



«LAN-MIL1553UD2»

Модуль сопряжения двух каналов
МКИО ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B)
с ЛВС (Ethernet)

Техническое описание (v1.4)

22.12.2023

Содержание

1	Обзор устройства.....	3
1.1	Особенности	3
1.2	Варианты исполнения.....	4
1.3	Комплект поставки	4
1.4	Габариты модуля.....	5
1.5	Архитектура устройства.....	6
1.6	Характеристики.....	7
1.7	Условия эксплуатации.....	8
1.8	GST25Axx-PIJ – адаптер питания 220В.	9
2	Установка модуля в систему	10
2.1	Аппаратное конфигурирование.....	10
2.2	Индикация.....	10
2.3	Настройка соединения с модулем по ЛВС (Ethernet).....	10
3	Разъёмы.....	12
3.1	Разъем питания (721RA).....	12
3.2	Разъём ЛВС Ethernet 8P8C (RJ45)	13
3.3	Разъёмы DB-15-F.....	13
3.4	Способы подключения на шину MIL-STD-1553В.....	15
4	Программное обеспечение.	17
4.1	Библиотека сетевого взаимодействия.....	17
4.2	ПО настройки и обновления	17
4.3	Тестовые примеры	17
4.4	Конфигуратор сети МКИО.....	18
5	Аксессуары.....	20
5.1	165X02609X – кожух разъёма DB15.	20
5.2	МС1553-2СН – модуль соединительный с согласующим трансформатором.....	20
	Список исправлений и изменений.....	21

1 Обзор устройства

«LAN-MIL1553UD2» - модуль сопряжения двух резервированных мультиплексных каналов информационного обмена (МКИО) ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B) с ЛВС (Ethernet).

Комплект ПО для ПК позволяет использовать весь набор пользовательского ПО, уже созданного для модулей xxxxx-1553UDx с минимальными доработками.

ПО разработано для ОС: **Linux (Astra Linux) и Windows.**

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

- Поддержка сетей Ethernet 100/1000 Мбит/с;
- Поддержка протоколов TCP/IP, DHCP;
- Модуль обеспечивает работу двух 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 «LAN-MIL1553UD2» выполняют операции с минимальной нагрузкой на центральный процессор системы;
- память инструкций КШ - 16Кб, память операций КШ - 16Кб, память данных КШ - 32Кб;

1.2 Варианты исполнения

<u>LAN-</u>	<u>MIL1553</u>	<u>UD</u>	<u>2</u>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

- **LAN** – модуль сопряжения Ethernet 100/1000Мбит/с.;
- **1553** – интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B);
- **UD** – универсальное устройство;
- **2** – модуль двух резервированных каналов МКИО;

Заказ по десятичному номеру изделия - МСКЮ.468351.002

МСКЮ.468351.002-13 - настольное исполнение.

МСКЮ.468351.002-14 - исполнение с фланцевым креплением

Варианты поставки, рис. 1 и 2.

Сняты с производства:

МСКЮ.468351.002-03 - настольное исполнение.

МСКЮ.468351.002-04 - исполнение с фланцевым креплением.

1.3 Комплект поставки

- 1) Модуль сопряжения «LAN-MIL1553UD2» - 1 шт.
- 2) GST25Ахх-Р1J – адаптер питания 220В – 1 шт.
- 3) Разъем на кабель DB-15-М – 2 шт.
- 4) Кожух разъёма DB15 – 2 шт.
- 5) Самоклеющиеся шильдики, с заводскими MAC и IP адресами – 2 шт.
- 6) Этикетка – 1 шт.
- 7) Транспортная коробка – 1 шт.

Производитель может без уведомления вносить изменения в конструкцию, технологию изготовления, изменять внешний вид модуля и комплектацию без ухудшения заявленных характеристик и качества.

