



«mPCIe-429UD84»

Модуль интерфейса ARINC-429 (ГОСТ 18977-79)

8 последовательных каналов приёма

4 последовательных каналов передачи

2 дискретных канала приёма

2 дискретных канала передачи

Техническое описание (v1.07)

02.11.2022

ООО «НОВОМАР»

Содержание

1	Обзор устройства.....	3
1.1	Особенности	3
1.2	Информация для заказа.	5
1.3	Требования к системе	5
1.4	Габариты модуля.....	6
1.5	Архитектура устройства.....	7
1.6	Характеристики.....	9
1.7	Условия эксплуатации.....	10
2	Установка модуля в систему	11
2.1	Аппаратное конфигурирование.....	11
2.2	Настройки BIOS	11
2.3	Установка драйвера	12
3	Детальное описание разъемов и способы подключения.....	13
3.1	Разъем miniPCI-Express x1	14
3.2	Разъем SM30B для «mPCIe-429UD84»	17
4	Программное обеспечение.	19
4.1	Драйвер	19
4.2	Тестовые примеры	20
	Список исправлений и изменений.....	21

1 Обзор устройства

"mPCIe-429UD84 – модуль подключения ПК к последовательному интерфейсу ARINC 429 (последовательный код- ПК по ГОСТ 18977-79 и РТМ1495-75) и дискретным каналам (Разовые Команды - РК) по ГОСТ 18977-79. Модуль выполнен в конструктивном исполнении Mini PCI Express.

Удовлетворяет требованиям стандартов:

- PCI Express Mini Card Electromechanical Specification v1.2;
- PCI Express Base Specification v1.1.

Конфигурация интерфейса PCI Express: Gen1 x1(совместимо с Gen2, Gen3).

Программное обеспечение:

- Драйверы, библиотеки, примеры с исходным кодом, тестовые программы;
- ОС платформа **x86**: QNX6.5, Linux (Astra Linux), Windows 7/10;
- ОС платформа **Эльбрус**: Astra Linux «Ленинград»;
- ОС платформа **ARM** (Zynq Xilinx): PetaLinux;

Каналы подключения модуля:

- 8 последовательных входных;
- 4 последовательных выходных;
- 2 дискретных входных;
- 2 дискретных выходных.

1.1 Особенности

Минимальная нагрузка на центральный процессор системы:

- Встроенный коммутатор (мультиплексор) каналов приёма и передачи ARINC429;
- Передача данных в память ПК в режиме DMA с набором таймеров и счётчиков данных;
- FIFO на 256 слов данных для каждого канала передатчика.

Количество каналов **ARINC 429**:

- 8 независимых входных,
- 4 независимых выходных;
- Защита входных каналов обеспечивает соответствие требованиям RTCA/DO-160G;
- Частота принимаемых данных: (12..14,5) КГц, 48 КГц +/-25%, 100 КГц +/-1%;
- Эквивалентная нагрузка входного канала: R_{DIFF} не менее 280КОм, C_{in} не более 10пФ;
- Частота выдаваемых данных: 12,5 КГц +/-1%, 50 КГц +/-1%, 100 КГц +/-1%;
- Нагрузка выходного канала: R_{nDIFF} не менее 400 Ом для Data Rate = 100 Kbps;
- Автоматическая установка фронтов сигнала 10мкс для скоростей 12...14,5кГц.

Количество каналов **РК** типа "ключ на корпус":

- 2 входных;
- 2 выходных.

Параметры выходных РК (DOUT):

- отсутствие сигнала U_n меньше 35В (закрытое состояние);
- (выходной каскад - ОК) наличие сигнала U_{out} меньше 0,7В при I_n меньше 20мА (открытое состояние);

Параметры входных РК (DIN):

- отсутствие сигнала $2,4\text{В} < U_{\text{вх}} < 35\text{В}$ или обрыв;
- наличие сигнала $(0,22 \pm 0,22)\text{В}$;

Время фильтрации фронта разовой команды не более 6 мкс;

1.2 Информация для заказа.

