



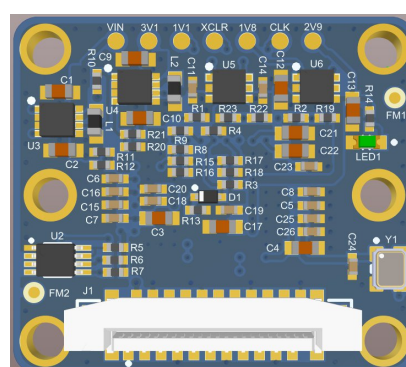
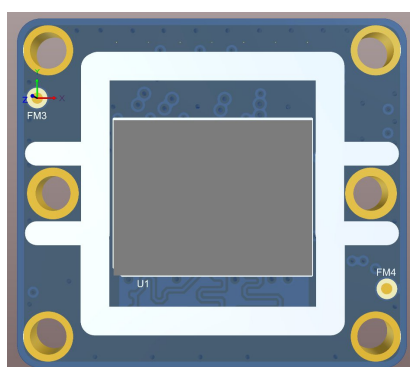
МАКРО EMC
Группа компаний Макро Групп

Модуль электронной камеры

DS-CIMX415-22

Руководство по эксплуатации

МРЦН.CIMX.50.103РЭ



- ✓ Высококочувствительный CMOS-сенсор Sony IMX415
- ✓ Интерфейс передачи видеоданных MIPI CSI-2
- ✓ Разъём FPC/FFC, 22 вывода шаг 0,5мм (Raspberry Pi Zero)
- ✓ Рассчитан на установку объектива с резьбой M12

Оглавление

1	Описание модуля электронной камеры	4
1.1	Назначение изделия	4
1.2	Основные технические характеристики	5
2	Общая информация по подключению и настройке МЭК	5
3	Габаритные размеры МЭК	9
4	Подключение МЭК к платформе СКИФ	10
4.1	Физическое подключение к платформе СКИФ	10
4.2	Программное подключение к платформе СКИФ	11
5	Подключение МЭК к платформе RockChip RK3588	15
5.1	Физическое подключение к модулю ROC-RK3588S-PC FireFly	15
5.2	Программное подключение к модулю ROC-RK3588S-PC FireFly	15
5.3	Физическое подключение к модулю NanoR	18
5.4	Программное подключение к модулю NanoR	18
6	Подключение МЭК к платформе RockChip RK3568	21
6.1	Физическое подключение к модулю DS-RK3568-EVB rev.1	21
7	Меры предосторожности	22

Настоящее руководство по эксплуатации является руководящим документом для изучения устройства, функционирования, порядка и правил использования по назначению, при техническом обслуживании и хранении модуля электронной камеры DS-CIMX415-22.

Настоящее руководство по эксплуатации может быть уточнено и дополнено в установленном порядке.

Несоблюдение указаний по эксплуатации, техническому обслуживанию и правил техники безопасности, изложенных в настоящем Руководстве, может быть причиной возникновения ситуаций, связанных с причинением вреда здоровью.

Адрес изготовителя:

Российская Федерация, 196105, г. Санкт-Петербург,
ул. Свеаборгская, д.12, пом.3Н.

Телефон/факс: +7(812) 370-60-70

Электронная почта: contract@macrogroup.ru

ИНН 7810895610 КПП 781001001 Р/с 40702810206000003697

БИК 044030920 К/с 30101810000000000920

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ФИЛИАЛ ПАО "ПРОМСВЯЗЬБАНК"

ОКПО 43468759 ОКВЭД 26.30, 27.90, 46.69.9, 47.78, 47.99, 72.1, 73.20.1

1 Описание модуля электронной камеры

1.1 Назначение изделия

Модуль электронной камеры DS-CIMX415-22 (далее - МЭК) является законченным модулем, в котором используется высокочувствительный 8,46-мегапиксельный цветной CMOS-сенсор Sony IMX415.

МЭК рекомендован для применения в следующих областях:

- Машинное зрение;
- Робототехника;
- 4К-умные камеры;
- Видеонаблюдение, видеорегистрация;
- Интеллектуальные системы помощи водителю;
- Управление дорожным движением.

