



## **«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 (v1.07)**

16.09.2021

**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».....	17
4	Программное обеспечение. ....	19
4.1	Драйвер .....	19
4.2	Тестовые примеры .....	20
5	Аксессуары.....	21
5.1	A429-DB44-Test – тестовая заглушка DB44HD для xPCIe-429UDxx.....	21
	Список исправлений и изменений.....	22

## 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) 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).

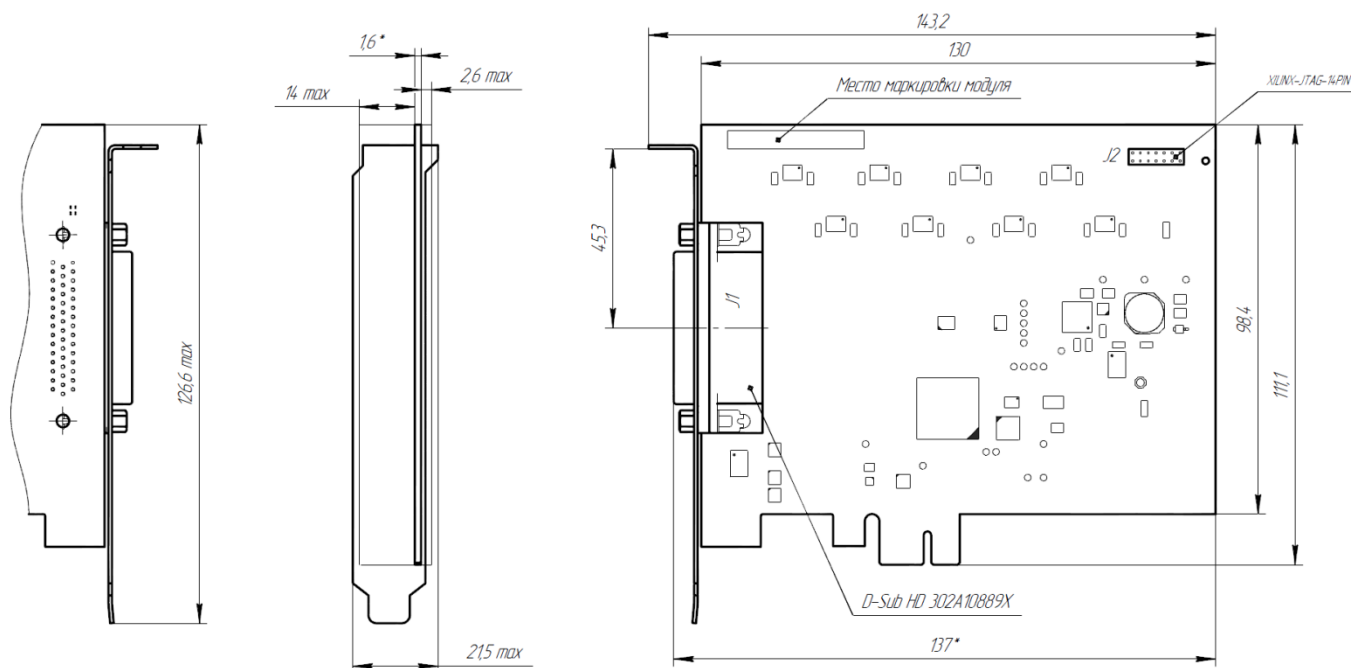
[п3.2 «Разъем D-Sub HD-44-F...»](#)

