



«PCIe–429UD88»

Модуль интерфейса ARINC-429 (ГОСТ 18977-79)
8 последовательных каналов приёма,
8 последовательных каналов передачи
4 дискретных канала приёма, 4 дискретных канала передачи

Техническое описание (v1.09)

20.11.2023

ООО «НОВОМАР»

Содержание

1	Обзор устройства.....	3
1.1	Особенности	3
1.2	Информация для заказа.	5
1.3	Комплект поставки	5
1.4	Требования к системе	5
1.5	Габариты модуля.....	6
1.6	Архитектура устройства.....	7
1.7	Характеристики.....	9
1.8	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 PCI-Express x1	14
3.2	Разъем D-Sub HD-44-F для «PCIe-429UD88».....	16
4	Программное обеспечение.	18
4.1	Драйвер	18
4.2	Тестовые примеры	19
5	Аксессуары.....	20
5.1	A429-DB44-Test – тестовая заглушка DB44HD для xPCIe-429UDxx.....	20
	Список исправлений и изменений.....	21

1 Обзор устройства

«PCIe-429UD88» – 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 PCI Express Standard height, half length card x1.

Удовлетворяет требованиям стандартов:

- PCI Express Electromechanical Specification v1.1;
- 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;

1.1 Особенности

Минимальная нагрузка на центральный процессор системы:

- Встроенный коммутатор (мультиплексор) данных, 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,
- 8 независимых выходных;
- Частота принимаемых данных: (12..14,5) КГц, 48 КГц +/-25%, 100 КГц +/-1%;
- Эквивалентная нагрузка входного канала: R_{DIFF} не менее 30 КОм, $C_{in} < 10$ пФ;
- Защита входного канала обеспечивает соответствие требованиям RTCA/DO-160G;
- Частота выдаваемых данных: 12,5 КГц +/-1%, 50 КГц +/-1%, 100 КГц +/-1%;
- Нагрузка выходного канала: R_{DIFF} не менее 400 Ом, C_{in} не более 30°000 пФ для Data Rate = 12,5 Kbps;
- Нагрузка выходного канала: R_{DIFF} не менее 400 Ом, C_{in} не более 10°000 пФ для Data Rate = 100 Kbps;
- Автоматическая установка фронтов сигнала 10мкс для скоростей 12...14,5кГц.

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

- 4 входных;
- 4 выходных.

Параметры выходных РК (DOUT):

- отсутствие сигнала $U_{in} < 35В$ (закрытое состояние);
- (выходной каскад - ОК) наличие сигнала $U_{out} < 0,7В$ при $I_{in} < 20mA$ (открытое состояние);

Параметры входных РК (DIN):

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

1.2 Информация для заказа.

<u>PCIe-</u>	<u>429</u>	<u>UD</u>	<u>88</u>	<u>x</u>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>

1. Форм фактор модуля и интерфейс подключения к ПК:

- **PCIe** – PCI Express 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:

- **88** – 8 приёмников, 8 передатчиков;

- **84** – 8 приёмников, 4 передатчика;

- **48** – 4 приёмника, 8 передатчиков;

- **44** – 4 приёмника, 4 передатчика;

5. Температурный диапазон:

- **пробел** – минус 40...+70;

1.3 Комплект поставки

- Модуль «PCIe-429UD88»

- Ответная часть разъема D-Sub HD-44-M (CONEC 163A16619X)

- Кабельный кожух (CONEC 165X02629X).