mPCIe-	429	UD	84	-50	L	P
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>

1. Форм фактор модуля и интерфейс подключения к ПК:
 - **mPCIe** – PCI Express Mini Card;
2. Тип линии и протокол обмена:
 - **429** – интерфейс последовательный ARINC 429 (последовательный код- ПК по ГОСТ 18977-79 и РТМ1495-75) и дискретным каналам (Разовые Команды - РК) по ГОСТ 18977-79.
3. Функциональное назначение:
 - **UD** – Универсальное устройство;
4. Число каналов:
 - **84** – 8 приёмников, 4 передатчика;
5. Температурный диапазон:
 - **пробел** – минус 40...+85;
 - **50** – минус 50...+85;
 - **60** – минус 60...+85;
6. Защитное покрытие:
 - **пробел** – без покрытия;
 - **L** – **HumiSeal 1A33** для эксплуатации в жестких климатических условиях и подвергающегося воздействию влаги, агрессивных химикатов и соляного тумана, температурных колебаний, механической вибрации и органических образований (например, грибковых);
7. Соединительный кабель к разъему SM30B-SRDS-G-TF:
 - **пробел** – соединительный кабель 0,3м с разъемом SHDR-30V-S-B;
 - **P** – патч-корд дина 50мм, разъемы SHDR-30V-S-B, для соединения с платой носителем (контакт в контакт 1-1, 2-2,.....30-30).



патч-корд - 50мм



соединительный кабель - 0,3м

(провод МК26-13-0,07)

1.3 Требования к системе

Любая компьютерная система, поддерживающая PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.2 и PCI Express™ Base Specification v1.1(и выше), а также ОС Windows® 7/10, Linux (AstraLinux) или QNX.

1.4 Габариты модуля

Форм-фактор Mini PCI Express Card - Full Size (F1).

На рисунке 1 - габаритный чертеж.

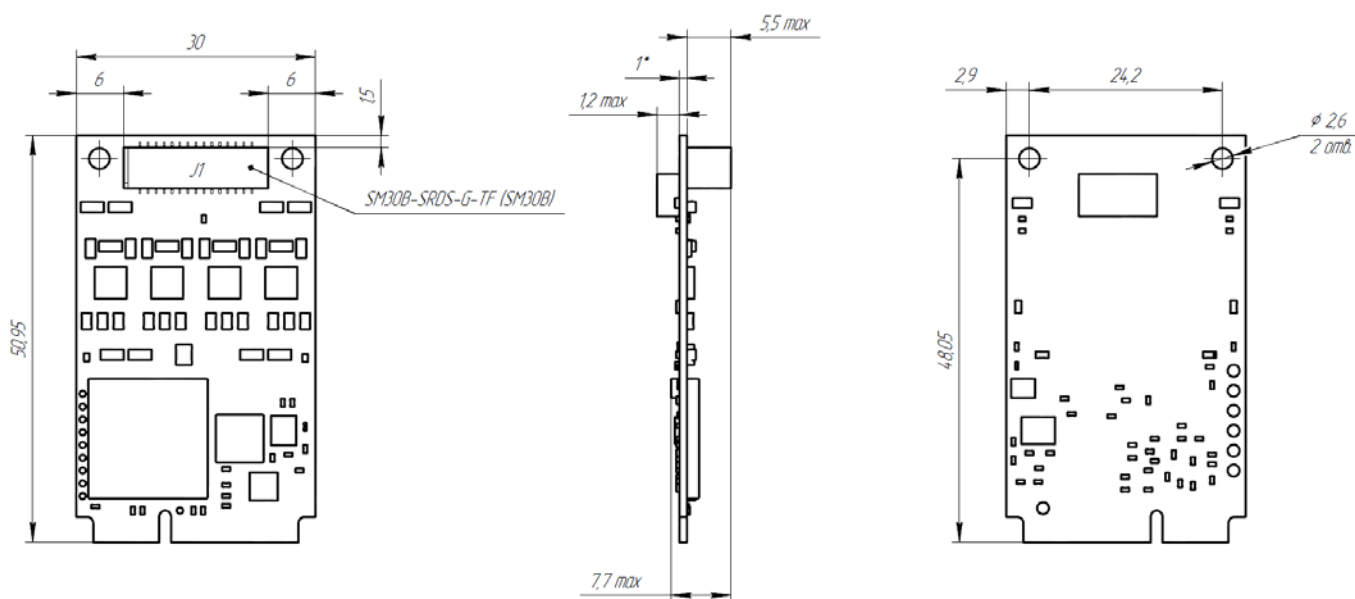


Рисунок 1 - Габаритный чертеж

Все размеры в миллиметрах.

