



## **«PCIe–1553UD4»**

Модуль четырех резервированных мультиплексных каналов  
информационного обмена (МКИО)

ГОСТ Р 52070-2003  
(MIL-STD-1553B)

**Техническое описание (v1.17)**

11.01.2023

## Содержание

1	Обзор устройства.....	3
1.1	Особенности .....	3
1.2	Информация для заказа .....	4
1.3	Требования к системе .....	4
1.4	Габариты модуля.....	5
1.5	Архитектура устройства.....	6
1.6	Характеристики.....	7
1.7	Условия эксплуатации.....	8
2	Установка модуля в систему .....	9
2.1	Аппаратное конфигурирование.....	9
2.2	Настройки BIOS .....	9
2.3	Установка драйвера .....	10
3	Детальное описание разъемов и способы подключения.....	11
3.1	Разъем PCI-Express x1 .....	11
3.2	Разъемы DB-9-F для «PCIe-1553UD4».....	14
3.3	Способы подключения на шину MIL-STD-1553B.....	16
4	Программное обеспечение. ....	19
4.1	Драйвер и библиотека.....	19
4.2	Тестовые примеры .....	19
4.3	Конфигуратор сети МКИО.....	21
5	Аксессуары.....	23
5.1	165X02609X – кожух разъёма DB9. ....	23
5.2	MC1553-2CH – модуль соединительный с согласующим трансформатором.....	23
	Список исправлений и изменений.....	24

# 1 Обзор устройства

«PCIe-1553UD4» - модуль четырех резервированных мультиплексных каналов информационного обмена (МКИО) ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B), выполненный 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.

Драйверы для ОС: **Windows** 7/10 (32 бит и 64 бит), Linux (**Astra Linux**), **QNX**.

Модуль удовлетворяет требованиям тест плана проверки:

- для режима «МШ» ГОСТ Р 52073-2003;
- для режима «КШ» ГОСТ Р 52074-2003;
- для режима «ОУ» ГОСТ Р 52075-2003.

## 1.1 Особенности

- модуль обеспечивает работу четырех независимых резервированных каналов МКИО ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B);
- каждый канал МКИО может быть запрограммирован как отдельное устройство интерфейса согласно ГОСТ Р 52070-2003:
  - ОУ - оконечное устройства (RT);
  - КШ - контролер шины (BC);
  - МШ - монитор шины (MT);
  - ОУ+МШ - оконечное устройство с функцией монитора шины (addressed MT);
- бит идентификации Ответного Слова (Instrumentation Bit);
- подключение к магистральной шине с согласующим трансформатором и без трансформатора;
- терминирующие резисторы на плате модуля для подключение к магистральной шине без согласующего трансформатора;
- контроллеры МКИО модуля «PCIe-1553UD4» выполняют операции с минимальной нагрузкой на центральный процессор системы;
- память инструкций КШ - 16Кб, память операций КШ - 16Кб, память данных КШ - 32Кб;
- передача данных в память ПК в режиме DMA.

## 1.2 Информация для заказа

<u>PCIe-</u>	<u>1553</u>	<u>UD</u>	<u>4</u>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

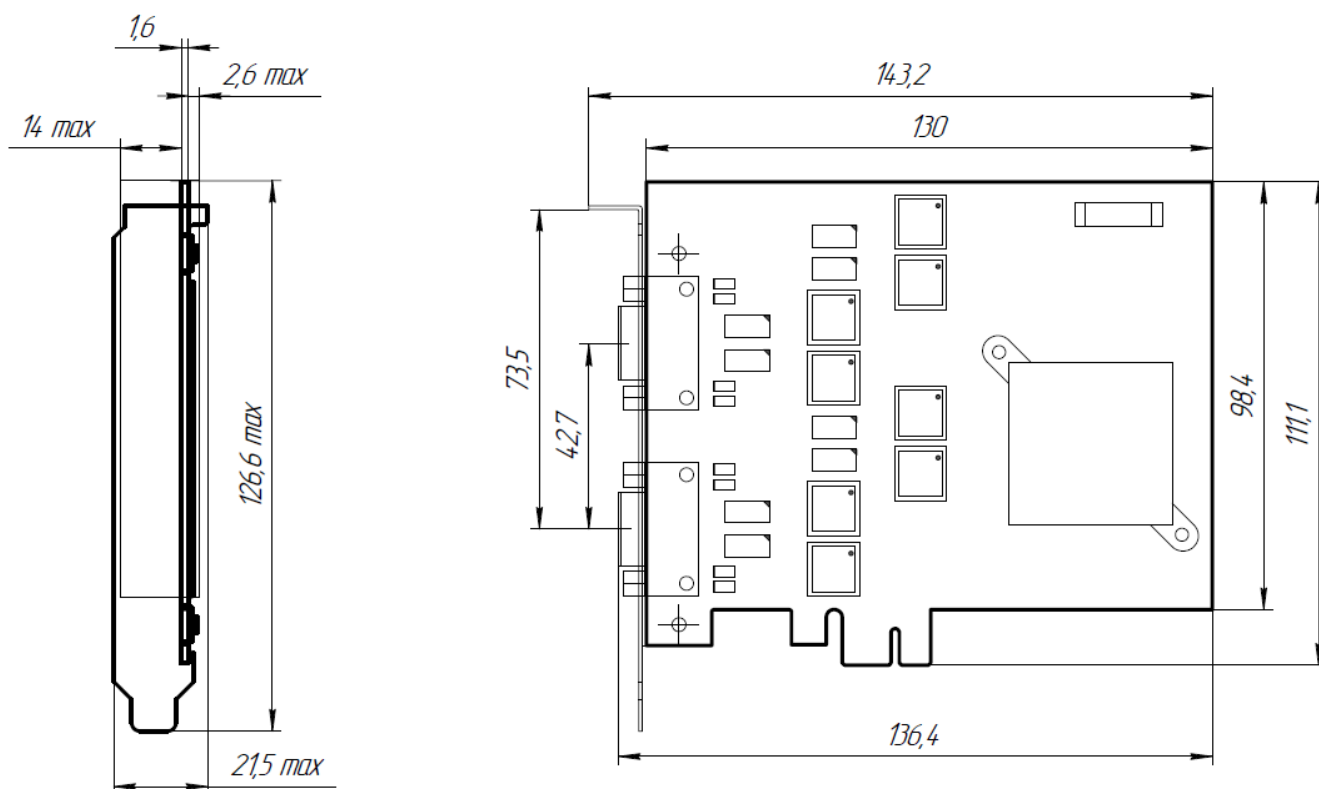
- 1) Форм фактор модуля и интерфейс подключения к ПК:
  - **PCIe** – PCI Express Card;
  - **mPCIe** – PCI Express Mini Car;
- 2) Тип линии и протокол обмена:
  - **1553** – Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B);
- 3) Функциональное назначение:
  - **UD** – Универсальное устройство;
- 4) Количество резервированных каналов:
  - **2** – модуль двух резервированных каналов МКИО;
  - **4** – модуль четырёх резервированных каналов МКИО;

