерева при подключении одной камеры должна выглядеть следующим образом:

```
sensor->csi2_dphyX->mipi2_csiX->rkcif_mipi_lvdsX - - -> rkcif_mipi_lvdsX_sditf->rkisp0_virX
```

Пример добавления IMX335 в device tree:

```
&i2c7 {  
    status = "okay";  
    pinctrl-names = "default";  
    pinctrl-0 = <&i2c7m2_xfer>;  
    imx335: imx335@1a {  
        compatible = "sony,imx335";  
        reg = <0x1a>;  
        clocks = <&cru CLK_MIPI_CAMARAOUT_M1>;  
        clock-names = "xvclk";  
        pinctrl-names = "default";  
        pinctrl-0 = <&mipim1_camera1_clk>;  
        power-domains = <&power RK3588_PD_VI>;  
        power-gpios = <&gpio3 RK_PC1 GPIO_ACTIVE_HIGH>;  
        reset-gpios = <&gpio3 RK_PC1 GPIO_ACTIVE_LOW>;  
        pwn-gpios = <&gpio3 RK_PC1 GPIO_ACTIVE_LOW>;  
        rockchip,camera-module-index = <0>;  
        rockchip,camera-module-facing = "back";  
        rockchip,camera-module-name = "IMX335";  
        rockchip,camera-module-lens-name = "NC";  
        port {
```



```

        imx335_out0: endpoint {
            remote-endpoint = <&mipidphy0_in_ucam0>;
            data-lanes = <1 2 3 4>;
        };
    };
};
};
};

```

Добавление и редактирование драйверов

При редактировании драйверов следует убедиться в наличии необходимых режимов работы и соответствующей конфигурации регистров сенсора. Сенсор добавляется в систему как v4l-subdevice. Кроме этого, драйвера должны содержать основной функционал сенсора: инициализация, ioctl, выделение виртуальных каналов для интерфейса MIPI CSI-2.

Для компиляции драйверов и добавления их в систему требуется редактировать defconfig и Kconfig. В defconfig необходимо присутствие строки CONFIG_VIDEO_”SENSOR NAME”=y. Она должна соответствовать устройству в Kconfig. Пример добавления сенсора IMX335 в Kconfig:

```

config VIDEO_IMX335
tristate "Sony IMX335 sensor support"
depends on I2C && VIDEO_V4L2 && VIDEO_V4L2_SUBDEV_API
depends on MEDIA_CAMERA_SUPPORT
help
  This is a Video4Linux2 sensor driver for the Sony
  IMX335 camera.
  To compile this driver as a module, choose M here: the
  module will be called imx335.

```

Также, для компиляции драйверов необходимо, чтобы в соответствующем Makefile было задано:

```
obj-$(CONFIG_VIDEO_”SENSOR NAME”) += ”driver file name”.ko
```

Использование ISP

Для использования обработки изображения с помощью ISP платформы необходимо добавить соответствующий конфигурационный json файл в папку /etc/iqfiles платформы. Название конфигурационного файла должно быть задано в соответствии с device tree следующим образом: ”child node name”_” rockchip,camera-module-name”_” rockchip,camera-module-lens-name”.json. Для использования ISP можно запустить исполняемый файл rkaiq_3A_server из папки /usr/bin или скрипт rkaiq_3A.sh в папке /etc/init.d. При запуске командой sudo sh rkaiq_3A.sh start повторный запуск ISP после перезагрузки платформы не требуется. Для выключения ISP требуется выполнить команду sudo sh rkaiq_3A.sh stop.

Далее будет описан основной функционал конфигурационного файла.

```

“Gain2Reg”: {
“GainMode”: “MODE”
“GainRange”: [RANGE]
“GainRange_len”: LENGTH
}

```

Режим усиления может быть линейным или нелинейным (EXPGAIN_MODE_NONLINEAR_DB и EXPGAIN_MODE_LINEAR). В GainRange определяется диапазон усиления сенсора, GainRange_len соответствует количеству точек диапазона.

Для переворота изображения при обработке ISP требуется задать:

"CISFlip": 1

В конфигурационном файле должен присутствовать основной пресет для сенсора "main_scene": {}, внутри которого можно задать несколько "sub_scene", которые могут соответствовать разным условиям внешней среды или разным режимам сенсора (линейному и hdr). Для работы функции регулирования выдержки и усиления можно использовать массив соответствующих статистических весов для каждой области разбиения изображения "AecGridWeight" или адаптивный алгоритм выставления статистического веса для области изображения. При использовании платформы для Face Recognition рекомендуется использовать адаптивный алгоритм для динамического увеличения статистического веса областей кадра вблизи лица.

В конфигурационном файле можно включить функцию удаления мерцания "AecAntiFlicker". Для этого потребуется задать частоту и режим работы функции.

Скорость алгоритма автоматического усиления и экспозиции задается "AecSpeed". Рекомендуется определять значение "DumpDark2Bright" большим чем "DumpBright2Dark". Для корректной работы автоматического усиления и выдержки также требуется конфигурация "LinearAeCtrl". "Route" содержит значения выдержки, аналогового и цифрового усиления, угла поворота управляемой оптики сенсора (в случае использования этой функции). Рекомендуется задавать не менее 8 точек в диапазоне значений. Также необходимо выбрать стратегию для ISP "AECV2_STRATEGY_MODE_HIGHLIGHT_PRIOR"/"AECV2_STRATEGY_MODE_LOWLIGHT_PRIOR".

Для настройки баланса черного и белого требуется редактирование "wb_v21". Для контроля баланса требуется задать "downScaleMode" и "blkMeasureMode". Также необходимо выбрать режимы контроля баланса в "IsUsedForYuvDet".

Также требуется задать разбиение изображения на области в "lsc_v2", оно должно соответствовать используемому разрешению сенсора. Для варьирования цветовой температуры кадра требуется включение "wbGainClip" и добавление значений в массив "cct".s