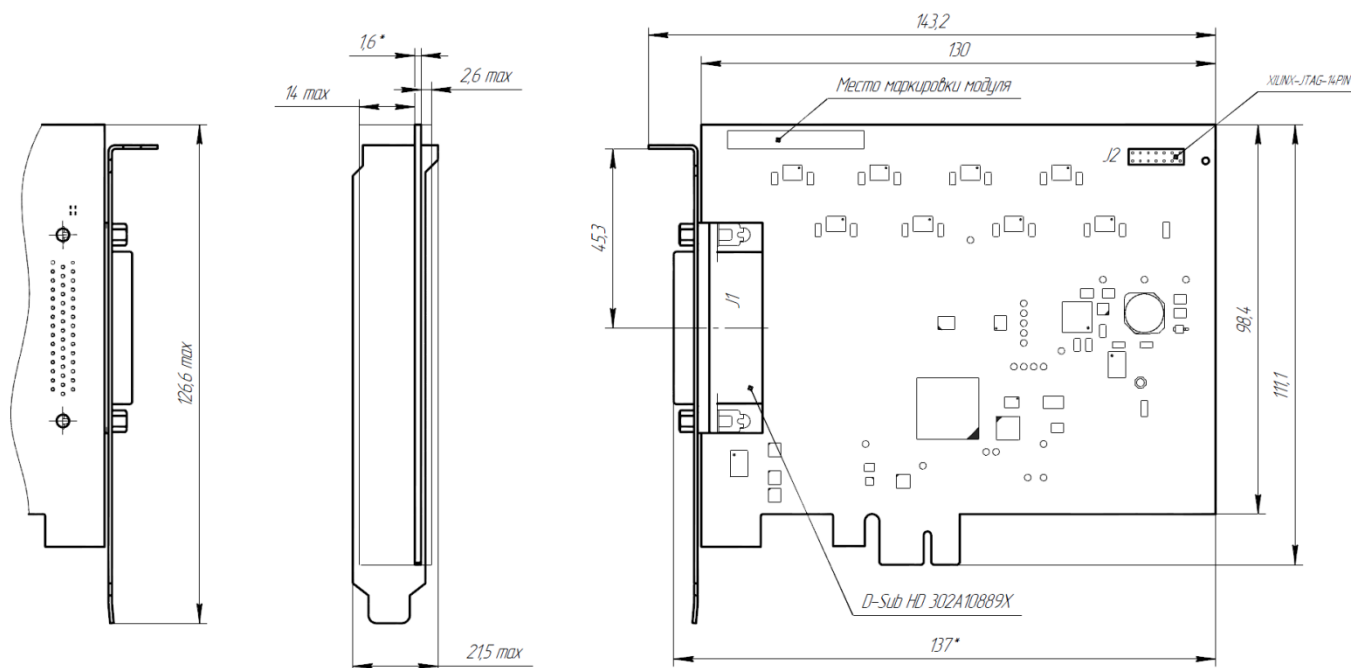
[п3.2 «Разъем D-Sub HD-44-F...»](#)

1.4 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.

1.5 Габариты модуля

Форм-фактор PCI Express Standard height, half length card x1.



Прим. : 1. Все размеры в миллиметрах.