1.5 Архитектура устройства

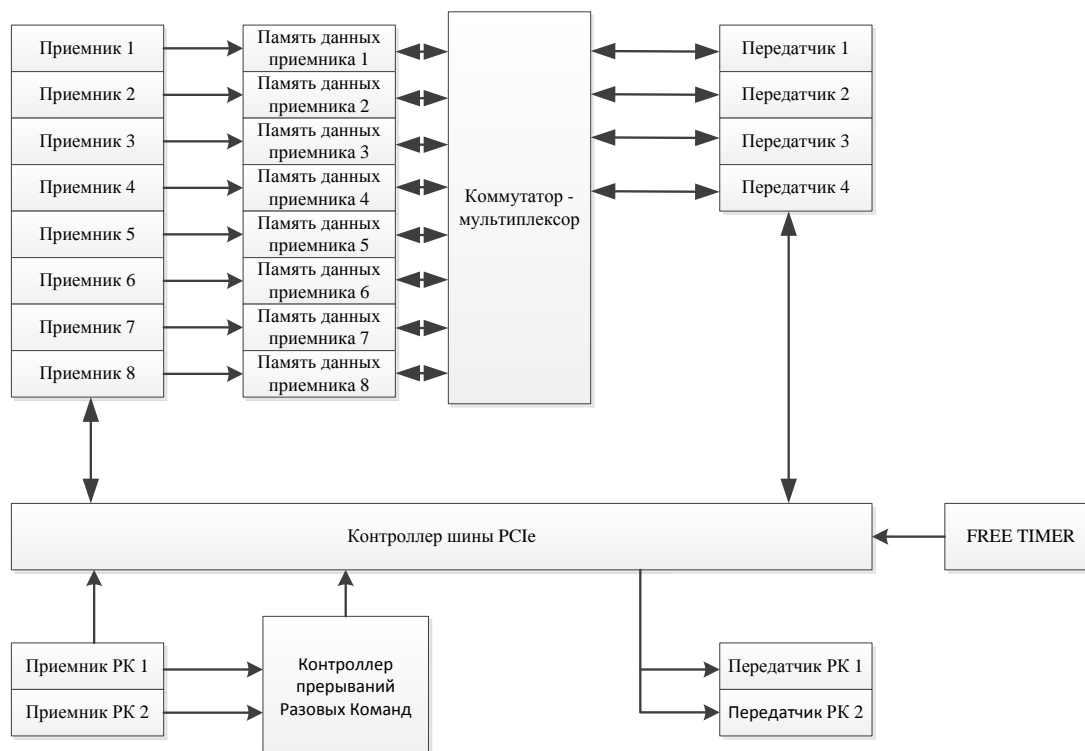


Рисунок 1. Структура модуля.

Модуль состоит из следующих основных компонентов:

- 8 независимых приемников шины ГОСТ 18977-79 (ARINC-429), обеспечивающих прием данных с возможностью фильтрации адресов;
- 8 независимых блоков памяти данных для каждого канала приемника, обеспечивающих хранение 256x32 принятых слов каждый, а так же 256x16 признаков приема новых данных (NEW_DATA) для передатчиков;
- коммутатор – мультиплексор, обеспечивающий доступ каждого передатчика к данным по любому адресу любого канала приемника, а так же получение и сброс признака NEW_DATA, для передатчика с которого был произведен доступ;
- 4 независимых канала передатчиков, обеспечивающих возможность передачи данных в одном из трех режимов, а так же организацию режима самотестирования (тест – петля);
- неуправляемый 32-х разрядный таймер (FREE_TIMER), обеспечивающий каждую транзакцию DMA метками реального времени с дискретностью 100 мкс;
- 2 дискретных входа для приёма Разовых команд с возможностью генерации прерываний по любому фронту РК;
- 2 дискретных выхода для выдачи Разовых команд;
- контроллер шины PCIe с функцией DMA, обеспечивающий возможность управления и обмена данными с ПК, а так же содержащий основные регистры необходимые для функций DMA и обработки прерываний, служебные регистры для обеспечения сервисных функций устройства;
- вспомогательные компоненты, обеспечивающие работоспособность и сервисные функции модуля (на схеме не указаны).