## 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

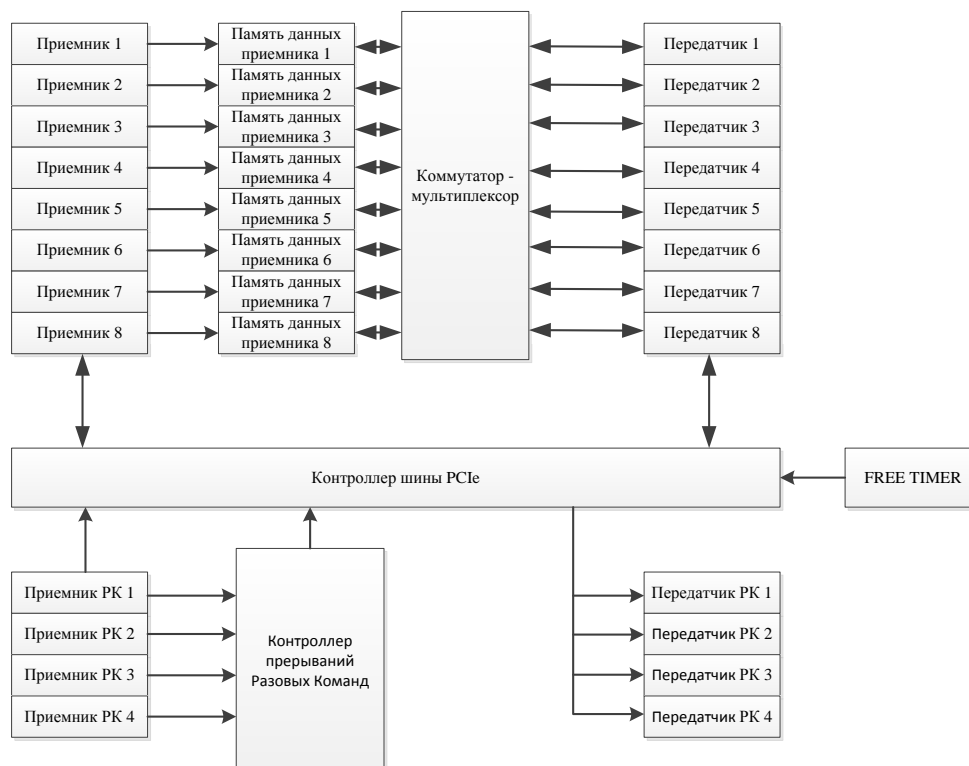


Рисунок 2. Структура модуля.

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).

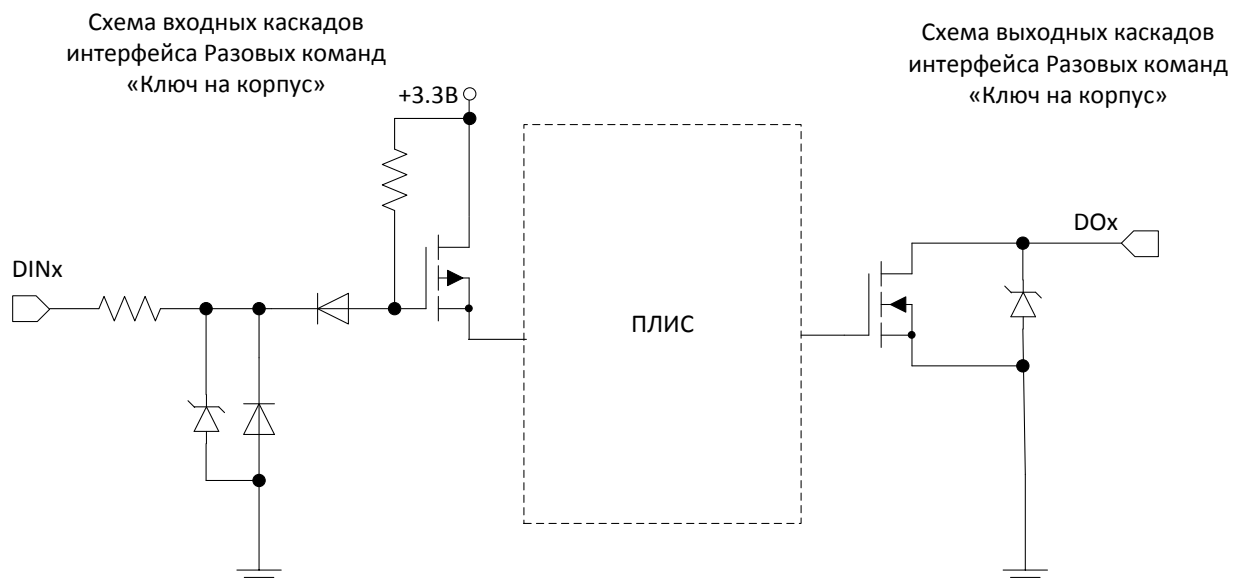


Рисунок 2. Схема входных и выходных каскадов интерфейса Разовых команд.