Рисунок 1. Габаритный чертеж

1.6 Архитектура устройства

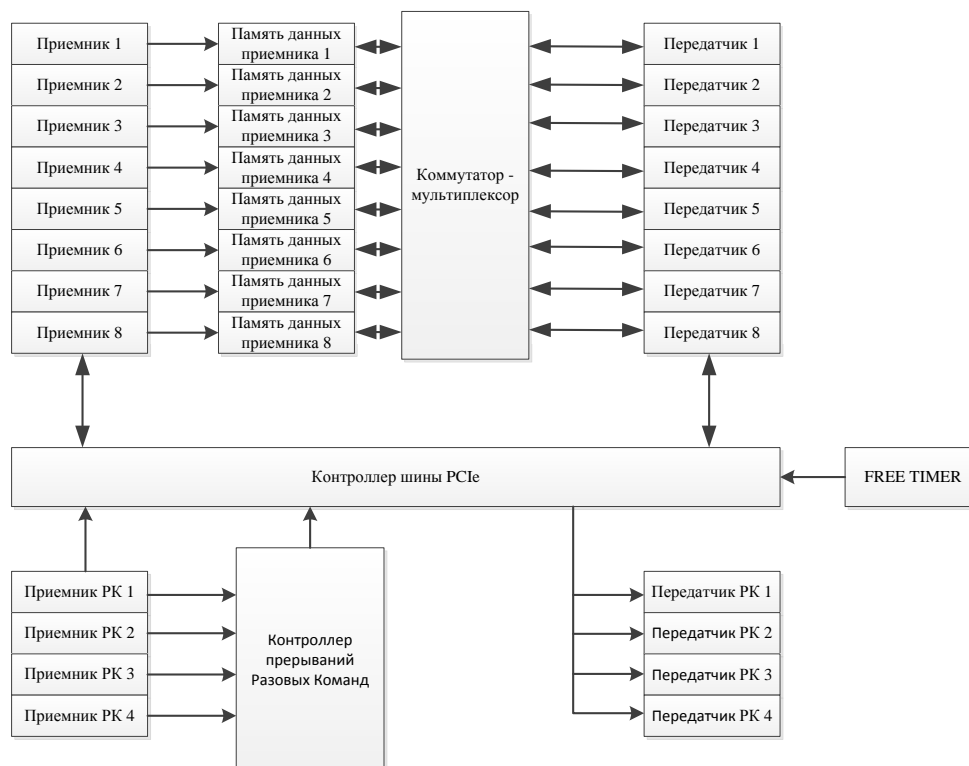


Рисунок 2. Структура модуля.

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;
 - 8 независимых каналов 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;
 - 4 дискретных входа для приёма Разовых команд с возможностью генерации прерываний по любому фронту РК;
 - 4 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).

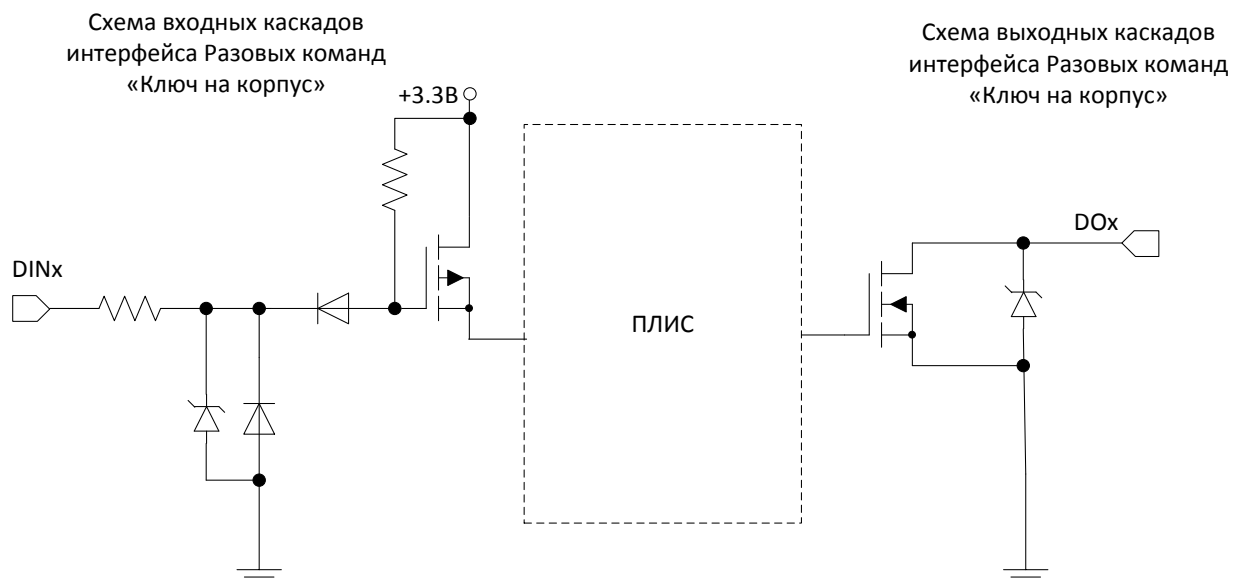


Рисунок 2. Схема входных и выходных каскадов интерфейса Разовых команд.