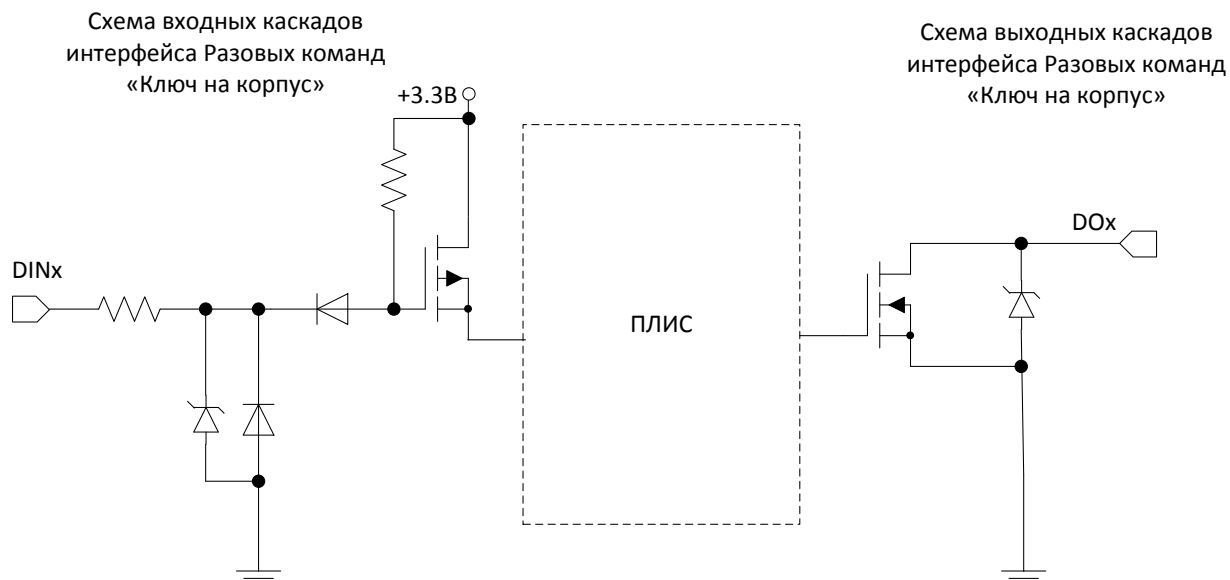


Рисунок 2. Схема входных и выходных каскадов интерфейса Разовых команд.

На входах и выходах каскадов установлены защитные диоды CDSOT23-T36.

1.6 Характеристики

Таблица 1

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение	Единицы измерения
Предельные параметры: + 3.3 В напряжения питания + 1.5 В напряжения питания	минус 0.5 минус 0.3		+3.75 +2.0	В В
Параметры питания Напряжение +3.3 В Напряжение +1.5 В Ток потребления +3.3 В Пауза, нет передачи Передача 100% времени Ток потребления +1.5 В	3.15 1.35	3.3 1.5	3.45 1.65	В В
		0.16 0.32 ¹ 0.17	0.73(К.З.) ²	А А А
Приёмник ARINC-429 Дифф. входное напряжение (0 или 1) Дифф. входное напряжение (отсутствие сигнала) Дифф. входное сопротивление Входная ёмкость	6.5 280	10	13 2.5 10	В В кОм пФ
Передачик ARINC-429 Дифф. выходное напряжение (0) Дифф. выходное напряжение (1) Дифф. выходное напряжение (отсутствие сигнала) Эквивалентная дифференциальная нагрузка выходного канала: ёмкость	-11 9 -0.5 400		-9 11 0.5 10	В В В Ом нФ
Входные РК Наличие сигнала Отсутствие сигнала Выходные РК Наличие сигнала Отсутствие сигнала	0,22 +/-0,22 2.4		35 или обрыв 0,7В при I _н меньше 20мА 35В	В В В В
Температурный диапазон: Рабочая температура mPCIe-429UD84 mPCIe-429UD84-50 mPCIe-429UD84-60 Температура хранения	минус 40 минус 50 минус 60 минус 65		+85 +85 +85 +85	°С °С °С °С
Габариты и масса Габариты Масса		30 x 50.95 x 7.7 7		мм граммов
¹ – Нагрузка 400Ом, 100Кбит/с на всех передатчиках. ² – КЗ на всех передатчиках.				

1.7 Условия эксплуатации

Устройство «mPCIe-429UD84» сохраняет работоспособность при следующих внешних воздействующих факторах:

- Пониженное атмосферное давление - 100 мм рт.ст.
- Повышенная влажность при температуре +35°C не более 80%.
- Синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц: до 5 g.
- Механический удар одиночного действия, пиковое ударное ускорение 150 м/с² (15 g).

2 Установка модуля в систему

Модуль «mPCIe-429UD84» может быть установлен в систему, которая поддерживает стандарты PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.2 и PCI Express™ Base Specification v1.1 (endpoint) с разъёмом типа F1. Устанавливать модуль в разъёмы H1/H2 с бонками для Half-Size плат недопустимо.

Модуль может быть подключен к линиям PCI Express базовой платы с PCIe Gen1, Gen2, Gen3.

