



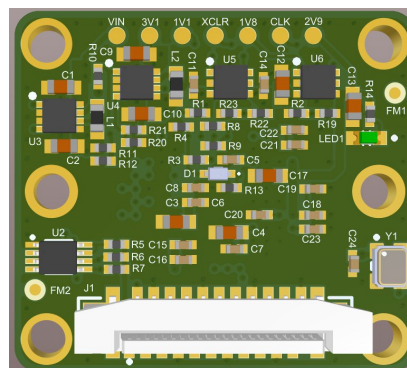
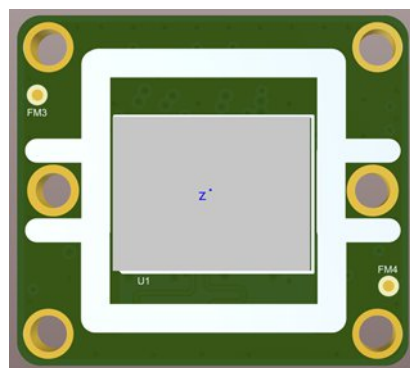
МАКРО EMC
Группа компаний Макро Групп

Модуль электронной камеры

DS-CIMX327-22

Руководство по эксплуатации

МРЦН.CIMX.50.102РЭ



- ✔ Высококочувствительный CMOS-сенсор Sony IMX327
- ✔ Интерфейс передачи видеоданных MIPI CSI-2
- ✔ Разъём FPC/FFC, 22 вывода шаг 0,5мм (Raspberry Pi Zero)
- ✔ Функция переключения режимов усиления
- ✔ 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	8
4	Подключение МЭК к платформе СКИФ	9
4.1	Физическое подключение к платформе СКИФ	9
4.2	Программное подключение к платформе СКИФ	10
5	Подключение МЭК к платформе RockChip RK3588	13
5.1	Физическое подключение к модулю ROC-RK3588S-PC FireFly	13
5.2	Программное подключение к модулю ROC-RK3588S-PC FireFly	13
5.3	Физическое подключение к модулю NanoR	16
5.4	Программное подключение к модулю NanoR	16
6	Подключение МЭК к платформе RockChip RK3568	19
6.1	Физическое подключение к модулю DS-RK3568-EVB rev.1	19
6.2	Программное подключение к модулю DS-RK3568-EVB rev.1	19
7	Меры предосторожности	21

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-CIMX327-22.

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-CIMX327-22 (далее - МЭК) является законченным модулем, в котором используется высокочувствительный 2-мегапиксельный цветной CMOS-сенсор Sony IMX327.

МЭК рекомендован для применения в следующих областях:

- Машинное зрение;
- Робототехника;
- Full HD 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	-	110	150	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)	-	-	60	
Количество пикселей		1945×1109		
Рекомендованное разрешение		1920×1080		
Диапазон усиления	-	-	69	дБ
Диагональ матрицы МЭК		6,46(1/2.8)		мм
Размер пикселя		2,9×2,9		мкм
Габаритные размеры (Ш×В×Г)	-	24,5×22×7	-	мм
Цвет печатной платы		зелёная		
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). Тестируется с платформами RK3568 (DS-RK3568) от бренда DiaSom.

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.

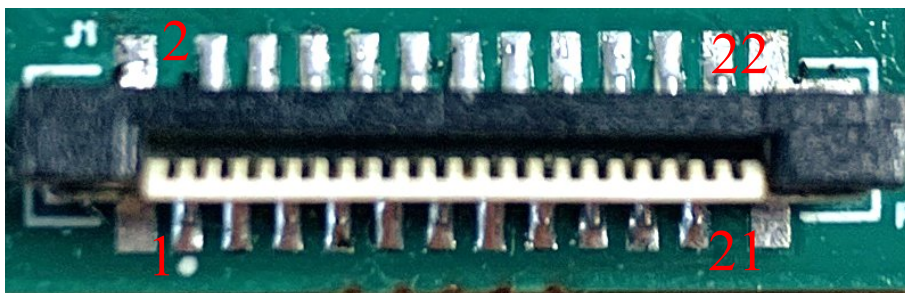


Рисунок 1 – Внешний вид разъёма J1 на МЭК

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 – 0x34 (0x1A) и он не может быть изменен.