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



## 1.7 Характеристики

Таблица 1

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение	Единицы измерения
<b>Предельные параметры:</b>				
+ 3.3 В напряжения питания	минус 0.5		+3.75	В
+ 12 В напряжения питания	минус 0.5		+13.2	В
<b>Параметры питания</b>				
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 <sup>1</sup>	0.5(К.З.) <sup>2</sup>	А
<b>Приёмник ARINC-429</b>				
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
<b>Передатчик ARINC-429</b>				
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
<b>Входные РК</b>				
Наличие сигнала	0,22 +/-0,22			В
Отсутствие сигнала	2.4		35 или обрыв	В
<b>Выходные РК</b>				
Наличие сигнала			0,7В при I <sub>н</sub> меньше 20мА	В
Отсутствие сигнала			35В	В
<b>Температурный диапазон:</b>				
Рабочая температура	минус 40		+70	°С
Температура хранения	минус 55		+85	°С
<b>Габариты и масса</b>				
Габариты	143.2 x 111.1 x 21.5			мм
Масса	87±2			Граммов

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

<sup>2</sup> – 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» имеет набор переключателей для конфигурации для выбора типа подключения к линии и включение терминирования.

Подробно способы подключения к шине и таблица распайки разъёмов приведены в [п3.2 «Разъём 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» 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\_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.

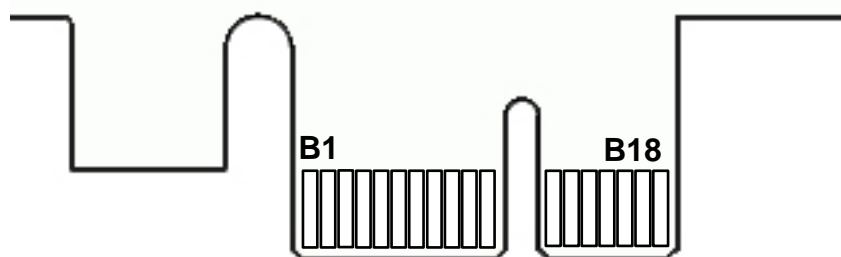


Рисунок 3.1 Верхняя сторона платы (Top Side)

Таблица 2.1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
B1	+12_1B	NC	Не используется. Вывод питания +12В.
B2	+12_2B	NC	Не используется. Вывод питания +12В.
B3	+12_3B	NC	Не используется. 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

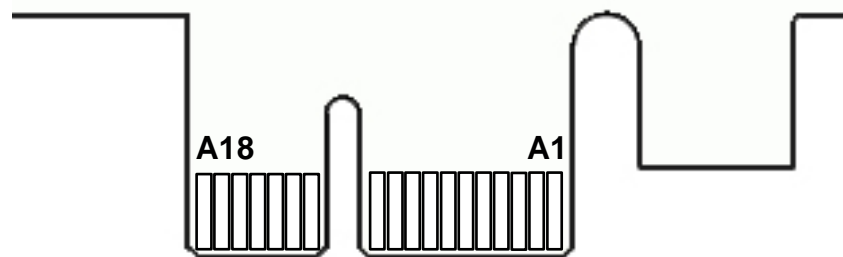


Рисунок 3.2 Нижняя сторона платы (Bottom Side)