## 1.3 Требования к системе

Любая компьютерная система, поддерживающая PCI Express™ Electromechanical Specification v1.1 и PCI Express™ Base Specification v1.1, а также ОС Windows® 7/10, Linux и QNX.

## 1.4 Габариты модуля

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



Прим. : 1. Все размеры в миллиметрах.

Рисунок 1. Габаритный чертеж

## 1.5 Архитектура устройства

На рисунке 2 изображены основные функциональные элементы модуля «PCIe-1553UD4».

Данные и команды управления из шины PCI-Express передаются в контроллер шины PCIe, который переписывает данные и команды управления в регистры контроллеров МКИО (MIL-1553) для каждого канала.

Прием и передача данных происходит по одной из шин каждого канала (Шине "An" или Шине "Bn", где n – номер канала). Другая шина является резервной ГОСТ Р 52070-2003.

Во время приема данных из шины, контроллеры МКИО (MIL-1553) передают данные контроллеру PCIe, который в режиме DMA отправляет данные в память ПК по шине PCIe x1.

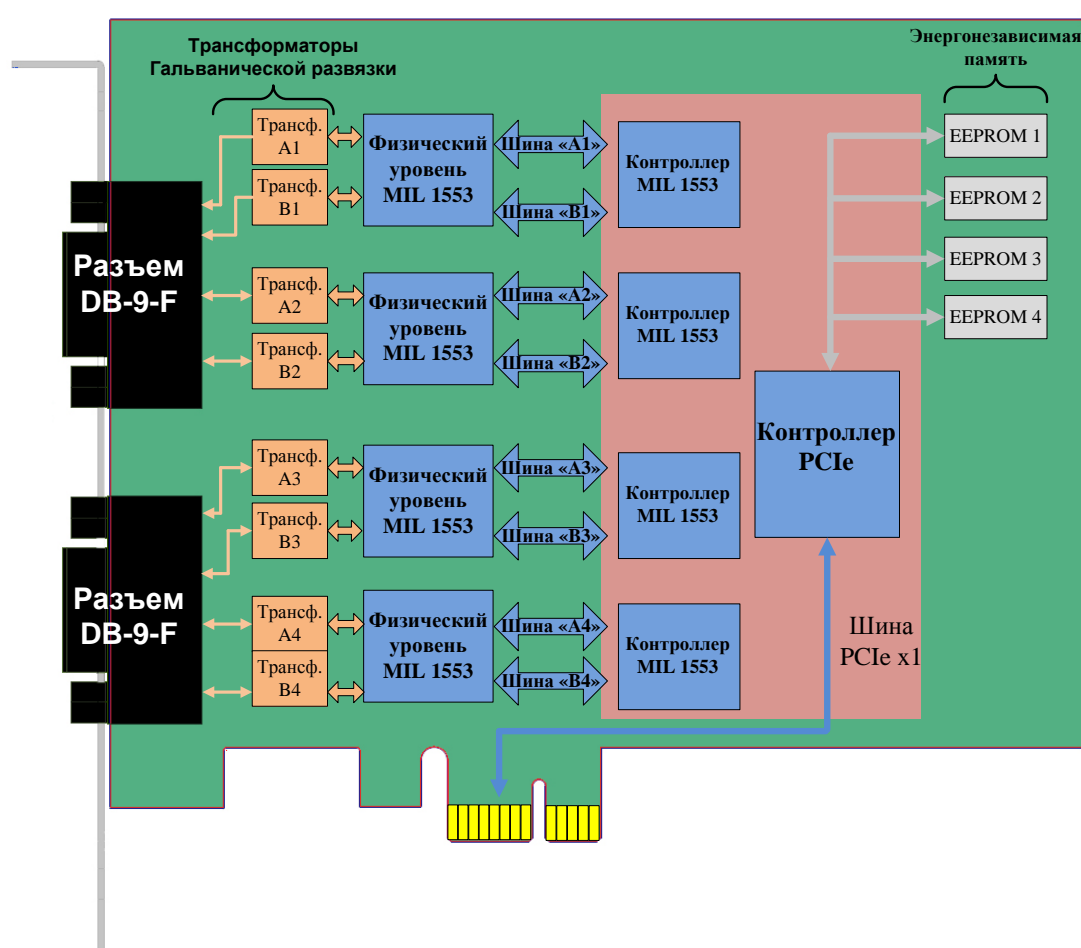


Рисунок 2 - Структурная схема

В модуле «PCIe-1553UD4» установлено четыре микросхемы энергонезависимой памяти (EEPROM), по одной на каждый канал. Энергонезависимая память предназначена для хранения заданной конфигурации каждого канала МКИО.