Режим синхронизации видеосигнала МЭК установлен при изготовлении на MASTER и он не может быть изменен.

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. Расположение резисторов показано на рисунке 2. **Внимание! При изготовлении МЭК эти резисторы не устанавливаются.**

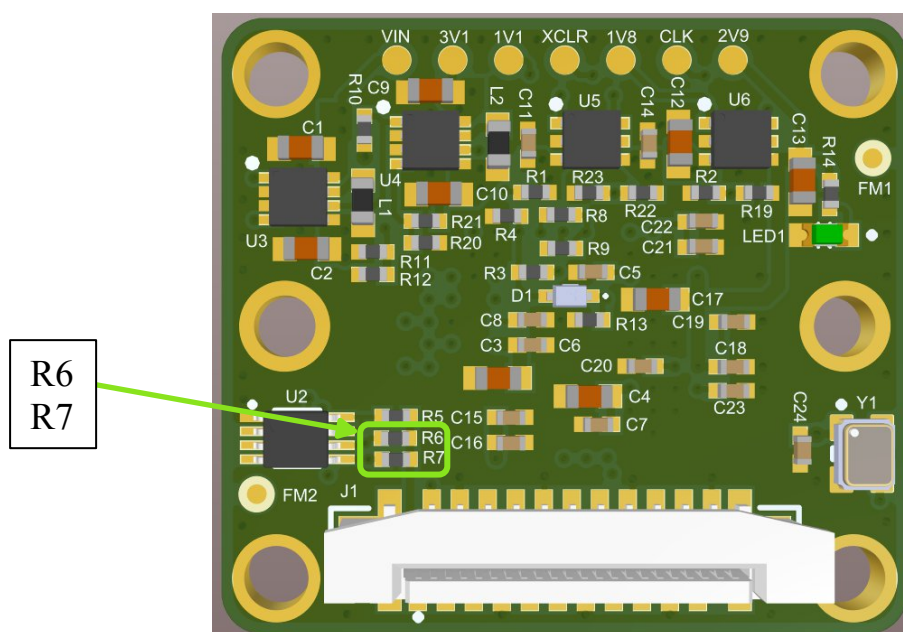


Рисунок 2 – Расположение резисторов

3 Габаритные размеры МЭК

Габаритные размеры МЭК указаны на рисунке 3.