Таблица 2.2

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
A1	PRSNT1_N	I	Индикация присутствия устройства в слоте.
A2	+12V_1A	NC	Не используется. Вывод питания +12В.
A3	+12V_2A	NC	Не используется. 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 <b>A</b> последовательного выходного канала 1
2	SOB1	O	Провод <b>B</b> последовательного выходного канала 1
3	SOA2	O	Провод <b>A</b> последовательного выходного канала 2
4	SOB2	O	Провод <b>B</b> последовательного выходного канала 2
5	SOA3	O	Провод <b>A</b> последовательного выходного канала 3
6	SOB3	O	Провод <b>B</b> последовательного выходного канала 3
7	SOA4	O	Провод <b>A</b> последовательного выходного канала 4
8	SOB4	O	Провод <b>B</b> последовательного выходного канала 4
9	SOA5	O	Провод <b>A</b> последовательного выходного канала 5
10	SOB5	O	Провод <b>B</b> последовательного выходного канала 5
11	SOA6	O	Провод <b>A</b> последовательного выходного канала 6
12	SOB6	O	Провод <b>B</b> последовательного выходного канала 6
13	SOA7	O	Провод <b>A</b> последовательного выходного канала 7
14	SOB7	O	Провод <b>B</b> последовательного выходного канала 7
15	GND	P	Общий 0В
16	GND	P	Общий 0В
17	SOA8	O	Провод <b>A</b> последовательного выходного канала 8
18	SOB8	O	Провод <b>B</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 <b>A</b> последовательного входного канала 8
30	SIB8	I	Провод <b>B</b> последовательного входного канала 8
31	SIA1	I	Провод <b>A</b> последовательного входного канала 1
32	SIB1	I	Провод <b>B</b> последовательного входного канала 1
33	SIA2	I	Провод <b>A</b> последовательного входного канала 2
34	SIB2	I	Провод <b>B</b> последовательного входного канала 2
35	SIA3	I	Провод <b>A</b> последовательного входного канала 3
36	SIB3	I	Провод <b>B</b> последовательного входного канала 3
37	SIA4	I	Провод <b>A</b> последовательного входного канала 4
38	SIB4	I	Провод <b>B</b> последовательного входного канала 4
39	SIA5	I	Провод <b>A</b> последовательного входного канала 5
40	SIB5	I	Провод <b>B</b> последовательного входного канала 5
41	SIA6	I	Провод <b>A</b> последовательного входного канала 6
42	SIB6	I	Провод <b>B</b> последовательного входного канала 6
43	SIA7	I	Провод <b>A</b> последовательного входного канала 7
44	SIB7	I	Провод <b>B</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;**

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);**

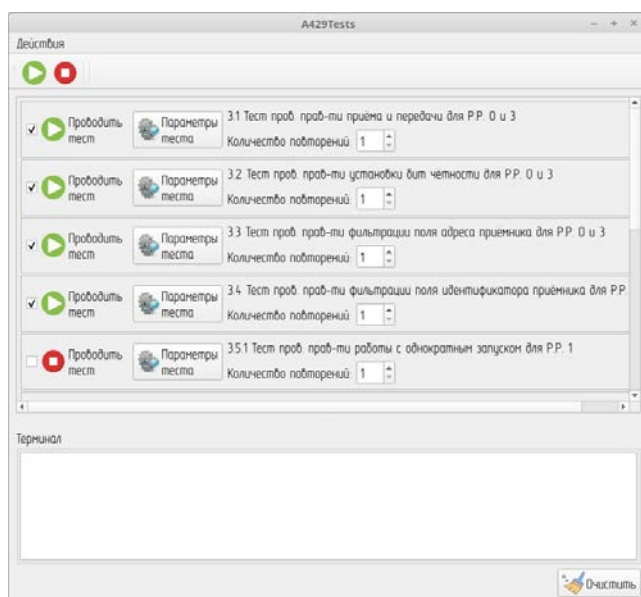
Драйвер дополнен статической библиотекой взаимодействия.

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.

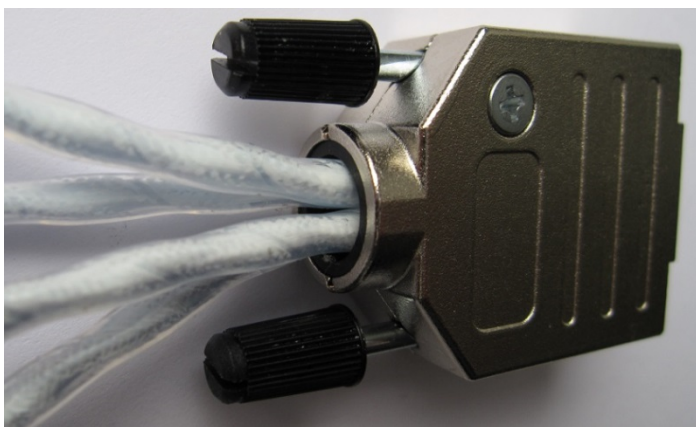


Все тесты написаны на языке программирования высокого уровня «С++» с использованием фреймворка QT. Исходные тексты программ снабжены подробными комментариями для облегчения начала разработки пользовательского ПО.

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.