1.4 Габариты модуля

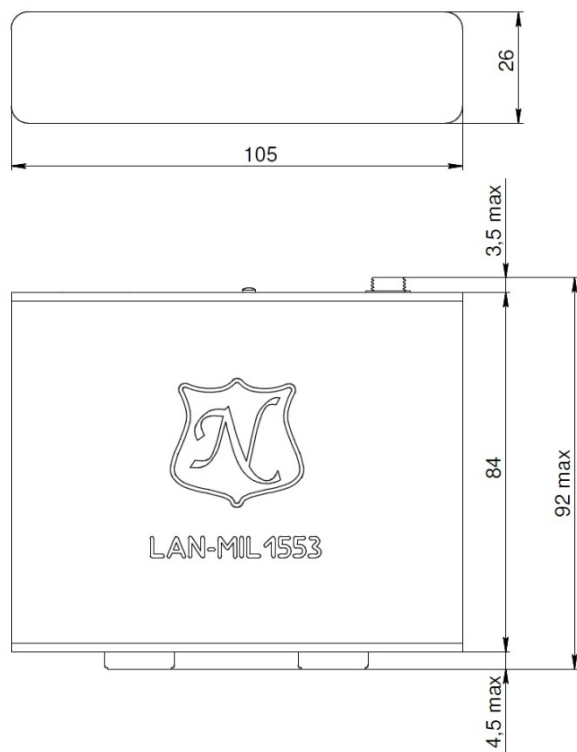


Рисунок 1 -
МСКЮ.468351.002-13

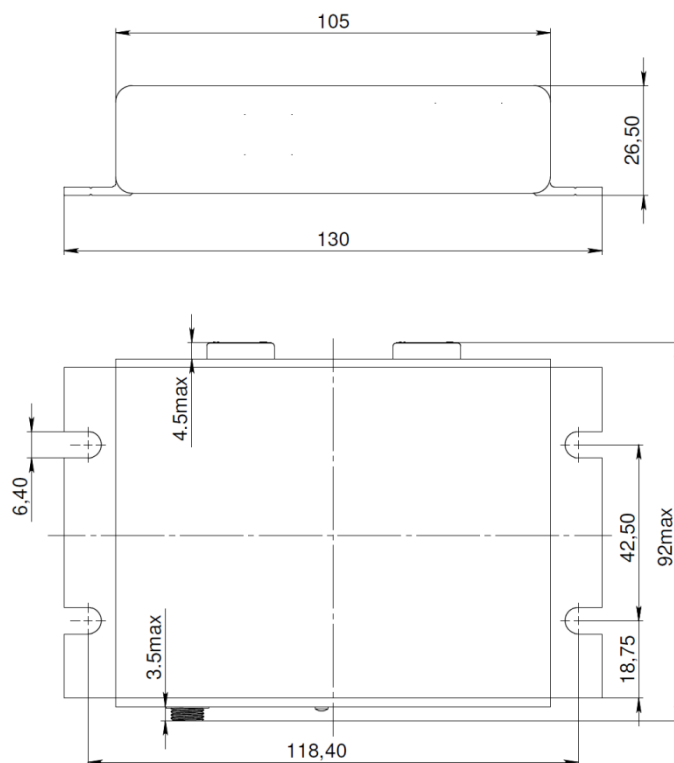


Рисунок 2
МСКЮ.468351.002-14

Все размеры в миллиметрах.

1.5 Архитектура устройства

На рисунке 2 изображены основные функциональные элементы модуля «LAN-MIL1553UD2».