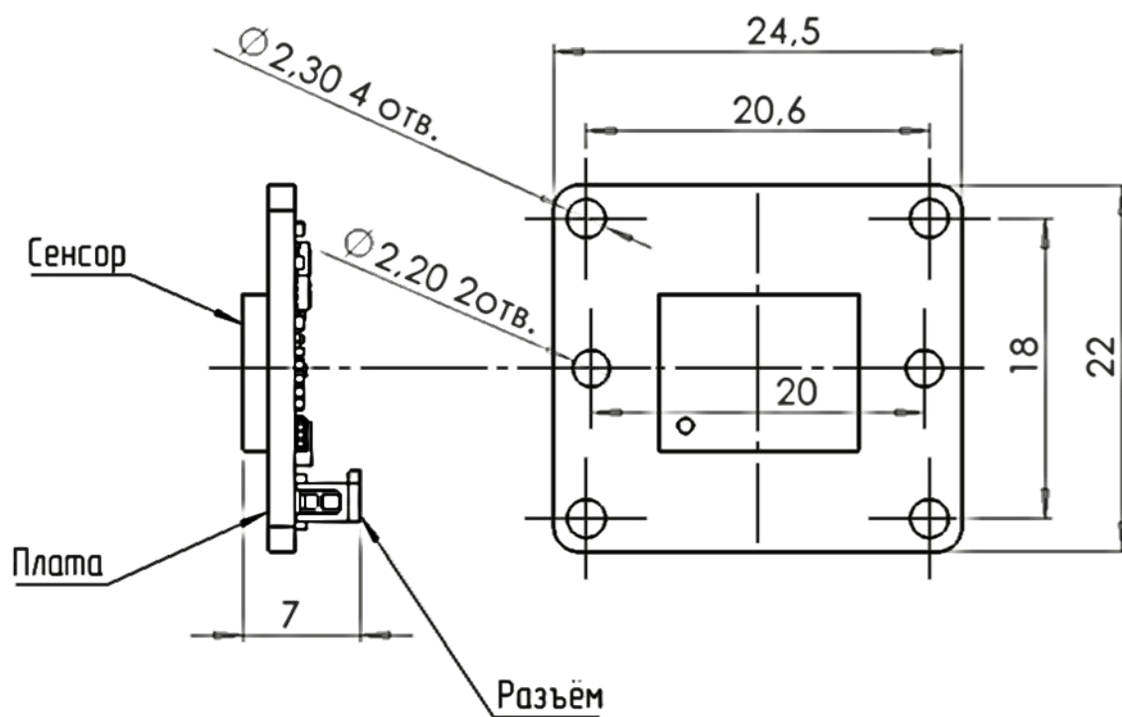


Рисунок 3 – Габариты МЭК

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.

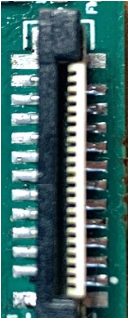
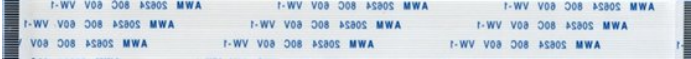

Разъём J1 МЭК	Шлейф 22pin-to-22pin тип А, шаг 0,5 мм	Разъём CSI0 на модуле PicoS
		

Рисунок 5 – Физическое подключение МЭК к модулю PicoS

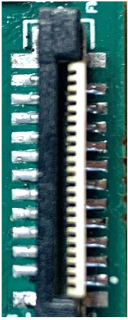
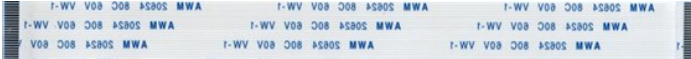

Разъём J1 МЭК	Шлейф 22pin-to-22pin тип А, шаг 0,5 мм	Разъём MIPI_CSI0 на модуле NanoS
		

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: IMX327 (v0xb201 imager 0)
```

...

```
mode 0: 1920x 1080 @30.00 12bit (total 4400x1125 mipi_lane=2)
exposure=(29..1000000) flipping=horizontal|vertical pixel rate 74.2500 Mpx/s, bit
rate 445.5000 Mbits/s (per mipi lane)
```

...

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

X: IMX327 - 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/imx327/imx327.cfg sensor=IMX327
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 сенсора с порядковым номером 0, 1 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	1920x1080	10 бит	30	2	445,5	Полное изображение с МЭК, референсный клок 37,125 МГц
1	1920x1080	10 бит	60	4	445,5	Полное изображение с МЭК, референсный клок 37,125 МГц

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

```
gst-rtsp-test-launch "felixsrc setup-file=/etc/felix/imx327/imx327.cfg
sensor=IMX327 sensor-mode=0 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 В), 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 А), 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 МЭК и драйвера операционной системы модуля ROC-RK3588S-PC.



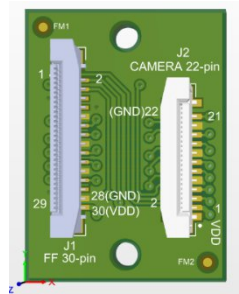
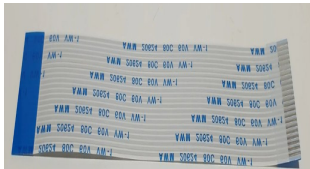
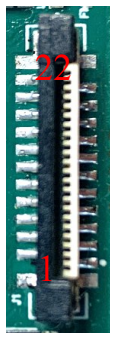
Разъём MIPI_CSIO модуля ROC-RK3588S-PC	30-контактный FPC-шлейф тип А	Адаптер DS-ADP1	22-контактный FPC-шлейф тип В	Разъём J1 МЭК
				

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

В случае необходимости драйвера и дерево устройств можно скачать на странице продукта - [Модуль камеры на IMX327](#).