1.2 Основные технические характеристики

Таблица 1. Основные технические характеристики:

Характеристика	Минимум	Номинал	Максимум	Единица измерения
Напряжение питания	2,9	3,3	5,3	В
Ток потребления	-	200	250	мА
Тактовая частота МЭК	-	37,125	-	МГц
Тактовая частота интерфейса I2C	0	-	400	кГц
Количество линий MIPI-CSI2	2		4	
Частота кадров в секунду (FPS)	-	-	90	
Количество пикселей		3864×2228		
Рекомендованное разрешение		3840×2160		
Диапазон усиления	-	-	72	дБ
Диагональ матрицы МЭК		6,4(1/2.8)		мм
Размер пикселя		1,45×1,45		мкм
Габаритные размеры (Ш×В×Г)	-	24,5×22×7	-	мм
Цвет печатной платы		синяя		
Вес МЭК	-	-	10	г

2 Общая информация по подключению и настройке МЭК

В настоящий момент поддерживаются платформы: СКИФ от НПЦ “ЭЛВИС” (MCom-03, [NanoS](#), [PicoS](#)), RK3588 (NanoR, FireFly ROC-RK3588S).

Для подключения МЭК к различным вычислительным платформам используется один 22-выводный разъём J1 (рис.1), установленный на плате модуля. Назначение контактов разъёма указано в таблице 2.

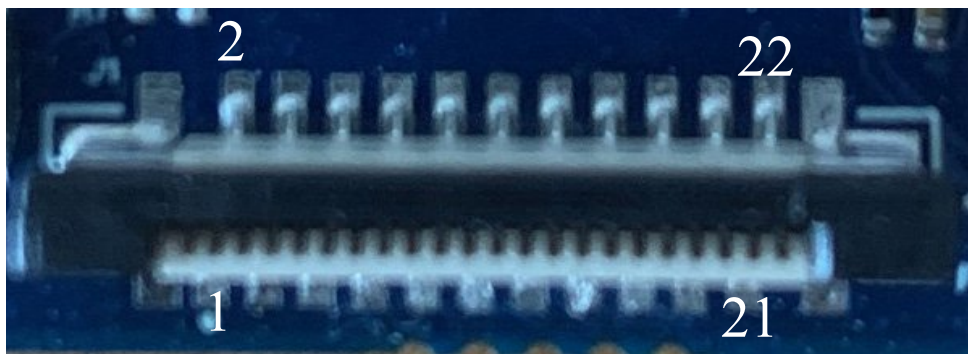


Рисунок 1 – Внешний вид разъёма J1 на плате МЭК

Таблица 2. Соответствие контактов разъёмов.

Сигнал	Номер контакта 22-проводного разъёма J1	Номер контакта 15-проводного разъёма соединительного шлейфа на рис.4
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 МЭК включается по команде компьютера, к которому он подключен, высоким логическим уровнем ($3V \leq PON \leq 5V$) 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 МЭК определяется содержимым внутренних регистров. Информация в эти регистры должна быть корректно внесена компьютером по шине I2C в зависимости от применения МЭК до запуска передачи видеoinформации. Адрес МЭК на шине I2C задаётся логическим уровнем на входах SLAMODE0 и SLAMODE1 МЭК, установленными резисторами R15, R16, R17 и R18 на плате модуля в соответствии с таблицей 3. Низкий логический уровень на входах SLAMODE0 и SLAMODE1 - 0 в таблице 3, высокий логический уровень - 1.

Режим синхронизации видеосигнала МЭК MASTER установлен при изготовлении и не может быть изменён.

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 МЭК. **Внимание! При изготовлении МЭК эти резисторы не устанавливаются.**

Таблица 3. Настройка адреса МЭК на шине I2C.

Адрес сенсора на шине I2C	Уровень на входе SLAMODE0	Уровень на входе SLAMODE1	Резистор R15	Резистор R16	Резистор R17	Резистор R18	Примечание
0x34	0	0	-	4.7кОм	-	4.7кОм	Установлен при изготовлении
0x20	0	1	-	4.7кОм	4.7кОм	-	
0x6C	1	0	4.7кОм	-	-	4.7кОм	
0x6E	1	1	4.7кОм	-	4.7кОм	-	

Расположение всех настроечных резисторов показано на рисунке 2.