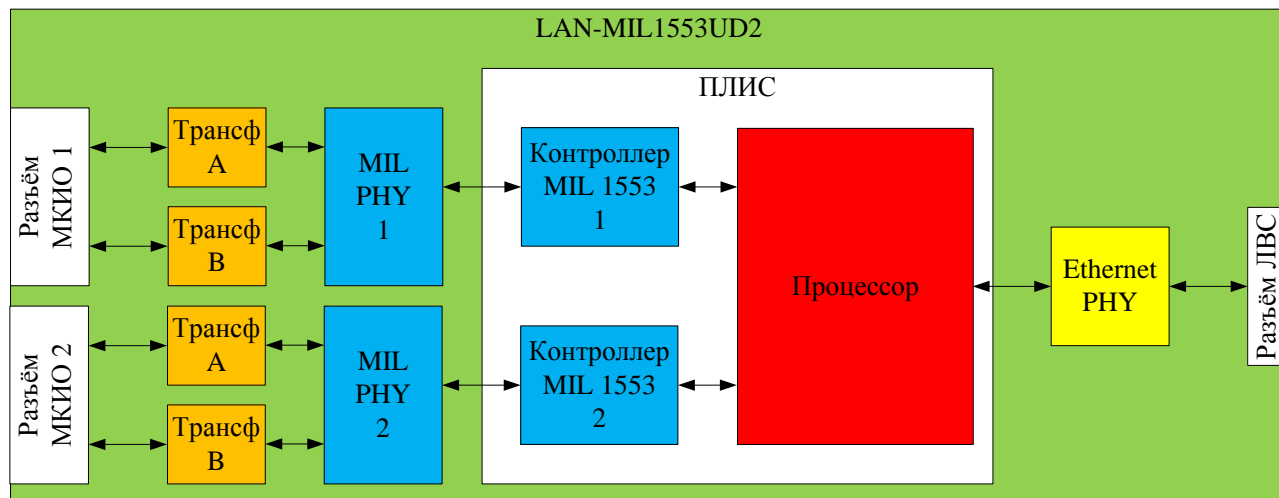


Рисунок 2 - Структурная схема

Данные и команды управления передаются по каналу ЛВС в память процессора. Процессор 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 в память процессора в режиме DMA. По запросу от клиента на ПК принятые данные передаются в память ПК по каналу ЛВС.

1.6 Характеристики

Таблица 1.1 Электрические характеристики и работа МКИО

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение	Единицы измерения
Предельные параметры: Напряжения питания	минус 40		+60	В
Параметры питания Напряжение Ток потребления (при +12 В) Пауза, нет передачи в МК Передача 100% времени	10	0,2	32 0.7	В А А
Приёмник Дифференциальное входное напряжение	0.86		40	В
Передатчик Дифференциальное выходное напряжение Время нарастания/спада сигнала	6 100	150	300	В нс
ЗНАЧЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ДЛЯ ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B) 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
Температурный диапазон: Рабочая температура Температура хранения	минус 40 минус 55		+70 +85	°С °С
Габариты (настольное исполнение) (исполнение с креплением) Масса (настольное исполнение) (исполнение с креплением)		105 x 92 x 26 130 x 92 x 26.5 не более 255 не более 260		мм мм граммов граммов

Таблица 1.2 Задержки обмена ЛВС Ethernet

Параметр	Типовые значения*			
	100Мбит/с	100Мбит/с через роутер	1Гбит/с	1Гбит/с через роутер
Доступ к одиночным регистрам				
Запись	171 мкс	173 мкс	146 мкс	157 мкс
Чтение	171 мкс	173 мкс	143 мкс	151 мкс
Запись буфера передачи	163 мкс	179 мкс	140 мкс	152 мкс
Чтение буфера DMA	220 мкс	294 мкс	194 мкс	225 мкс
	Значения могут отличаться в зависимости от конкретной системы, загрузки процессора и сети, роутера, количество промежуточных сетевых соединений. Тестирование проводилось при минимальной нагрузке на ЦП и сеть.			

1.7 Условия эксплуатации

Модуль «LAN-MIL1553UD2» сохраняет работоспособность при следующих внешних воздействующих факторах:

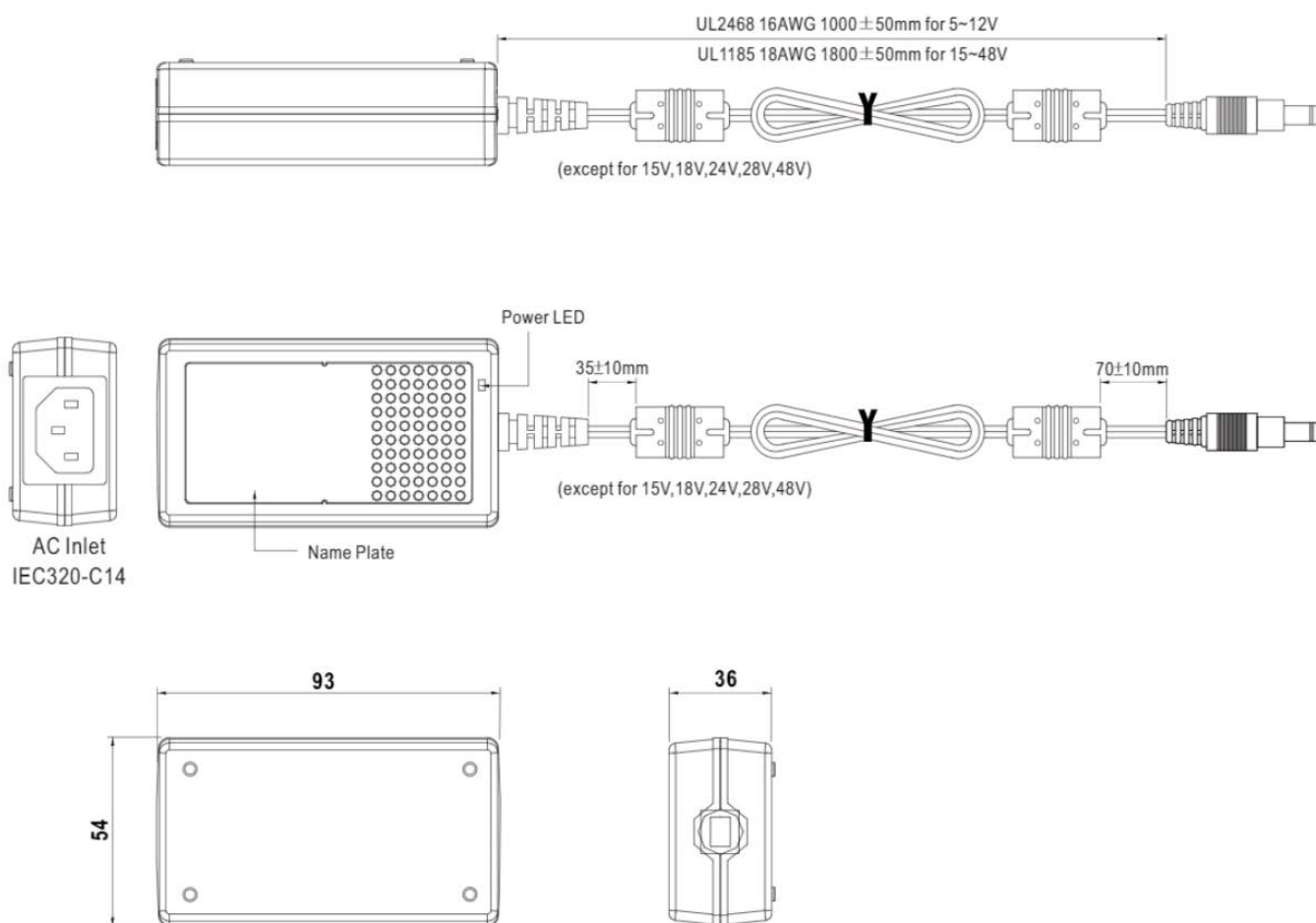
- рабочая температура: от минус 40°C до +70°C;

1.8 GST25Ахх-Р1J – адаптер питания 220В.

Адаптер питания входит в комплект поставки.



Подробно с параметрами можно ознакомиться в [техническом описании](#) на адаптер. (Кабель питания 220В в комплект не входит.)



2 Установка модуля в систему

Перед использованием модуль «LAN-MIL1553UD2» может потребоваться установить настройки сети Ethernet

2.1 Аппаратное конфигурирование

Модуль не имеет аппаратных переключателей для конфигурирования. Все настройки выполняются программным способом.

Кабели МКИО должны быть заранее изготовлены с учётом выбранного [типа подключения](#).

2.2 Индикация

На корпусе модуля два трёхцветных светодиода.