Конструктивной особенностью устройства является увеличение высоты компонентов на плате по отношению к стандарту PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.2.

Установку следует производить только в полностью обесточенную систему. Питание должно быть выключено механическим выключателем (при наличии) или отключением кабеля питания. Аккумулятор (при наличии) должен быть снят или отключен от базовой платы.

ВСЕГДА принимайте максимально возможные меры предосторожности для предотвращения повреждения устройства разрядами статического напряжения.

2.1 Аппаратное конфигурирование

Модуль «mPCIe-429UD84» не имеет переключателей конфигурации. Подключение к линиям ARINC-429 осуществляется распайкой кабеля от разъёма SM30B к разъёму на корпусе системы. Таблица раскладки разъёма приведена в [«3.2 Разъем SM30B для «mPCIe-429UD84»](#).

2.2 Настройки BIOS

Внимательно изучите руководства по настройке базовой платы системы, процессорного модуля и BIOS.

Убедитесь, что настройки BIOS разрешают работу данного разъёма PCIe.

Некоторые системы могут перераспределять конфигурацию и количество задействованных линий PCI Express. Например: один x4, два x2, четыре x1. При включенной конфигурации «один x4» разъём x1 работать не будет. С опцией «Авто» активация разъёма будет зависеть от наличия устройств на базовой плате: распаянных или установленных в других слотах.

Также на активацию и конфигурацию линий PCIe может влиять включение периферийных контроллеров базовой платы или процессорного модуля. Например, при включении определённых контроллеров: USB3, Ethernet, SATA RAID и прочих может уменьшаться число свободных линий PCIe.

Тактовая частота шины PCI Express должна быть равной 100МГц. При большей частоте PCIe модуль может работать некорректно.

2.3 Установка драйвера

Драйвер для каждой из операционных систем поддерживает все модули ARINC-429 во всех конструктивных исполнениях с любым количеством каналов.

Windows

Установка драйвера производится стандартными средствами установки оборудования ОС Windows.

Для установки драйвера следует открыть «Диспетчер устройств», выбрать устройство с идентификатором:

- PCI\VEN_A203&DEV_9478&REV_01 (mPCIe-429UD84).

и нажать установить драйвер. Идентификатор можно просмотреть в свойствах устройства, во вкладке «Сведения», выбрав пункт «ИД оборудования».

Далее следует выбрать кнопку «Выполнить поиск драйверов на этом компьютере», указать путь к директории драйвера и нажать «Далее».

Если система отобразит ошибку, что не удалось найти драйвер для этого устройства, значит устройство выбрано неверно. Проверьте идентификатор устройства.

Если система отобразит ошибку о том, что устройство не может начать работу (код 10), перезагрузите компьютер.

В Windows 7. Если система отобразит ошибку о том, что не удалось проверить цифровую подпись драйвера (код 52), проверьте наличие обновления ОС KB3033929. Наличие обновления можно проверить по следующему пути: «Пуск → Панель управления → Система и безопасность → Просмотр установленных обновлений → Поиск: установленные обновления».

Обновление KB3033929 можно загрузить для установки отдельно с сайта компании Microsoft.

Если система отобразит сообщение, что драйвер установлен, то можно приступать к работе с устройством.

Модуль теперь можно найти в «Диспетчере устройств» в ветке «Multifunction Adapters» под именем «ARINC-429 UD Serial Controller».

Если в системе присутствует несколько модулей ARINC-429, драйвер можно установить для каждого устройства отдельно в «Диспетчере устройств» или перезагрузить ПК после установки драйвера для одного из модулей ARINC-429. После перезагрузки ОС автоматически установит драйвер для всех остальных устройств в системе.

Linux

Перед началом установки следует установить в систему модули:

```
"sudo apt-get install libelf-dev"
```

```
"sudo apt-get install linux-headers-generic"
```

Установите драйвер с помощью командной строки и утилиты make:

открыть терминал в папке с проектом, написать в терминале "make"

для очистки проекта - "make clean"

для сборки проекта - "make "

для установки драйвера - "sudo make install"

для удаления драйвера - "sudo make uninstall"

для останова работающего драйвера - "sudo rmmod arinc429ud_driver"

для запуска установленного драйвера - "sudo insmod arinc429ud_driver.ko"

для проверки работает ли драйвер в данный момент - "sudo lsmod | grep arinc429ud_driver"

QNX

Проект драйвера собирается с помощью командной строки и утилиты make.