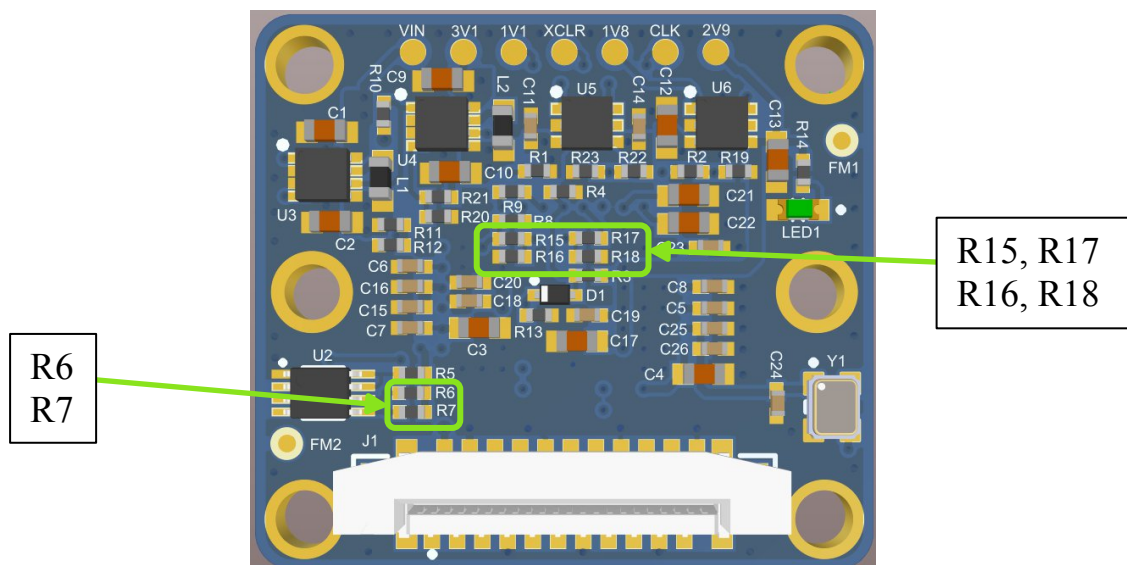


Рисунок 2 – Расположение настроечных резисторов

3 Габаритные размеры МЭК

Габаритные размеры МЭК указаны на рисунке 3.

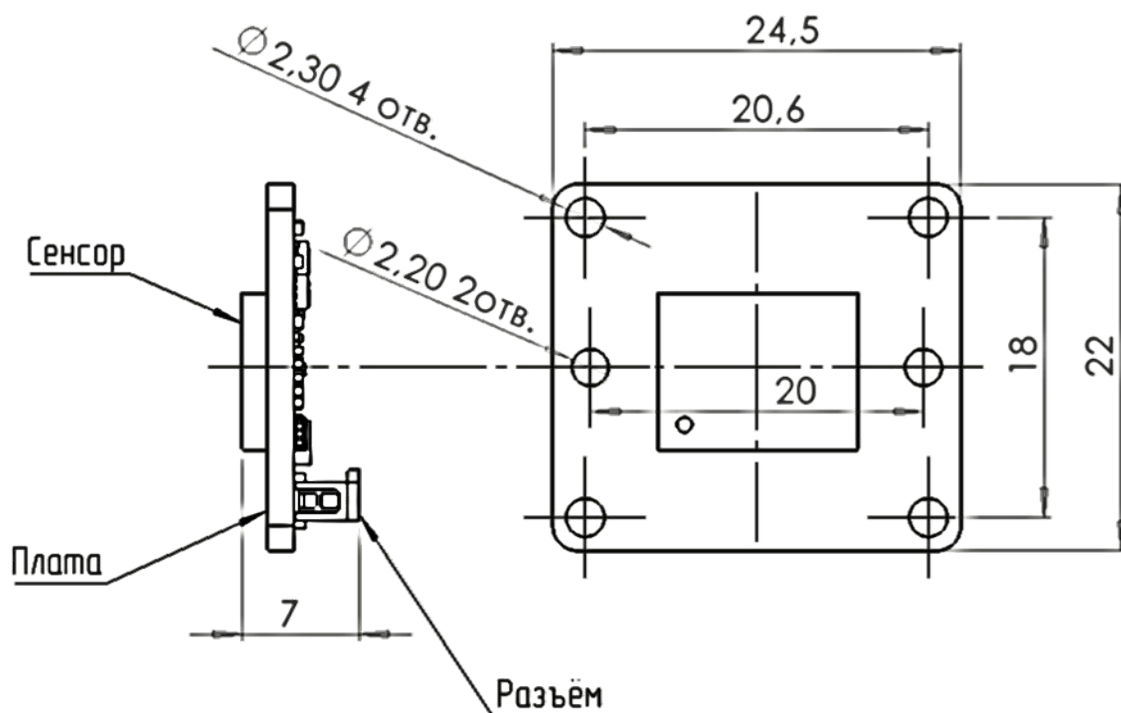


Рисунок 3 – Габариты МЭК

4 Подключение МЭК к платформе СКИФ

4.1 Физическое подключение к платформе СКИФ

К модулю MCom-03 на несущей плате Rock Pi N10 МЭК подключается к 15-контактному разъёму CAM. Для подключения используется стандартный «прямой» шлейф-переходник тип А 22pin-to-15pin (рис.4), контакты которого размещены на одной плоскости шлейфа. При использовании указанного шлейфа используется режим передачи видеоданных по двум линиям (2-Lane).