«Готовность» - готовность модуля к работе:

- Выключен – питание отключено или неисправен блок питания;
- Оранжевый – питание включено;
- Зелёный – модуль готов к работе;

«Интерфейс с ПК» - состояние подключения по сети.

- Выключен – нет подключения по ЛВС;
- Оранжевый – есть подключение по ЛВС;
- Зелёный – установлено соединение с клиентом на ПК;
- Красный – сбой самодиагностики;

2.3 Настройка соединения с модулем по ЛВС (Ethernet)

1. Подключите модуль непосредственно к ПК или коммутатору Ethernet.

2. Включите питание модуля. Через 20 секунд после включения и при оранжевом цвете индикатора «Интерфейс с ПК» модуль готов к работе.

Заводская настройка IP-адреса: 192.168.1.240

Если к ПК подключено несколько модулей LAN-MIL1553UDx, обратите внимание на их IP адреса. Недопустимо иметь в сети модули с одним и тем же IP-адресом. Настраивайте модули с одним адресом последовательно.

3. Если подсеть ПК отличается от 192.168.1.x измените IP-адрес ПК принудительно на 192.168.1.x с маской 255.255.255.0. В этом случае модуль должен быть подключен к ПК напрямую.

4. Проверьте связь ПК с модулем, например, командой:

“ping 192.168.1.240” Результатом должен стать устойчивый ответ с инкрементом номера последовательности и временем ответа.

5. Запустите программу конфигурации модулей “MilEthUsbUpdate”.

Установите нужный IP-адрес, маску сети, шлюз (только при необходимости) для постоянной работы с модулем.

MAC-адрес модуля меняйте только при необходимости! Зафиксируйте на удобном носителе новое значение для себя и других пользователей. Для тех, кто будет менять настройки IP-адреса на **DHCP** это важно!

Сохраните настройки.

Перезагрузите модуль из программы конфигурации или выключите-включите питание.

Запустите программу конфигурации снова и убедитесь, что модуль доступен по новому адресу. *При изменении подсети, измените её также и на ПК.*

6. Если настройки модуля были изменены на «DHCP» (модуль должен получать IP-адрес у DHCP-сервера), найти модуль можно по MAC-адресу, указанному на этикетке модуля. Например, командой “arp -a” или “arp -a | grep ” и далее MAC модуля.

IP-адрес модуля с такой настройкой необходимо уточнять при каждом подключении к сети Ethernet.

7. Сброс настроек до заводских.

Для сброса настроек необходимо нажать кнопку «Сброс» и удерживать в течении 3 секунд.

Кнопка расположена в корпусе модуля для исключения случайного нажатия и доступна через отверстие диаметром 2мм.

Заводские настройки: IP и MAC-адреса сразу применяются для текущего сеанса работы (перезагрузка или выключение питания не требуется), и сохраняются для последующих сеансов работы с модулем.

Для изменения настроек воспользуйтесь программой “MilEthUsbUpdate”.

3 Разъёмы

Модуль «LAN-MIL1553UD2» имеет внешние разъёмы: **721RA** для подачи питания, два разъёма DB-15-F для подключения к шинам МКИО, один 8P8C(RJ45) для подключения к ЛВС (Ethernet).

Детальное описание разъемов и способы их подключения приведены ниже. Условные обозначения в таблицах:

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 питания (721RA)



721RA



Полярность разъёма

Рисунок 3 – Разъём питания 721RA

Таблица 3.1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	PWR	P	Питание
2	Gnd	P	Общий 0В

Для ответной части: центральный контакт $\varnothing 2.1$ мм, внешний $\varnothing 5.5$ мм, длина 10мм.

Резьба: 5/16-32 UNEF-2A, метрический эквивалент – M8x0,75.

ВНИМАНИЕ!

Сигнал Gnd (Общий 0В) электрически соединен с корпусом модуля!

3.2 Разъём ЛВС Ethernet 8P8C (RJ45)

Разъемы 8P8C предназначены для подключения к интерфейсу Ethernet .