- с помощью командной строки и утилиты make:

открыть терминал в папке с проектом, набрать в терминале "make";

для очистки проекта - "make clean";

для установки драйвера - "cp dev-a429 /sbin";

для удаления драйвера - "rm -f /sbin/dev-a429";

для останова работающего драйвера - "slay dev-a429";

для запуска установленного драйвера - "dev-a429 &";

для проверки работает ли драйвер в данный момент - "pidin a | grep dev-a429".

3 Детальное описание разъемов и способы подключения

Модуль «mPCIe-429UD84» имеет два разъема: PCI-Express 1x и SM30B.

Детальное описание разъемов и способы их подключения приведены ниже:

P - контакты питания;

NC - не используемые контакты;

I - контакты входных сигналов устройства;

O - контакты выходных сигналов устройства;

I/O - контакты двунаправленных сигналов устройства.

3.1 Разъем miniPCI-Express x1

Данный раздел описывает расположение и назначение выводов разъема miniPCI-Express. Разъем miniPCI-Express соответствует стандарту PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.2. Подробное описание разъема представлено на рисунке 3 и в таблице 2.

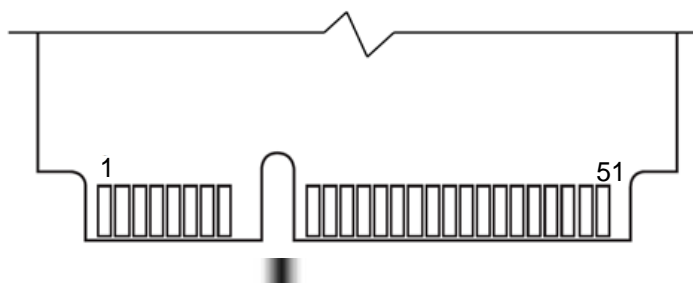


Рисунок 3.1 - Верхняя сторона платы (Top Side)

Таблица 2.1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	WAKE_N	NC	Не используется
3	COEX1	NC	Не используется
5	COEX2	NC	Не используется
7	CLKREQ_N	O	Выход запроса сигнала референсной частоты (REFCLK).
9	GND1	P	Общий 0В
11	REFCLK_N	I	Вход референсной частоты «негатив»
13	REFCLK_P	I	Вход референсной частоты «позитив»
15	GND2	P	Общий 0В
17	UIM_C8	NC	Не используется
19	UIM_C4	NC	Не используется
21	GND3	P	Общий 0В
23	PER_N0	O	Выход данных «негатив»
25	PER_P0	O	Выход данных «позитив»
27	GND4	P	Общий 0В
29	GND5	P	Общий 0В
31	PET_N0	I	Вход данных «негатив»
33	PET_P0	I	Вход данных «позитив»
35	GND6	P	Общий 0В
37	GND7	P	Общий 0В
39	+3.3Vaux1	P	Вывод питания +3.3В
41	+3.3Vaux2	P	Вывод питания +3.3В
43	GND8	P	Общий 0В
45	RSV_A1	NC	Не используется
47	RSV_A2	NC	Не используется
49	RSV_A3	NC	Не используется
51	RSV_A4	NC	Не используется

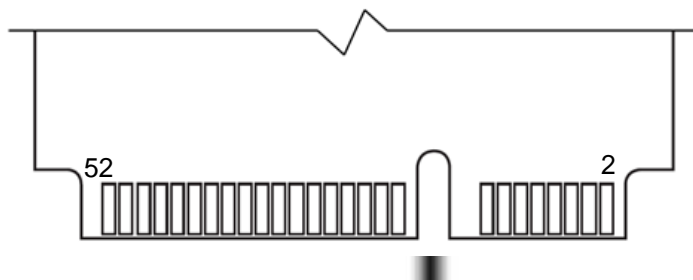


Рисунок 3.2 - Нижняя сторона платы (Bottom Side)

Таблица 2.2

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
2	+3.3Vaux3	P	Вывод питания +3.3В
4	GND9	P	Общий 0В
6	+1.5V1	P	Вывод питания +1.5В
8	UIM_PWR	P	Не используется
10	UIM_DATA	I/O	Не используется
12	UIM_CLK	I	Не используется
14	UIM_RESET	I	Не используется
16	UIM_VPP	P	Не используется
18	GND10	P	Общий 0В
20	W_DISABLE_N	I	Не используется
22	PERST_N	I	Вход сигнала сброса
24	+3.3Vaux4	P	Не используется
26	GND9	P	Общий 0В
28	+1.5V2	P	Вывод питания +1.5В
30	SMB_CLK	I	Не используется
32	SMB_DATA	I/O	Не используется
34	GND12	P	Общий 0В
36	USB_D-	I/O	Не используется
38	USB_D+	I/O	Не используется
40	GND11	P	Общий 0В
42	LED_WWAN_N	O	Не используется
44	LED_WLAN_N	O	Не используется
46	LED_WPAN_N	O	Не используется
48	+1.5V3	P	Вывод питания +1.5В
50	GND14	P	Общий 0В
52	+3.3Vaux5	P	Вывод питания +3.3В

3.2 Разъем SM30B для «mPCIe-429UD84»

Разъем SM30B-SRDS-G-TF (SM30B) предназначен для подключения к интерфейсу ARINC-429.