Рисунок 4 – Физическое подключение МЭК к модулю MCom-03

К модулям PicoS, NanoS МЭК подключается стандартным «прямым» шлейфом-переходником тип А 22pin-to-22pin, с шагом 0,5 мм (рис.5, рис.6), контакты которого размещены на одной плоскости шлейфа. Подключать МЭК следует в разъём CSI0 (XS7) на модуле PicoS, в разъём MIPI_CSI0 (XS9) на модуле NanoS. При использовании указанного шлейфа используется режим передачи видеоданных по двум либо четырём линиям (2-Lane или 4-Lane) в зависимости от выбранного режима работы МЭК.

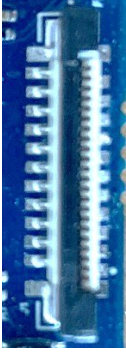
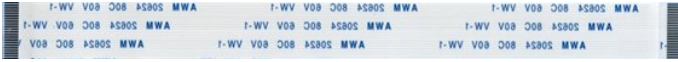

Разъём J1 МЭК	Шлейф 22pin-to-22pin тип А, шаг 0,5 мм	Разъём CSI0 на модуле PicoS
		

Рисунок 5 – Физическое подключение МЭК к модулю PicoS

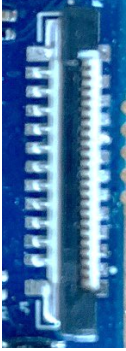
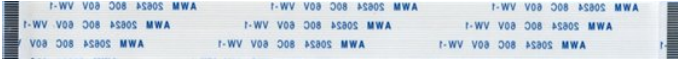

Разъём J1 МЭК	Шлейф 22pin-to-15pin тип А, шаг 0,5 мм	Разъём MIPI_CSI0 на модуле NanoS
		

Рисунок 6 – Физическое подключение МЭК к модулю NanoS

4.2 Программное подключение к платформе СКИФ

Проверка подключения и доступности МЭК осуществляется командой:

```
felix-sensor-test
```

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

```
X: IMX415 (v0x4a00 imager 0)
```

...

*mode 5: 3864x 2192 @60.00 12bit (total 3864x2192 mipi_lane=4)
exposure=(28..1000000) flipping=horizontal|vertical pixel rate 74.2500 Mpx/s, bit
rate 222.7500 Mbits/s (per mipi lane)*

...

В случае, если МЭК не определен системой, то для него ответ на команду `felix-sensor_test` будет следующим:

X: IMX415 - no modes display available

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

```
gst-launch-1.0 felixsrc setup-file=/etc/felix/imx415/imx415.cfg sensor=IMX415
sensor-mode=0 exposure-auto=true exposure-auto-max-time=30000 exposure-
auto-min-time=16 exposure-auto-priority=1 awb-enable=true awb-algorithm=pid
awb-mode=high-lum ! video/x-raw,format=BGR,width=1920,height=1080 !
queue ! fpsdisplaysink video-sink="kmssink driver-name=mali-dp max-lateness=-
1 force-modesetting=true" -v 2>&1
```

Чтобы прервать видеотрансляцию нажмите комбинацию клавиш “Ctrl” + “C”. После остановки команды в терминале выведется FPS видеотрансляции (количество потерянных кадров, моментальное и среднее значения).

Для вывода свойств элемента `felixsrc` воспользуйтесь описанной ниже командой. У данных свойств будет описан тип значения, значение, установленное по умолчанию и диапазон возможных принимаемых значений:

```
gst-inspect-1.0 felixsrc
```

Параметр `sensor-mode` должен соответствовать разрешению устройства видеовывода. Для вывода доступных режимов устройства видеовывода можно воспользоваться командой:

```
modetest -M mali-dp -c
```

Для принудительного масштабирования захватываемого видео под устройство видеовывода можно задать разрешение видеопотока для вывода, например:

video/x-raw,format=BGRx,width=1920,height=1080

Режимы работы МЭК с порядковым номером 0, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12 гарантируют 30FPS при выводе изображения на экран с разрешением Full HD. Порядковый номер режима определяется командой *felix-sensor-test*.