## 1.6 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
<b>Параметры питания</b> Напряжение +3.3 В Ток потребления +3.3 В Пауза, нет передачи в МК Передача 100% времени	3.15	3.3  0,28	3.45  2.05	В  А А
<b>Приёмник</b> Дифференциальное входное напряжение	0.86		40	В
<b>Передатчик</b> Дифференциальное выходное напряжение Время нарастания/спада сигнала	6  100	  150	7  300	В  нс
<b>ЗНАЧЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ДЛЯ ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B)</b> Задержка от запуска КШ до начала передачи. Время между сообщениями (t2) Программируемое. Время ожидания ответа между сообщениями КШ/ОУ/МШ (t1) Программируемое. Время ответа ОУ после получения КС (t1) Программируемое. Ограничение непрерывной передачи данных (КС+32СД или ОУ+32СД).	  6  14  4		  1,5  16  160  14  670	  мкс  мкс  мкс  мкс  мкс
<b>Температурный диапазон:</b> Рабочая температура Температура хранения	минус 40 минус 55		+70 +85	°С °С
<b>Габариты и масса</b> Габариты Масса	136.4 x 126.6 x 21.5  98±5			мм  граммов

## 1.7 Условия эксплуатации

Устройство «PCIe-1553UD4» сохраняет работоспособность при следующих внешних воздействующих факторах:

- рабочая температура: от минус 40°C до +70°C;
- пониженное атмосферное давление - 100 мм рт.ст;
- повышенная влажность при температуре +35°C не более 80%;



## 2 Установка модуля в систему

Модуль «PCIe-1553UD4» может быть установлено в систему, которая поддерживает стандарты PCI Express™ Electromechanical Specification v1.1 и PCI Express™ Base Specification v1.1 (endpoint).

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-1553UD4» 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 [п3.3 «Способы подключения...»](#).

### 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 МКИО 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\_9472&REV\_03 (PCIe-1553UDx).**

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 «MIL1553UD Serial Controller».

Если в системе присутствует несколько модулей МКИО, драйвер можно установить для каждого устройства отдельно в «Диспетчере устройств» или перезагрузить ПК после установки драйвера для одного из модулей МКИО. 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:

```
для сборки проекта - "make "
```

```
для очистки проекта - "make clean"
```

```
для установки драйвера - "sudo make install"
```

```
для удаления драйвера - "sudo make uninstall"
```

```
для останова работающего драйвера - "sudo rmmod mil1553ud_driver"
```

```
для запуска установленного драйвера - "sudo insmod mil1553ud_driver.ko"
```

```
для проверки работает ли драйвер в данный момент - "sudo lsmod | grep mil1553ud_driver".
```

## **QNX**

Для установки драйвера откройте терминал в папке с проектом, выполните команду: "cp x86/o/dev-mil1553 /sbin"

Для удаления драйвера выполните команду: "rm /sbin/dev-mil1553"

Для останова работающего драйвера - "slay dev-mil1553"

Для запуска установленного драйвера - "dev-mil1553 &"

Для проверки работает ли драйвер в данный момент - "pidin a | grep dev-mil1553".

## **3 Детальное описание разъемов и способы подключения**

Модуль «PCIe-1553UD4» содержит разъемы: PCI-Express x1 и два разъема DB-9-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.

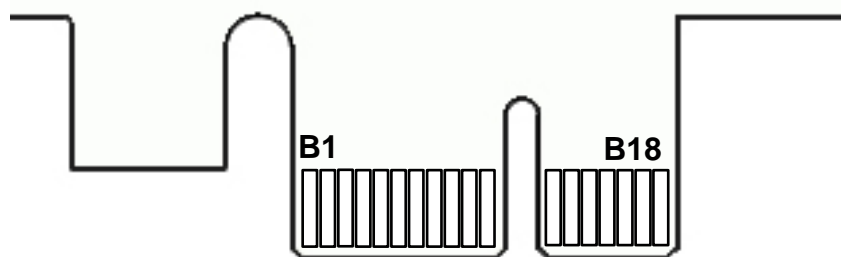


Рисунок 3.1 Верхняя сторона платы (Top Side)

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

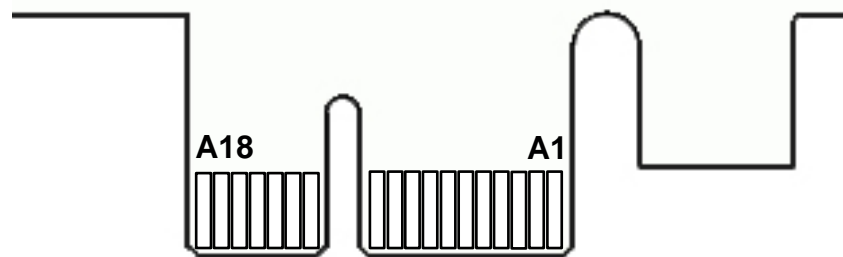


Рисунок 3.2 Нижняя сторона платы (Bottom Side)

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 Разъемы DB-9-F для «PCIE-1553UD4».