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

1.7 Характеристики

Таблица 1

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение	Единицы измерения
Предельные параметры:				
+ 3.3 В напряжения питания	минус 0.5		+3.75	В
+ 12 В напряжения питания	минус 0.5		+13.2	В
Параметры питания				
Напряжение +3.3 В	3.13	3.3	3.46	В
Напряжение +12 В	11.4	12	12.6	В
Ток потребления +3.3 В		0.45		А
Ток потребления +12 В				
Пауза, нет передачи в МК		0.1		А
Передача 100% времени		0.21 ¹	0.5(К.З.) ²	А
Приёмник ARINC-429				
Дифф. входное напряжение (0 или 1)	6.5	10	13	В
Дифф. входное напряжение (отсутствие сигнала)			2.5	В
Дифф. входное сопротивление	30			кОм
Входная емкость			10	пФ
Передатчик ARINC-429				
Дифф. выходное напряжение (0)	-11		-9	В
Дифф. выходное напряжение (1)	9		11	В
Дифф. выходное напряжение (отсутствие сигнала)	-0.5		0.5	В
Эквивалентная дифференциальная нагрузка выходного канала:	400			Ом
Ёмкость			10	нФ
Входные РК				
Наличие сигнала	0,22 +/-0,22			В
Отсутствие сигнала	2.4		35 или обрыв	В
Выходные РК				
Наличие сигнала			0,7В при I _н меньше 20мА	В
Отсутствие сигнала			35В	В
Температурный диапазон:				
Рабочая температура	минус 40		+70	°С
Температура хранения	минус 55		+85	°С
Габариты и масса				
Габариты	143.2 x 111.1 x 21.5			мм
Масса	87±2			Граммов

¹ – Нагрузка 400Ом, 100Кбит/с на всех передатчиках.

² – КЗ на всех передатчиках.

1.8 Условия эксплуатации

Устройство «PCIe-429UD88» сохраняет работоспособность при следующих внешних воздействующих факторах:

- рабочая температура: от минус 40°C до +70°C;
- повышенная влажность при температуре +35°C не более 80%;

2 Установка модуля в систему

Модуль «PCIe-429UD88» может быть установлено в систему, которая поддерживает стандарты PCI Express™ Electromechanical Specification v1.1 и PCI Express™ Base Specification v1.1 (endpoint).

Модуль может быть установлен в слоты PCI Express Gen1, Gen2, Gen3, с шириной шины от x1 до x16.

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 «PCIe-429UD88» не требует аппаратного конфигурирования для подключения к линиям ARINC 429.

Подробно разъем подключения и таблица его распайки приведены в [п3.2 «Разъем D-Sub HD-44-F...»](#).

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» разъем 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_9477&REV_01 (PCIe-429UD88).

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 приступить 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 «PCIe-429UD88» содержит разъемы: PCI-Express x1 и один разъем D-Sub HD-44-F.

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 PCI-Express x1

Данный раздел описывает расположение и назначение выводов разъема PCI-Express. Разъем PCI-Express соответствует стандарту PCI Express™ Electromechanical Specification v1.1. Подробное описание разъема представлено на рисунке 3 и в таблице 2.

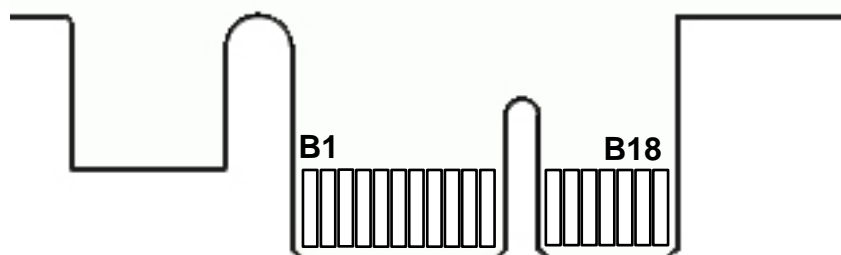


Рисунок 3.1 Верхняя сторона платы (Top Side)

Таблица 2.1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
B1	+12_1B	NC	Вывод питания +12В.
B2	+12_2B	NC	Вывод питания +12В.
B3	+12_3B	NC	Вывод питания +12В.
B4	GND_1B	P	Общий 0В
B5	SMCLK	NC	Не используется
B6	SMDAT	NC	Не используется
B7	GND_2B	P	Общий 0В
B8	+3.3V_1B	P	Вывод питания +3.3В
B9	J_TRST	NC	Не используется
B10	+3.3VAUX	P	Вывод питания +3.3В
B11	WAKE_N	NC	Не используется
KEYWAY			
B12	RSVD	NC	Не используется
B13	GND_3B	P	Общий 0В
B14	PETP0	I	Вход данных «позитив»
B15	PETN0	I	Вход данных «негатив»
B16	GND_4B	P	Общий 0В
B17	PRSNT2_N	O	Индикация присутствия устройства в слоте.
B18	GND_5B	P	Общий 0В