Драйвера требуется разместить в SDK от производителя FireFly для получения образа ОС с поддержкой МЭЖ. Драйвера находятся в директории `kernel/drivers/media/i2c`. Файлы дерева устройств в `kernel/arch/arm64/boot/dts/rockchip`. Также, чтобы добавить драйвера для МЭЖ в образ ОС требуется добавить строку `kernel/drivers/media/i2c/imx327.ko` в `modules.builtin` в директории `kernel/`. Для добавления МЭЖ в образ ядра можно воспользоваться `menuconfig` или добавить строку `CONFIG_VIDEO_IMX327=y` в `rockchip_defconfig` в директории `kernel/arch/arm64/configs`. Файл `v4l2-control.h` требуется добавить в директорию `kernel/include/uapi/linux`. Или добавить требуемые ID для новых переменных самостоятельно.

При использовании дерева устройств и добавлении драйвера для МЭЖ 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 dtsi файл и выполнить команды:

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

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

Удостоверьтесь, что драйвера для МЭЖ 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 МЭЖ.

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=1920,height=1080,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 «imx327_IMX327_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 МЭК 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.

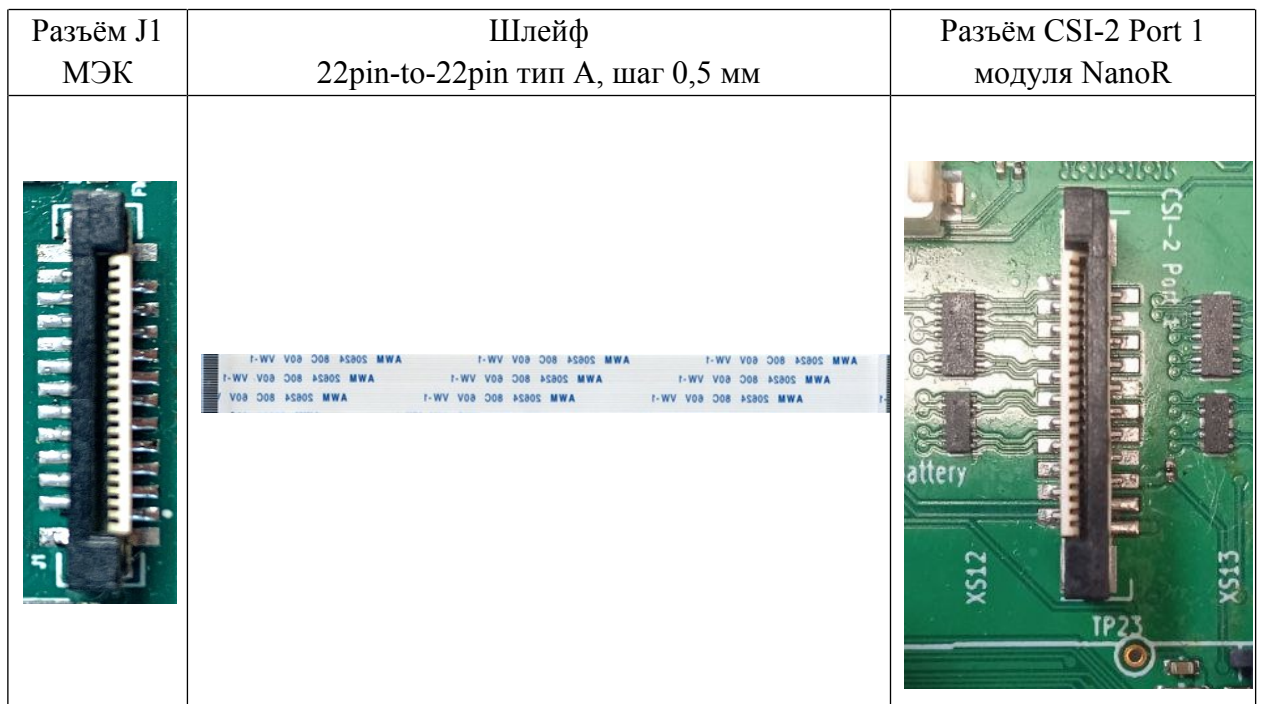


Рисунок 8 – Физическое подключение МЭК к модулю NanoR

5.4 Программное подключение к модулю NanoR

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

```
dmesg | grep imx327
```