Разъемы DB-9-F предназначены для подключения к интерфейсу MIL-STD-1553B. В качестве ответной части подойдет любой разъем формата DB-9-M.

В таблице 3 и таблице 4 описано расположение и назначение выводов разъемов DB-9-F J1 и DB-9-F J2 соответственно.

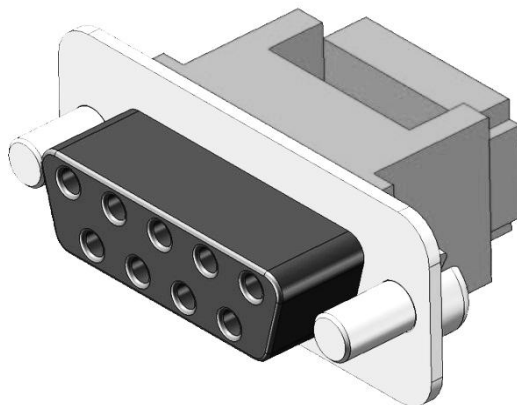


Рисунок 4. Разъем DB-9-F.

Ответная часть разъема DB-9-M с заделанным кабелем требуемой длины поставляется по запросу заказчика.

Таблица 4 Разъём J1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	1A_N	IO	Отрицательный сигнал первого канала шины А.
2	1A_P	IO	Положительный сигнал первого канала шины А.
3	3B_P	IO	Положительный сигнал третьего канала шины В.
4	3B_N	IO	Отрицательный сигнал третьего канала шины В.
5	GND	P	Общий 0В
6	1B_N	IO	Отрицательный сигнал первого канала шины В.
7	1B_P	IO	Положительный сигнал первого канала шины В.
8	3A_P	IO	Положительный сигнал третьего канала шины А.
9	3A_N	IO	Отрицательный сигнал третьего канала шины А.

Таблица 4 Разъём J2

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	2A_N	IO	Отрицательный сигнал второго канала шины А.
2	2A_P	IO	Положительный сигнал второго канала шины А.
3	4B_P	IO	Положительный сигнал четвертого канала шины В.
4	4B_N	IO	Отрицательный сигнал четвертого канала шины В.
5	GND	P	Общий 0В
6	2B_N	IO	Отрицательный сигнал второго канала шины В.
7	2B_P	IO	Положительный сигнал второго канала шины В.
8	4A_P	IO	Положительный сигнал четвертого канала шины А.
9	4A_N	IO	Отрицательный сигнал четвертого канала шины А.

### 3.3 Способы подключения на шину MIL-STD-1553B.

Каждый канал модуля «PCIE-1553UD4» может быть независимо подключен к шине MIL-STD-1553B несколькими способами. На рисунке 5 изображен выходной каскад резервной и основной шины одного канала модуля «PCIE-1553UD4».