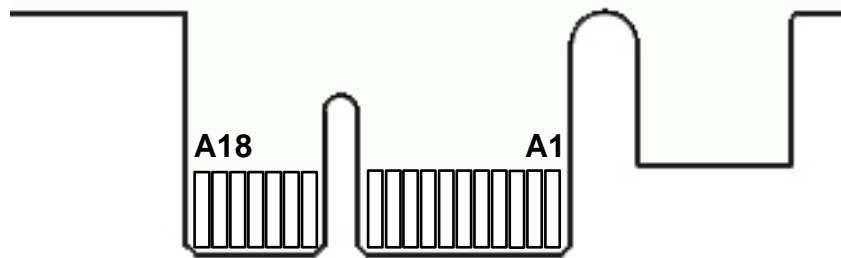


Рисунок 3.2 Нижняя сторона платы (Bottom Side)

Таблица 2.2

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
A1	PRSNT1_N	I	Индикация присутствия устройства в слоте.
A2	+12V_1A	NC	Вывод питания +12В.
A3	+12V_2A	NC	Вывод питания +12В.
A4	GND_1A	P	Общий 0В
A5	J_TCK	NC	Не используется
A6	J_TDI	NC	Не используется
A7	J_TDO	NC	Не используется
A8	J_TMS	NC	Не используется
A9	+3.3V_1A	P	Вывод питания +3.3В
A10	+3.3V_2A	P	Вывод питания +3.3В
A11	PERST_N	I	Вход сигнала сброса
KEYWAY			
A12	GND_2A	P	Общий 0В
A13	REFCLK_P	I	Вход референсной частоты «позитив»
A14	REFCLK_N	I	Вход референсной частоты «негатив»
A15	GND_3A	P	Общий 0В
A16	PERP0	O	Выход данных «позитив»
A17	PERN0	O	Выход данных «негатив»
A18	GND_4A	P	Общий 0В

3.2 Разъем D-Sub HD-44-F для «PCIe-429UD88».

Разъем D-Sub HD-44-F предназначен для подключения к интерфейсам ARINC-429. В таблице 3 описано расположение и назначение выводов разъемов D-Sub HD-44-F.

Ответная часть разъема D-Sub HD-44-M с кожухом. Рисунок 4.



Рисунок 4. Разъем D-Sub HD-44-M и кожух.

Ответная часть разъема D-Sub HD-44-M (CONEC 163A16619X) с кожухом (CONEC 165X02629X) поставляется в комплекте.

Таблица 3. Разъём J1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	SOA1	O	Провод A последовательного выходного канала 1
2	SOB1	O	Провод B последовательного выходного канала 1
3	SOA2	O	Провод A последовательного выходного канала 2
4	SOB2	O	Провод B последовательного выходного канала 2
5	SOA3	O	Провод A последовательного выходного канала 3
6	SOB3	O	Провод B последовательного выходного канала 3
7	SOA4	O	Провод A последовательного выходного канала 4
8	SOB4	O	Провод B последовательного выходного канала 4
9	SOA5	O	Провод A последовательного выходного канала 5
10	SOB5	O	Провод B последовательного выходного канала 5
11	SOA6	O	Провод A последовательного выходного канала 6
12	SOB6	O	Провод B последовательного выходного канала 6
13	SOA7	O	Провод A последовательного выходного канала 7
14	SOB7	O	Провод B последовательного выходного канала 7
15	GND	P	Общий 0В
16	GND	P	Общий 0В
17	SOA8	O	Провод A последовательного выходного канала 8
18	SOB8	O	Провод B последовательного выходного канала 8
19	GND	P	Общий 0В
20	DIN1	I	Дискретный входной канал 1
21	DO1	O	Дискретный выходной канал 1
22	DIN2	I	Дискретный входной канал 2
23	DO2	O	Дискретный выходной канал 2
24	DIN3	I	Дискретный входной канал 3
25	DO3	O	Дискретный выходной канал 3
26	DIN4	I	Дискретный входной канал 4
27	DO4	O	Дискретный выходной канал 4
28	GND	P	Общий 0В
29	SIA8	I	Провод A последовательного входного канала 8
30	SIB8	I	Провод B последовательного входного канала 8
31	SIA1	I	Провод A последовательного входного канала 1
32	SIB1	I	Провод B последовательного входного канала 1
33	SIA2	I	Провод A последовательного входного канала 2
34	SIB2	I	Провод B последовательного входного канала 2
35	SIA3	I	Провод A последовательного входного канала 3
36	SIB3	I	Провод B последовательного входного канала 3
37	SIA4	I	Провод A последовательного входного канала 4
38	SIB4	I	Провод B последовательного входного канала 4
39	SIA5	I	Провод A последовательного входного канала 5
40	SIB5	I	Провод B последовательного входного канала 5
41	SIA6	I	Провод A последовательного входного канала 6
42	SIB6	I	Провод B последовательного входного канала 6
43	SIA7	I	Провод A последовательного входного канала 7
44	SIB7	I	Провод B последовательного входного канала 7