В таблице 3 описано расположение и назначение выводов разъема SM30B. Подробная информация по разъему содержится на сайте производителя: <http://www.jst.com>.

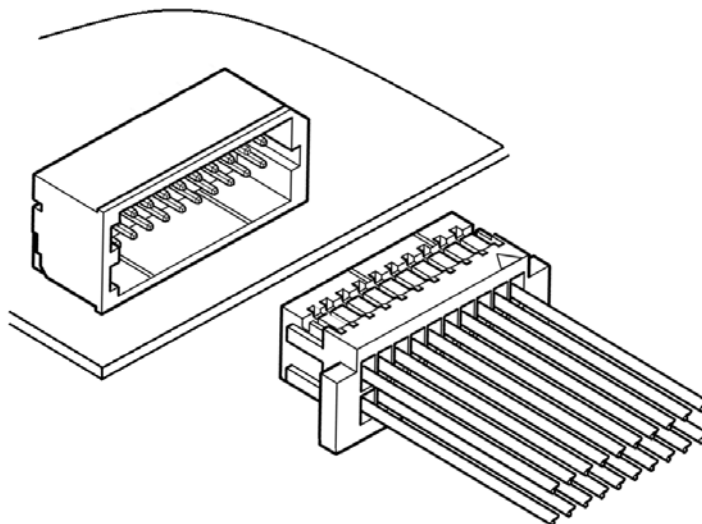


Рисунок 4 - Разъем SM30B-SRDS-G-TF (SM30B) с ответной частью SHDR-30V-S-B

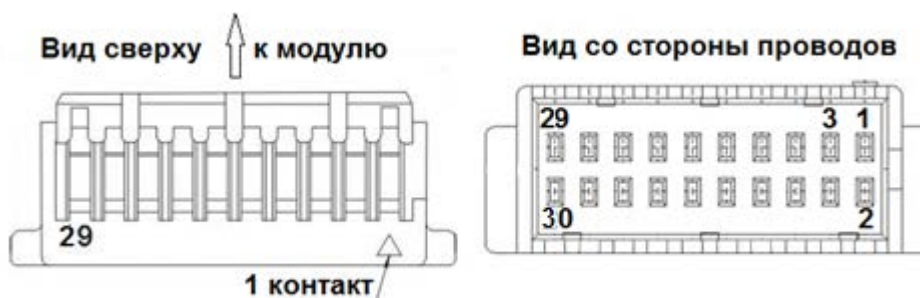


Рисунок 5 - Расположение контактов ответной части SHDR-30V-S-B

Ответная часть SHDR-30V-S-B поставляется в комплекте.

См. раздел 1.2

Таблица 3

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	DIN1	I	Дискретный вход канал 1
2	SIA1	I	Провод A последовательного входного канала 1
3	DO1	O	Дискретный выход канал 1
4	SIB1	I	Провод B последовательного входного канала 1
5	SOB1	O	Провод B последовательного выходного канала 1
6	SIA2	I	Провод A последовательного входного канала 2
7	SOA1	O	Провод A последовательного выходного канала 1
8	SIB2	I	Провод B последовательного входного канала 2
9	SOB2	O	Провод B последовательного выходного канала 2
10	SIA3	I	Провод A последовательного входного канала 3
11	SOA2	O	Провод A последовательного выходного канала 2
12	SIB3	I	Провод B последовательного входного канала 3
13	SIA4	I	Провод A последовательного входного канала 4
14	SIB4	I	Провод B последовательного входного канала 4
15	GND	P	Общий 0B
16	GND	P	Общий 0B
17	SIA5	I	Провод A последовательного входного канала 5
18	SIB5	I	Провод B последовательного входного канала 5
19	SOB3	O	Провод B последовательного выходного канала 3
20	SIA6	I	Провод A последовательного входного канала 6
21	SOA3	O	Провод A последовательного выходного канала 3
22	SIB6	I	Провод B последовательного входного канала 6
23	SOB4	O	Провод B последовательного выходного канала 4
24	SIA7	I	Провод A последовательного входного канала 7
25	SOA4	O	Провод A последовательного выходного канала 4
26	SIB7	I	Провод B последовательного входного канала 7
27	DO2	O	Дискретный выход канал 2
28	SIA8	I	Провод A последовательного входного канала 8
29	DIN2	I	Дискретный вход канал 2
30	SIB8	I	Провод B последовательного входного канала 8

4 Программное обеспечение.