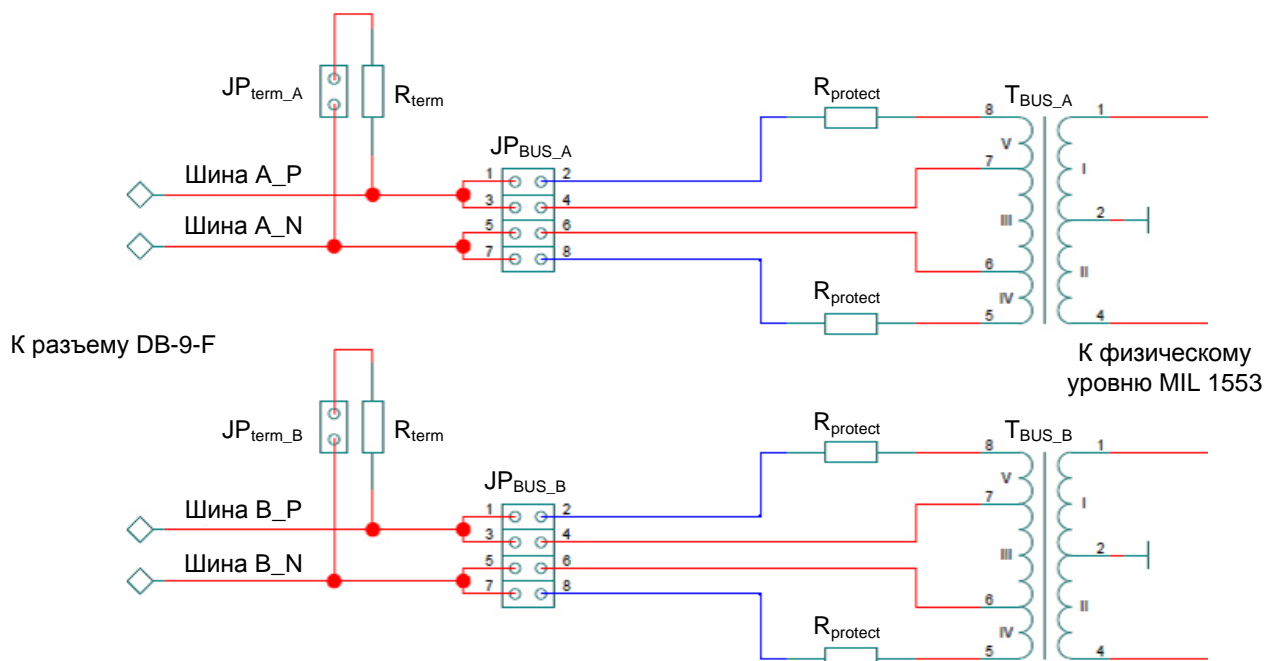


Рисунок 5 - Схема выходного каскада

**Первый вариант** включения предполагает подключение «PCIE-1553UD4» к шине MIL-STD-1553B без согласующего трансформатора (рис. 6 а). Для этого согласно рисунку 5 необходимо замкнуть контакты 1, 2 и 7, 8 переключки  $JP_{BUS\_A}$  для шины **A**, а так же контакты 1, 2 и 7, 8 переключки  $JP_{BUS\_B}$  для шины **B**. Таким образом, производится включение «PCIE-1553UD4» в шину через защитные резисторы  $R_{protect}$ , находящиеся в самом устройстве.

**Второй вариант** включения предполагает подключение «PCIE-1553UD4» к шине MIL-STD-1553B через согласующий трансформатор (рис. 6 б). Для этого, согласно рисунку 5, необходимо замкнуть контакты 3, 4 и 5, 6 переключки  $JP_{BUS\_A}$  для шины **A**, а так же контакты 3, 4 и 5, 6 переключки  $JP_{BUS\_B}$  для шины **B**. Таким образом производится включение «PCIE-1553UD4» в шину через внешние защитные резисторы и согласующий трансформатор, находящиеся в соединителе.

**Третий вариант** включения предполагает подключение «PCIE-1553UD4» к шине MIL-STD-1553B без согласующего трансформатора в качестве окончательного устройства на шине (рис. 6 в). Данный вариант позволяет отказаться от использования внешнего согласующего резистора 75 Ом для шины MIL-STD-1553B,



используя резистор  $R_{term}$ . Данный резистор уже установлен в устройстве «PCIe-1553UD4». Включение производится так же, как и в первом варианте включения. Дополнительно для подключения согласующего резистора для шины **A** необходимо замкнуть контакты перемычки  $JP_{term\_A}$  (рисунок 5), для шины **B** - замкнуть контакты перемычки  $JP_{term\_B}$ .