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, Ubuntu 20.04 LTS, Ubuntu 22.04 LTS

Ubuntu 23.10.

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);

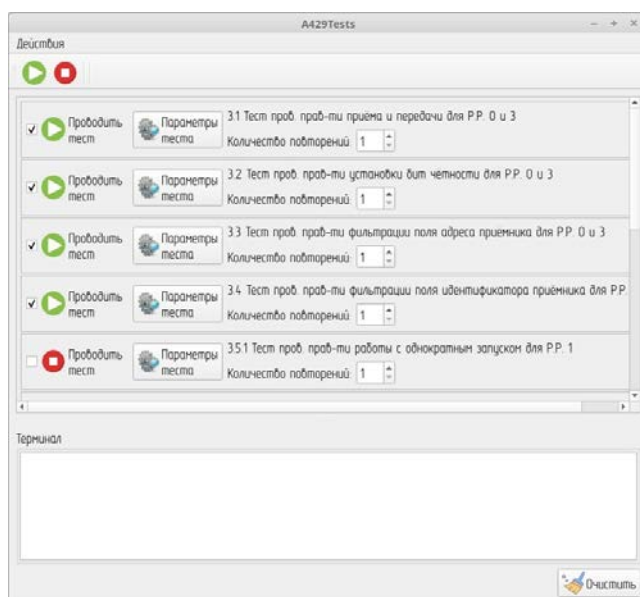
Драйвер дополнен статической библиотекой взаимодействия.

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.

5 Аксессуары.

5.1 A429-DB44-Test – тестовая заглушка DB44HD для xPCIe-429UDxx.

Тестовая заглушка замыкает выходные каналы модуля с выходными и позволяет провести проверку функционирования модуля и драйвера в составе ПК.

Тестовое ПО A429Tests позволяет использовать заглушку для проверки работоспособности всех каналов ARINC-429 и РК модуля.

Список исправлений и изменений

Версия	Дата	Изменение
1.00	14.07.2020	Документ создан.
1.01	05.10.2020	Уточнена таблица характеристик.
1.02	20.10.2020	Исправлена опечатка температуры хранения
1.03	25.02.2021	Устранены опечатки Таблица 3 Добавлена структура дискретных входов/выходов.
1.04	09.04.2021	Дополнен раздел 1.2 Информация для заказа и раздел 4.1 драйвер.
1.05	24.06.2021	Уточнены характеристики в разделе 1.6.
1.06	03.09.2021	Добавлена поддержка QNX 6.5 (ЗОСРВ «Нейтрино» КПДА.10964-01).
1.07	16.09.2021	Устранены опечатки.
1.08	12.07.2023	Устранены опечатки раздела 2.1.
1.09	20.11.2023	Устранены опечатки в таблицах 2.1, 2.2. В разделе 4.1 дополнена информация о тестировании драйвера в ОС Linux с последними ядрами.