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

```
[ 7.494471] imx327 12-001a-2: set the video v4l2 subdev api
```

```
[ 7.494495] imx327 12-001a-2: set the media controller
```



```
[ 7.494588] imx327 12-001a-2: v4l2 async register subdev success
[ 7.494846] imx327 13-001a-2: driver version: 00.01.06
[ 7.544175] rockchip-csi2-dphy csi2-dphy0: dphy0 matches m00_b_imx327 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=60/1 ! 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=60/1 ! 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=1920,height=1080,framerate=60/1 ! videoconvert ! filesink location=out.yuv
```

Для воспроизведения видео можно использовать `ffplay`:

```
ffplay -f rawvideo -video_size 1920x1080 -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.

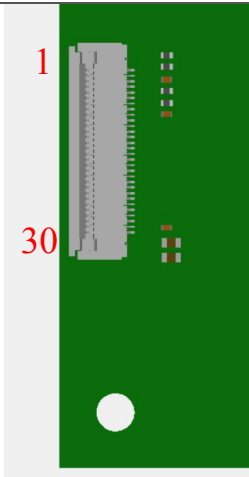

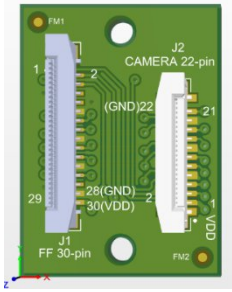
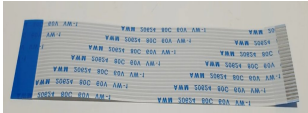
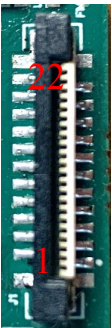
Разъём MIPI_CSI модуля DS-RK3568-EVB rev.1	30-контактный FPC-шлейф тип В	Адаптер DS- ADP1	22-контактный FPC-шлейф тип В	Разъём J1 МЭК
				

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

6.2 Программное подключение к модулю DS-RK3568-EVB rev.1

В случае корректного определения МЭК платформой при выполнении команды:

```
dmesg | grep imx327
```

Должен быть вывод об успешном определении МЭК. Пример вывода:
rockchip-csi2-dphy csi2-dphy0: dphy0 matches imx327 4-001a: bus type 35048384

Кроме этого, при вызове команды:

```
media-ctl -p -d /dev/media0
```

В дереве устройств должен отображаться *v4l-subdev*, соответствующий МЭК. Для работы с МЭК и вывода изображения можно использовать стандартные

инструменты V4L и фреймворк gstreamer. Для просмотра параметров МЭК можно воспользоваться следующей командой:

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

Вместо X в тексте команды должен находиться номер устройства, его можно узнать, используя команды, указанные ранее. Обычно номер устройства - 2. В результате выполнения команды должны быть выведены все настройки МЭК, используемые его драйвером, и соответствующая информация (диапазон значений параметра, флаги, etc.).

Для работы с ISP потребуется конфигурационный файл с форматом JSON. Конфигурационный файл можно скачать на странице продукта - [Модуль камеры на IMX327](#).

Конфигурационный файл требуется разместить в директории /etc/iqfiles. Для включения обработки ISP следует выполнить следующие команды:

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

В результате запустится процесс rkaiq_3A и в окно терминала будет выводиться информация о работе ISP. Обратите внимание, что в таком случае потребуется открыть второе окно терминала, т.к. предыдущее будет использовано rkaiq_3A.

Для вывода изображения можно использовать следующую команду:

```
gst-launch-1.0 v4l2src device=/dev/video0 io-mode=4 ! queue ! video/x-raw,format=NV12,width=1920,height=1080,framerate=30/1 ! glimagesink
```

В результате на экране должно появиться изображение с МЭК. Также можно использовать стандартные команды для gstreamer для конвертации видеопотока, записи и передачи данных.

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!