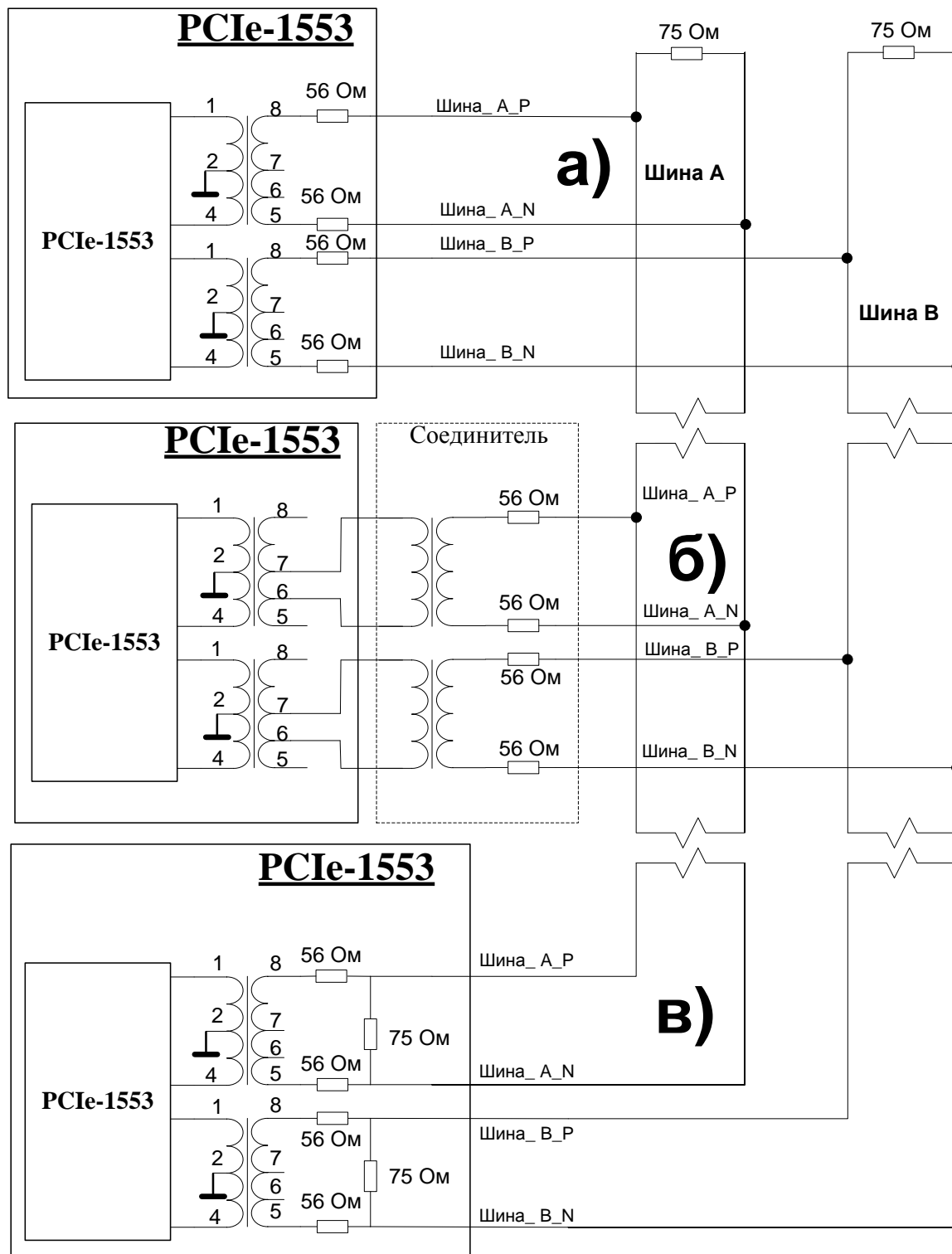


Рисунок 6 - Способы включения на шину

В таблице 5 устанавливается соответствие между переключателями на рисунке 5 и расположением переключателей на плате модуля «PCIe-1553UD4» для каждого канала. Расположение переключателей на плате модуля показано на рисунке 7.

Таблица 5

Номер канала	Переключики			
	JP <sub>BUS_A</sub>	JP <sub>BUS_B</sub>	JP <sub>term_A</sub>	JP <sub>term_B</sub>
1	JP9	JP10	JP3	JP4
2	JP11	JP12	JP7	JP8
3	JP13	JP14	JP1	JP2
4	JP15	JP16	JP5	JP6

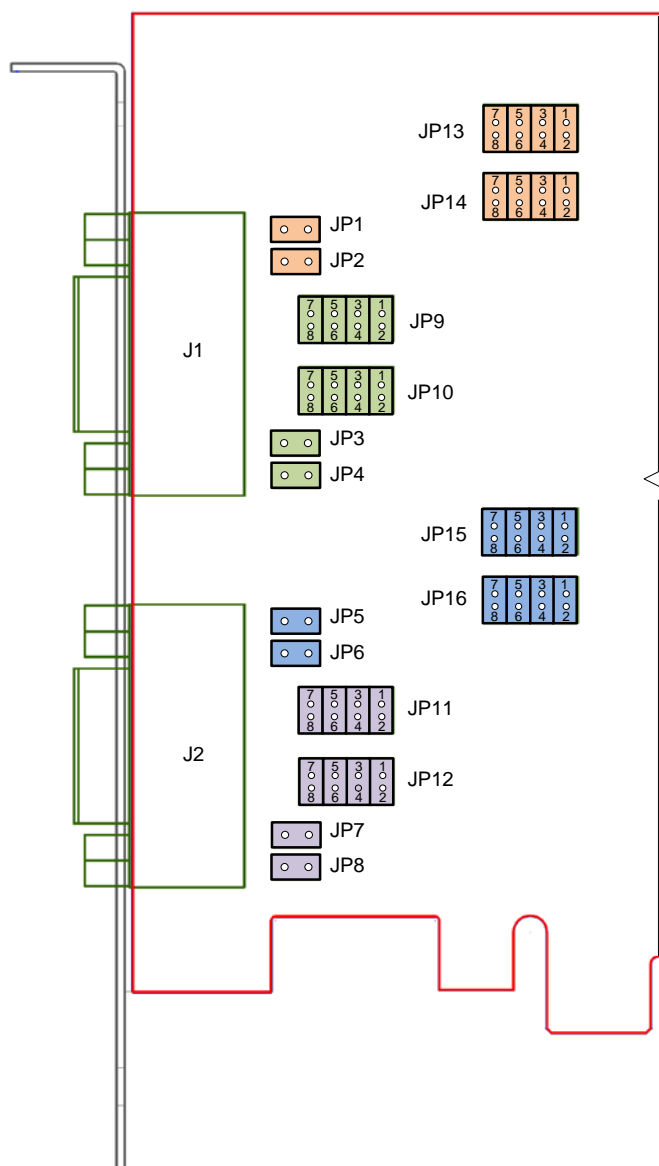


Рисунок 7. Расположение переключиков на плате модуля PCIe-1553UD4

## 4 Программное обеспечение.

### 4.1 Драйвер и библиотека

Для модулей PCIe-1553UDx, LPCiE-1553UDx, mPCIe-1553UDx, XMC-1553UDx, CPCIS-1553UDx, LAN-MIL1553UDx, USB-MIL1553UDx разработан комплект ПО для работы в ОС Windows, Linux, QNX.

Драйвер для Windows протестирован в ОС: **Microsoft Windows 7 32/64 bit, Microsoft Windows 10 32/64 bit**. Драйвер дополнен статической и динамической библиотеками системного взаимодействия.

Драйвер для Linux протестирован в ОС: **Astra Linux 1.6 «Смоленск», Astra Linux 2.12 «Орёл», Ubuntu 18.04 LTS, Ubuntu 20.04 LTS, Ubuntu 22.04 LTS**. Драйвер дополнен библиотекой системного взаимодействия.

Драйвер и библиотека для QNX протестированы в ОС: **QNX 6.5**.

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».

Для разработки пользовательского ПО рекомендуется использовать только библиотеку системного взаимодействия без вызовов драйвера. Такой подход обеспечит:

- простой перенос ПО между различными ОС;
- совместимость ПО между модулями «PCIe-» и «USB-», версиями Firmware модулей, версиями драйвера и библиотеки;
- лёгкое подключение библиотеки сетевого взаимодействия для поддержки модулей «LAN-».