4.1 Драйвер

Для модулей PCIe-429UDxx, mPCIe-429UDxx разработаны драйверы для работы в ОС семейства Linux, ОС семейства QNX и ОС семейства Windows.

Драйвер для Windows протестирован в ОС:

Microsoft Windows 7 32/64 bit, Microsoft Windows 10 32/64 bit.

Драйвер дополнен статической библиотекой взаимодействия.

Драйвер для Linux протестирован:

ОС платформа x86:

**Astra Linux 1.5 и 1.6 «Смоленск», Astra Linux 1.11 и 2.12 «Орёл»,
Ubuntu 16.04 LTS, Ubuntu 18.04 LTS;**

Драйвер дополнен статической библиотекой взаимодействия.

ОС платформа Эльбрус:

Astra Linux «Ленинград 8.1»;

Драйвер дополнен статической библиотекой взаимодействия.

Драйвер для QNX протестирован в ОС:

ОС платформа x86:

QNX 6.5 (ЗОСРВ «Нейтрино» КПДА.10964-01);

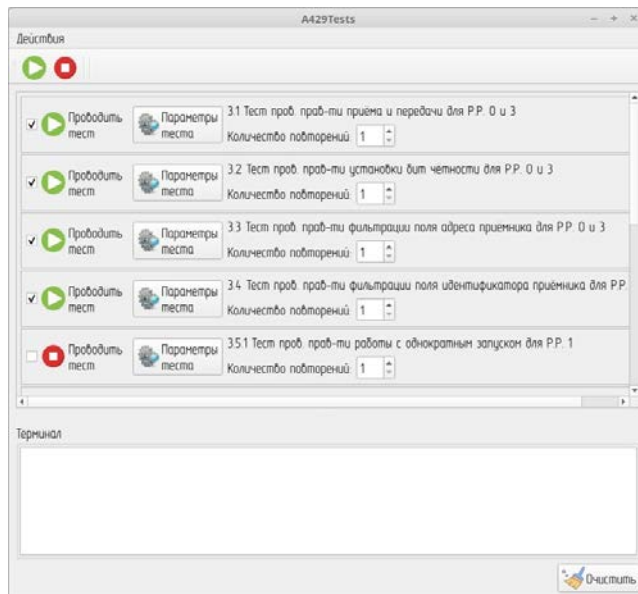
Драйвер дополнен статической библиотекой взаимодействия.

Подробное описание драйверов и библиотек, информация по установке содержится в «Руководстве программиста» для соответствующего семейства ОС.

Регистры и программная модель модуля описаны в документе «Руководство по программированию».

4.2 Тестовые примеры

A429Tests – тестовая программа, использующая максимальное число функций драйвера и библиотеки взаимодействия. Содержит примеры программ конфигурации устройства, передачи и приема данных, а так же работы с разовыми командами.



Все тесты написаны на языке программирования высокого уровня «С++» с использованием фреймворка QT.

Исходные тексты программ снабжены подробными комментариями для облегчения начала разработки пользовательского ПО.

Тесты могут быть использованы для проверки работоспособности модулей и проверки соединения каналов между модулями.

Список исправлений и изменений

Версия	Дата	Изменение
1.00	14.07.2020	Документ создан
1.01	02.10.2020	Уточнены параметры Таблицы 1.(Характеристики)
1.02	25.02.2021	Дополнен раздел 1.2 Информация для заказа. Устранены опечатки Таблица 3. Добавлена структура дискретных входов/выходов.
1.03	09.04.2021	Дополнен раздел 1.2 Информация для заказа и раздел 4.1 драйвер.
1.04	24.06.2021	Уточнены характеристики в разделе 1.6.
1.05	03.09.2021	Добавлена поддержка QNX 6.5 (ЗОСРВ «Нейтрино» КПДА.10964-01).
1.06	16.09.2021	Устранены опечатки.
1.07	02.11.2022	Устранены опечатки в таблице 3, в поле «Описание».