Таблица 4. Характеристики поддерживаемых режимов МЭК

№	Разрешение	Разрядность	Частота (fps)	Количество линий MIPI-CSI	Скорость Mbps/lane	Описание
0	3864x2192	12 бит	30	4	891	Полное изображение с МЭК, референсный клок 27 МГц
4	3864x2192	12 бит	30	4	891	Полное изображение с МЭК, референсный клок 37,125 МГц
5	3864x2192	12 бит	60	4	1782	Полное изображение с МЭК, референсный клок 37,125 МГц
7	3864x2192	12 бит	48	4	1782	Полное изображение с МЭК, референсный клок 37,125 МГц
8	3072x2162	12 бит	60	4	1782	Обрезанное изображение с МЭК, референсный клок 37,125 МГц
9	3072x2162	12 бит	30	4	891	Обрезанное изображение с МЭК, референсный клок 37,125 МГц
11	1932x1096	12 бит	30	4	891	Изображение с МЭК, 2x2 binning, референсный клок 37.125 МГц
12	3864x2192	12 бит	60	4	1782	Полное изображение с МЭК, референсный клок 74,25 МГц

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

```
gst-rtsp-test-launch "felixsrc setup-file=/etc/felix/imx415/imx415.cfg  
sensor=IMX415 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.

5 Подключение МЭК к платформе RockChip RK3588

5.1 Физическое подключение к модулю ROC-RK3588S-PC FireFly

К модулю ROC-RK3588S-PC МЭК подключается стандартным «обратным» 22-контактным FPC-шлейфом (тип B), контакты которого размещены на разных плоскостях шлейфа, через специальный адаптер DS-ADP1 (MPЦН.ADP.50.001) и далее стандартным «прямым» 30-контактным FPC-шлейфом (тип A), контакты которого размещены на одной плоскости шлейфа, к разъёму J4701 (MIPI_CSIO) платы FireFly (рис.7). 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.

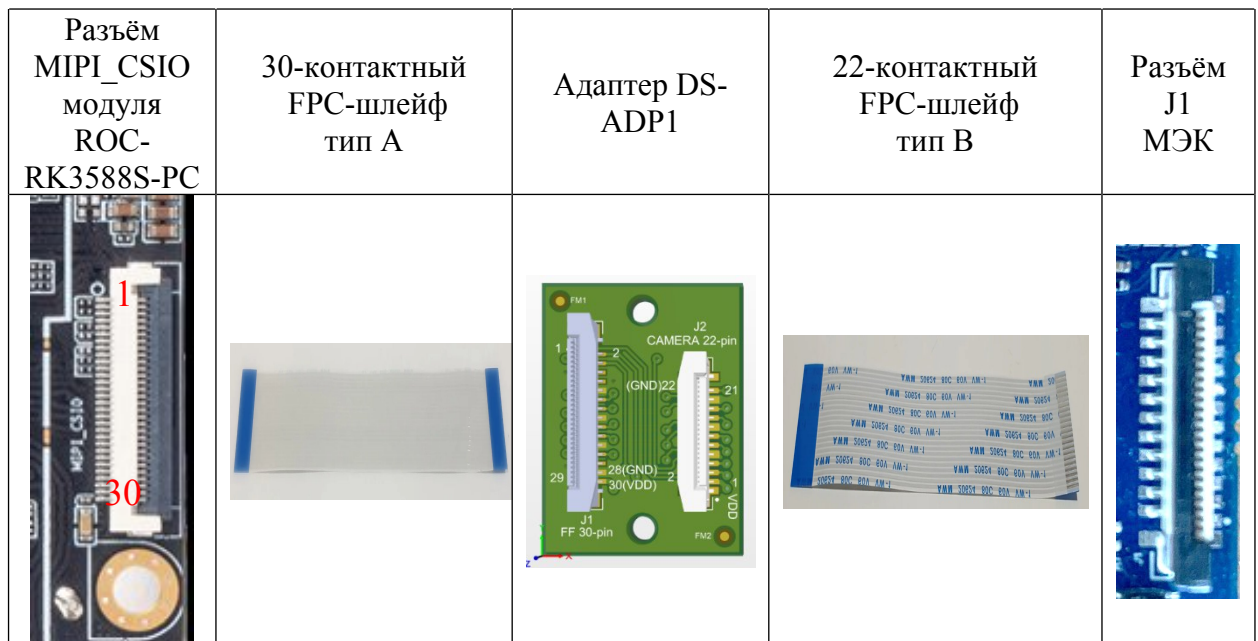


Рисунок 7 – Физическое подключение МЭК к модулю ROC-RK3588S-PC

5.2 Программное подключение к модулю ROC-RK3588S-PC FireFly

Дальнейшие действия приведены в случае, если пользователь работает с SDK от производителя FireFly. Инструкция по работе с SDK и его скачиванию находится на сайте производителя FireFly - https://wiki.t-firefly.com/en/ROC-RK3588S-PC/linux_compile.html

5.2.1 Добавление и редактирование драйверов МЭК

В случае необходимости драйвера и дерева устройств скачайте на странице продукта - [Модуль камеры на IMX 415](#).

Драйвера требуется разместить в SDK производителя FireFly для получения образа ОС с поддержкой МЭК. Драйвера находятся в директории `kernel/drivers/media/i2c`. Файлы дерева устройств в `kernel/arch/arm64/boot/dts/rockchip`. Также, чтобы добавить драйвера для МЭК в образ ОС требуется добавить строку `kernel/drivers/media/i2c/imx415.ko` в `modules.builtin` в директории `kernel/`. Для добавления МЭК в образ ядра можно воспользоваться `menuconfig` или добавить строку `CONFIG_VIDEO_IMX415=y` в `rockchip_defconfig` в директории `kernel/arch/arm64/configs`. Файл `v4l2-control.h` требуется добавить в директорию `kernel/include/uapi/linux`. Или добавьте требуемые ID для новых переменных самостоятельно.

При использовании дерева устройств и добавлении драйвера для МЭК можно обратиться к руководству производителя FireFly - https://wiki.t-firefly.com/en/ROC-RK3588S-PC/usage_camera.html.

После первоначальной компиляции образа ОС по инструкции производителя FireFly требуется скопировать с заменой драйвера и `dtst` файл и выполнить команды:

```
./build.sh kernel
```

```
./build.sh updateimg
```

Удостоверьтесь, что драйвера для МЭК были скомпилированы и добавлены в ядро. Если этого не произошло – требуется редактировать конфигурацию сборки. Добавление драйверов в ядро было описано выше. В результате выполнения команд в директории `rockdev/pack` должен находиться образ с поддержкой МЭК.

В случае использования собственных драйверов или дерева устройств требуется обращаться к руководству производителя FireFly.

5.2.2 Вывод изображения с МЭК

Для вывода изображения с МЭК можно использовать стандартные инструменты V4L и gstreamer. Пример команды для вывода изображения:

```
gst-launch-1.0 v4l2src device=/dev/video11 io-mode=4 ! queue ! video/x-raw,format=NV12,width=3840,height=2160,framerate=60/1 ! glimagesink
```

Для изменения настроек вручную можно использовать следующую команду:

```
v4l2-ctl -d /dev/v4l-subdev2 --set-ctrl *ctrl name*=value*
```

Вместо **ctrl name** и **val** указываются конкретные переменные и значения. Возможные варианты можно вывести командой:

```
v4l2-ctl -d /dev/v4l-subdev2 --list-ctrls
```

5.2.3 Использование ISP

Для обработки изображения требуется скачать конфигурационный файл с форматом JSON для используемого МЭК и разместить его в директории /etc/iqfiles платформы. Имя файла должно быть следующим «imx415_IMX415_NC.json». Далее возможны два варианта включения обработки.

- 1) Выполните команды:

```
cd /etc/init.d  
sudo sh rkaiq_3A.sh start
```

- 2) Выполните команды:

```
cd /usr/bin  
sudo ./rkaiq_3A_server
```

Для выключения требуется выполнить следующие команды:

```
cd /etc/init.d
```

```
sudo sh rkaiq_3A.sh stop
```

5.3 Физическое подключение к модулю NanoR

К модулю NanoR МЭЖ подключается в один из стандартных разъёмов CSI-2 Port 1 (XS12) и CSI-2 Port 2 (XS13). Для подключения используется 22-контактный FPC-шлейф (Тип А) с шагом 0,5 мм.

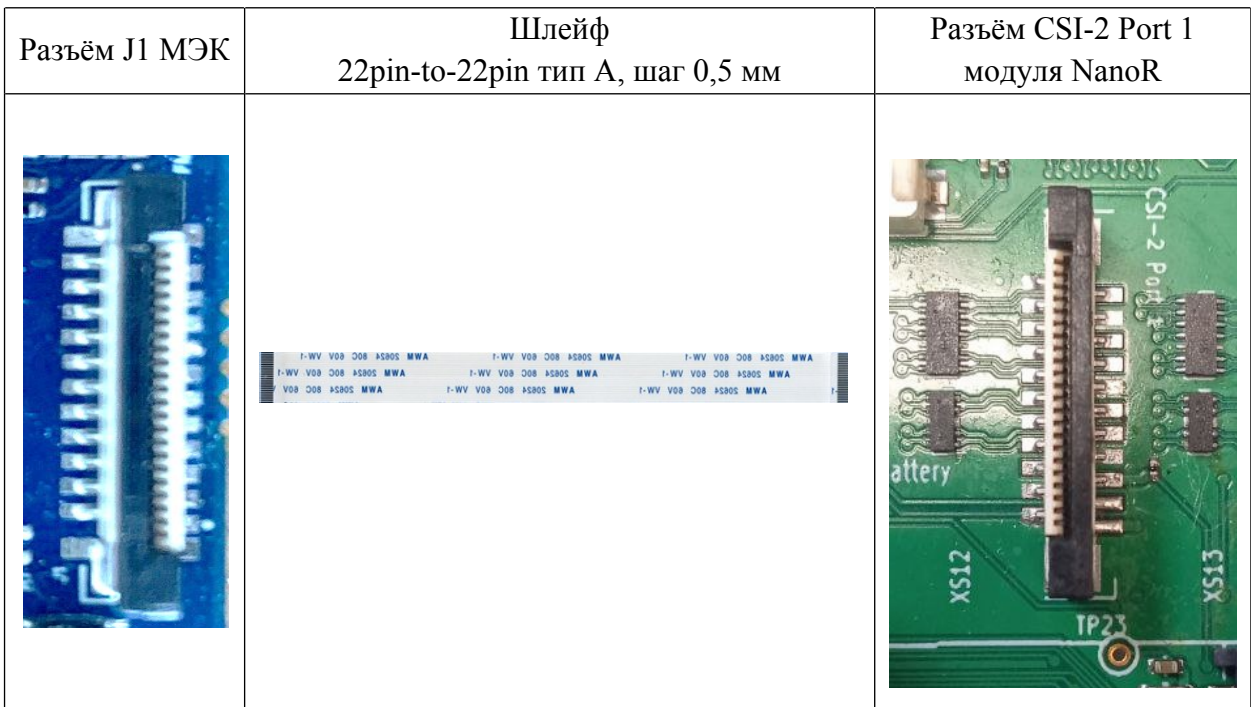


Рисунок 8 – Физическое подключение МЭЖ к модулю NanoR

5.4 Программное подключение к модулю NanoR

Поддержка МЭЖ включена в ядро для модуля NanoR. Для проверки успешной инициализации МЭЖ можно воспользоваться следующей командой:

```
dmesg | grep imx415
```

В случае успешной инициализации МЭЖ в консоли должны отображаться соответствующие сообщения. Пример:

```
[ 7.494471] imx415 12-001a-2: set the video v4l2 subdev api
[ 7.494495] imx415 12-001a-2: set the media controller
[ 7.494588] imx415 12-001a-2: v4l2 async register subdev success
[ 7.494846] imx415 13-001a-2: driver version: 00.01.06
```

```
[ 7.544175] rockchip-csi2-dphy csi2-dphy0: dphy0 matches m00_b_imx415 12-001a-2:bus type 5
```

Для вызова видео можно использовать `gststreamer`. При подключении МЭК к разъёму XS12 модулю соответствует устройство `video22`, XS13 – `video31`. Информацию об устройствах можно вывести командой `media-ctl -p -d /dev/mediaX`, где X – номер устройства. Для вывода используется `selfpath` или `mainpath`. Пример паттерна для вызова видео:

```
gst-launch-1.0 v4l2src device=/dev/video22 io-mode=4 ! queue ! video/x-raw,format=NV12,width=1080,height=720,framerate=30/1 ! videoconvert ! autovideosink
```

Паттерн для вывода информации о принимаемом видео:

```
gst-launch-1.0 v4l2src device=/dev/video22 io-mode=4 ! queue ! video/x-raw,format=NV12,width=1080,height=720,framerate=30/1 ! videoconvert ! fpsdisplaysink video-sink=autovideosink text-overlay=true -v
```

Данный конвейер будет показывать количество выводимых на дисплей кадров. Для просмотра характеристик принимаемого потока требуется использовать V4L:

```
v4l2-ctl -d /dev/video22 --stream-mmap=4 --verbose
```

В случае использования V4L будет отображено количество кадров принимаемое аппаратно. В случае необходимости прочие характеристики могут быть отображены с помощью `v4l2-ctl` и `media-ctl`. Для справки обращаться к помощи по командам (`v4l2-ctl -h` и `media-ctl -h`).

Для записи видеопотока с МЭК использовать следующий конвейер:

```
gst-launch-1.0 v4l2src device=/dev/video22 io-mode=4 ! queue ! video/x-raw,format=NV12,width=3840,height=2160,framerate=30/1 ! videoconvert ! filesink location=out.yuv
```

Для воспроизведения видео можно использовать `ffplay`:

```
ffplay -f rawvideo -video_size 3840x2160 -pix_fmt nv12 out.yuv
```

Для калибровки `isp` вызвать следующие команды:

```
cd /usr/bin  
sudo ./rkaiq_3A_server
```

Окно терминала с запущенным приложением будет занято. Достаточно запустить калибровку единожды, при перезагрузке устройства настройки ISP сохраняются. Калибровку необходимо осуществлять заново при подключении новых МЭК. Для выполнения калибровки необходим соответствующий файл в директории `/etc/iqfiles/` в формате JSON.

Версии основных библиотек:

1.20.3-0ubuntu1 arm64: *gir1.2-gstreamer-1.0, gir1.2-gstreamer-1.0, gstreamer1.0-libav, gstreamer1.0-plugins-bad, gstreamer1.0-plugins-good, gstreamer1.0-pulseaudio, gstreamer1.0-tools, libgstreamer-opencv1.0-0, libgstreamer-plugins-bad1.0-0, libgstreamer-plugins-good1.0-0, libgstreamer1.0-0*

1.20.1-1ubuntu0.1 arm64: *gstreamer1.0-alsa, gstreamer1.0-gl, gstreamer1.0-plugins-base-apps, gstreamer1.0-plugins-base, gstreamer1.0-x, libgstreamer-glib1.0-0, libgstreamer-plugins-base1.0-0*

1.5.0-4ubuntu2.2firefly6 arm64: *gstreamer1.0-rockchip1, librockchip-mpp-dev, librockchip-mpp1, librockchip-vpu0, rockchip-mpp-demos*

5.0x3.0 arm64: *camera-engine-rkaiq*

6 Подключение МЭК к платформе RockChip RK3568

6.1 Физическое подключение к модулю DS-RK3568-EVB rev.1

Физическое подключение МЭК к модулю DS-RK3568-EVB rev.1 от бренда DiaSom осуществляется в соответствии с рисунком 9.

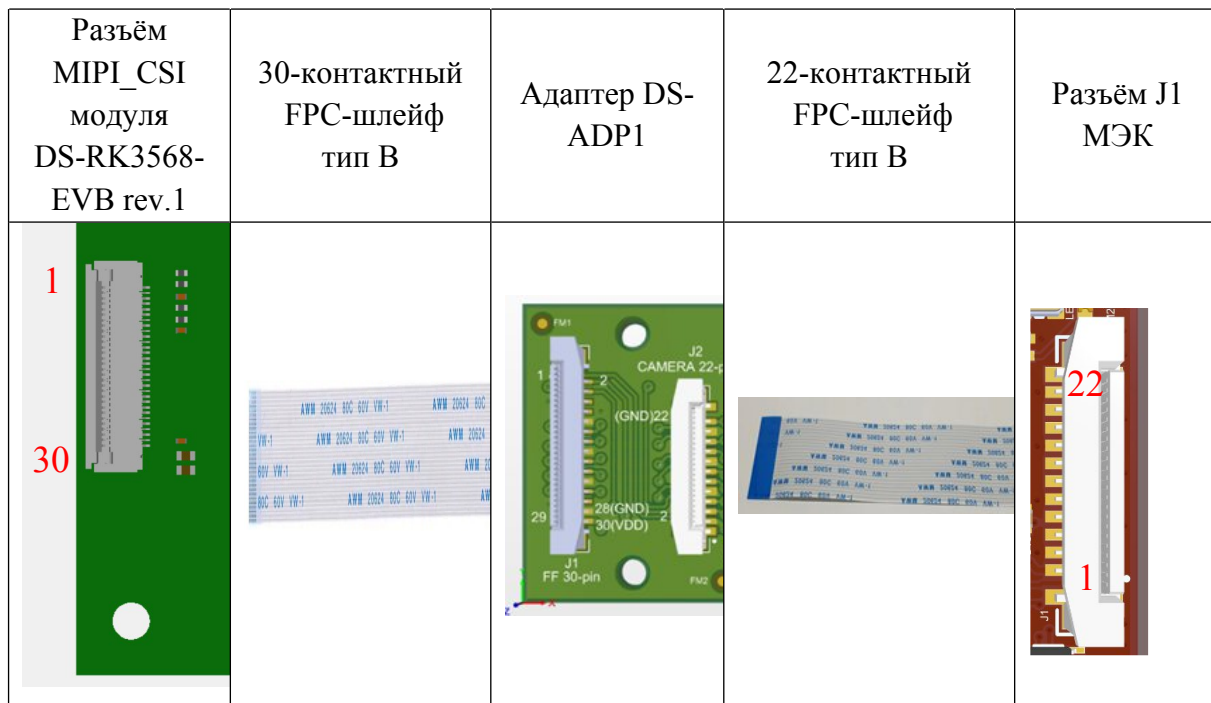


Рисунок 9 – Подключение МЭК к модулю DS-RK3568-EVB rev.1

7 Меры предосторожности

Внимание! Подключение МЭК к разъёмам, предназначенным для других целей, или с помощью других шлейфов, не гарантирует его работоспособность и может привести к выходу из строя! При неправильном подключении шлейфов, может быть, короткое замыкание между крайними контактами питания 1 и 22 разъёма J1 МЭК. Рекомендуется проверить отсутствие замыкания между ними до подачи питания при всех подключенных шлейфах!