### 4.2 Тестовые примеры

**DMA Test (Ctest)** – консольный пример работы с библиотекой взаимодействия на языке «С». Отправляет и принимает сообщения в режимах КШ и ОУ, отображает результат работы и, в случае возникновения, подробный отчёт об ошибках линии. Возможен запуск тестов на разных ПК в одной сети MIL-1553 с распределением режимов работы и адресов.

Тест доступен во всех семействах ОС. **DMA Test** позволяет использовать все группы модулей («PCIe-», «USB-», «LAN-»).

**Mil1553udLinuxPciDriverTest** и **Mil1553udWindowsPciDriverTest** – простые тестовые примеры работы с драйвером и библиотекой взаимодействия. Отображает информацию о драйвере, отправляет и принимает сообщения в режимах КШ и ОУ. Тест написан на языке «С++» с использованием фреймворка QT.



### 4.3 Конфигуратор сети МКИО

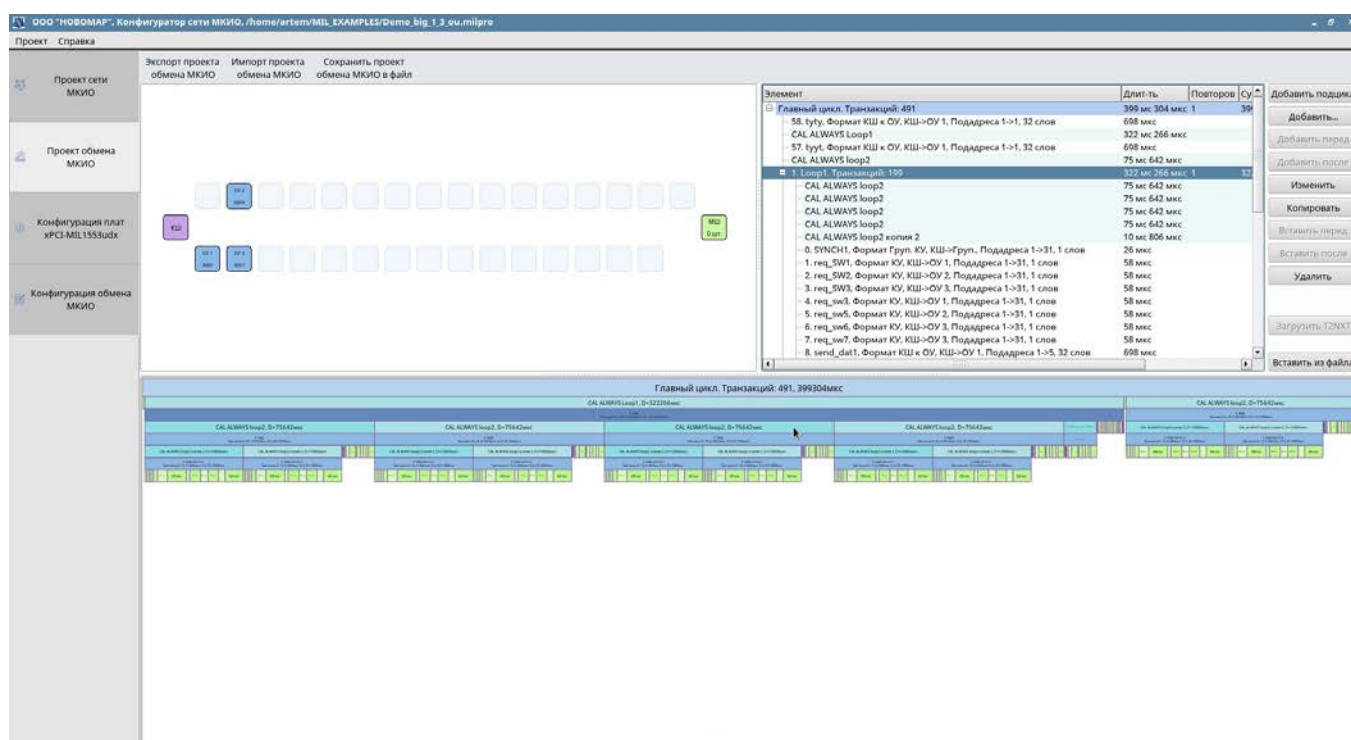
«Конфигуратор сети МКИО» – среда разработки для группы модулей **1553UDx** (PCIe-1553UDx, LPCiE-1553UDx, mPCIe-1553UDx, XMC-1553UDx, CPCIS-1553UDx, LAN-MIL1553UDx, USB-MIL1553UDx).

ПО даёт возможность на стадии разработки спроектировать шину ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B). Распределить роли и назначить адреса модулям в системе.

На втором этапе ПО позволяет распределить циклы и подциклы обмена в сети между абонентами. Оценить временные параметры, рассчитать время и задержки для каждого сообщения, внести нужные изменения в параметры шины. Определить необходимые команды для организации цикла в каждой конкретной системе. Определить передачу асинхронных сообщений.

На третьем этапе можно самостоятельно отредактировать программу циклов обмена для конкретной реализации сети, добавив обработку ошибок, событий, флагов, необходимые команды и операции, настроить необходимое распределение областей памяти. Также ПО обеспечивает полный доступ ко всем регистрам модуля с отображением значений полей регистра, с учётом выбранного режима работы канала.

Результатом выполнения программы будет 16-ричный код областей памяти операций и инструкций для загрузки в контроллер шины (КШ).

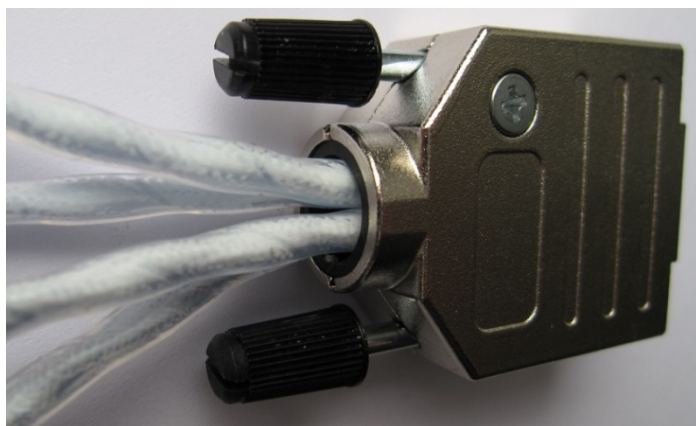


«Конфигуратор сети МКИО» позволяет быстро приступить к работе с шиной ГОСТ Р 52070-2003. Организовать обмен на шине между подключенными устройствами, произвести проверку шины, диагностировать сбои и неисправности. Разрабатывать, компилировать, исполнять, отлаживать скрипты для контроллеров шины модулей 1553UDx ещё до этапа написания своего приложения.

Удобный графический интерфейс, доступный для пошаговой настройки набор функций и подробные репортажи помогут ускорить процесс разработки приложений пользователя, сконфигурировать модули **1553UDx** на приём и передачу сообщений со всеми требованиями и особенностями шины ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B).

## 5 Аксессуары.

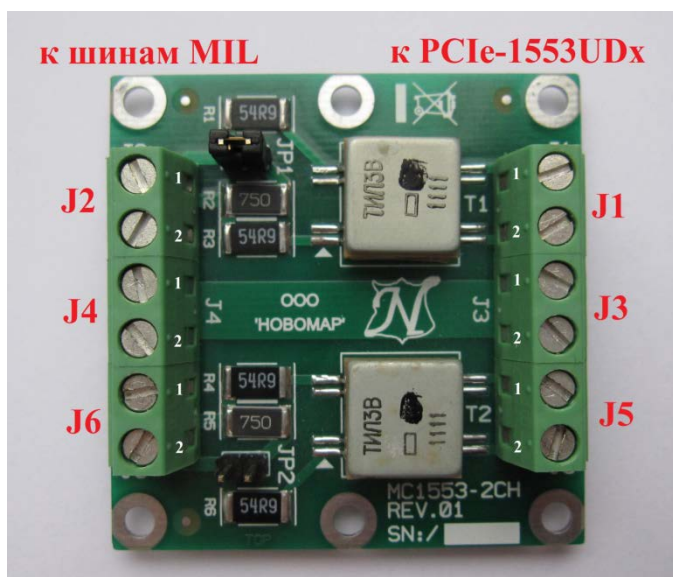
### 5.1 165X02609X – кожух разъёма DB9.



Металлический кожух разъема DB-9 позволяет надёжно фиксировать любой кабель или группу кабелей общим диаметром до 13мм. Материал корпуса: сплав цинка, никелированный.

В комплект входят втулки для фиксации кабеля диаметром 4, 5, 7 и 9мм.

### 5.2 MC1553-2CH – модуль соединительный с согласующим трансформатором.



Модуль соединительный с согласующим трансформатором используется для подключения модулей PCIe-1553UDx, mPCIe-1553UDx, XMC-1553UDx, CPCIS-1553UDx к резервированной шине ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B) по схеме трансформаторного включения.

Для обеих шин, рабочей и резервной может быть включено терминирование.

**Список исправлений и изменений**

<b>Версия</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>
1.0	20.05.2014	Документ создан.
1.1	19.01.2015	Поправлен габаритный чертеж.
1.2	26.01.2015	Изменена таблица 5 и рисунок 7.
1.3	07.10.2016	Обновлена глава " <a href="#">Условия эксплуатации</a> ".
1.4	17.10.2016	Изменены параметры потребления модуля в <a href="#">главе 1.6</a> .
1.5	31.10.2016	Уточнены параметры приёмника и передатчика в <a href="#">таблице 1</a> .
1.6	14.11.2016	Уточнены температурные параметры модуля в <a href="#">таблице 1</a> .
1.7	22.02.2017	Исправлены параметры «Время ответа ОУ» и «Значение сторожевого таймера» в <a href="#">таблице 1</a> .
1.8	29.09.2017	Добавлен раздел <a href="#">5.Аксессуары</a> .
1.9	20.12.2017	Изменён раздел <a href="#">4.ПО</a> .
1.10	08.11.2019	Обновлено значение задержек в таблице <a href="#">«Характеристики»</a> .
1.11	18.02.2020	Обновлены значения в главе <a href="#">«Варианты исполнения»</a> и таблице <a href="#">«Характеристики»</a> . Изменены главы: <a href="#">«Установка модуля в систему»</a> и <a href="#">«Программное обеспечение»</a> .
1.12	10.09.2020	Незначительные правки.
1.13	12.10.2020	Дополнен раздел 4. ОС QNX 6.5
1.14	20.10.2020	Исправлена опечатка температуры хранения.
1.15	01.04.2021	Исправлен опечатки, поправлен раздел 1.2.
1.16	06.07.2021	Исправлена неточность в таблице 1.6 Характеристики.
1.17	11.01.2023	Обновлены разделы: <a href="#">2.3 «Установка драйвера»</a> и <a href="#">4 «Программное обеспечение»</a> .