Поддерживаются сети со скоростями соединения 100 и 1000Мбит/с.

Таблица 3.2

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	BI_DA+	I/O	Линия А «+»
2	BI_DA-	I/O	Линия А «-»
3	BI_DB+	I/O	Линия В «+»
4	BI_DC+	I/O	Линия С «+»
5	BI_DC-	I/O	Линия С «-»
6	BI_DB-	I/O	Линия В «-»
7	BI_DD+	I/O	Линия D «+»
8	BI_DD-	I/O	Линия D «-»

3.3 Разъемы DB-15-F.

Разъемы DB-15-F предназначены для подключения к интерфейсу MIL-STD-1553В. В качестве ответной части подойдет любой разъем формата DB-15-M.

В таблицах 3.3 и 3.4 описано расположение и назначение выводов разъемов DB-15-F «МКИО 1» и «МКИО 2» соответственно.

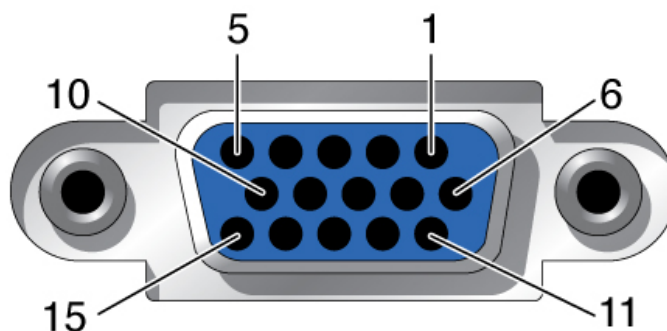


Рисунок 4. Разъем DB-15-F.

Ответная часть разъема DB-15-M и корпус на кабель поставляются в комплекте.

Таблица 3.3 Разъём МКИО 1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	1A2_N	IO	Отрицательный сигнал шины А канал 1, схема включения с согласующим трансформатором
2	1A2_P	IO	Положительный сигнал шины А канал 1, схема включения с согласующим трансформатором
3	1A1_N	IO	Отрицательный сигнал шины А канал 1, схема включения без согласующего трансформатора
4	1A_RES	IO	Терминирующий резистор 75 Ом шины А канал 1
5	1A1_P	IO	Положительный сигнал шины А канал 1, схема включения без согласующего трансформатора
6-10	GND	P	Общий 0В
11	1B1_P	IO	Положительный сигнал шины В канал 1, схема включения без согласующего трансформатора
12	1B_RES	IO	Терминирующий резистор 75 Ом шины В канал 1
13	1B1_N	IO	Отрицательный сигнал шины В канал 1, схема включения без согласующего трансформатора
14	1B2_P	IO	Положительный сигнал шины В канал 1, схема включения с согласующим трансформатором
15	1B2_N	IO	Отрицательный сигнал шины В канал 1, схема включения с согласующим трансформатором

Таблица 3.4 Разъём МКИО 2

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	2A2_N	IO	Отрицательный сигнал шины А канал 2, схема включения с согласующим трансформатором
2	2A2_P	IO	Положительный сигнал шины А канал 2, схема включения с согласующим трансформатором
3	2A1_N	IO	Отрицательный сигнал шины А канал 2, схема включения без согласующего трансформатора
4	2A_RES	IO	Терминирующий резистор 75 Ом шины А канал 2
5	2A1_P	IO	Положительный сигнал шины А канал 2, схема включения без согласующего трансформатора
6-10	GND	P	Общий 0В
11	2B1_P	IO	Положительный сигнал шины В канал 2, схема включения без согласующего трансформатора
12	2B_RES	IO	Терминирующий резистор 75 Ом шины В канал 2
13	2B1_N	IO	Отрицательный сигнал шины В канал 2, схема включения без согласующего трансформатора
14	2B2_P	IO	Положительный сигнал шины В канал 2, схема включения с согласующим трансформатором
15	2B2_N	IO	Отрицательный сигнал шины В канал 2, схема включения с согласующим трансформатором

3.4 Способы подключения на шину MIL-STD-1553B.

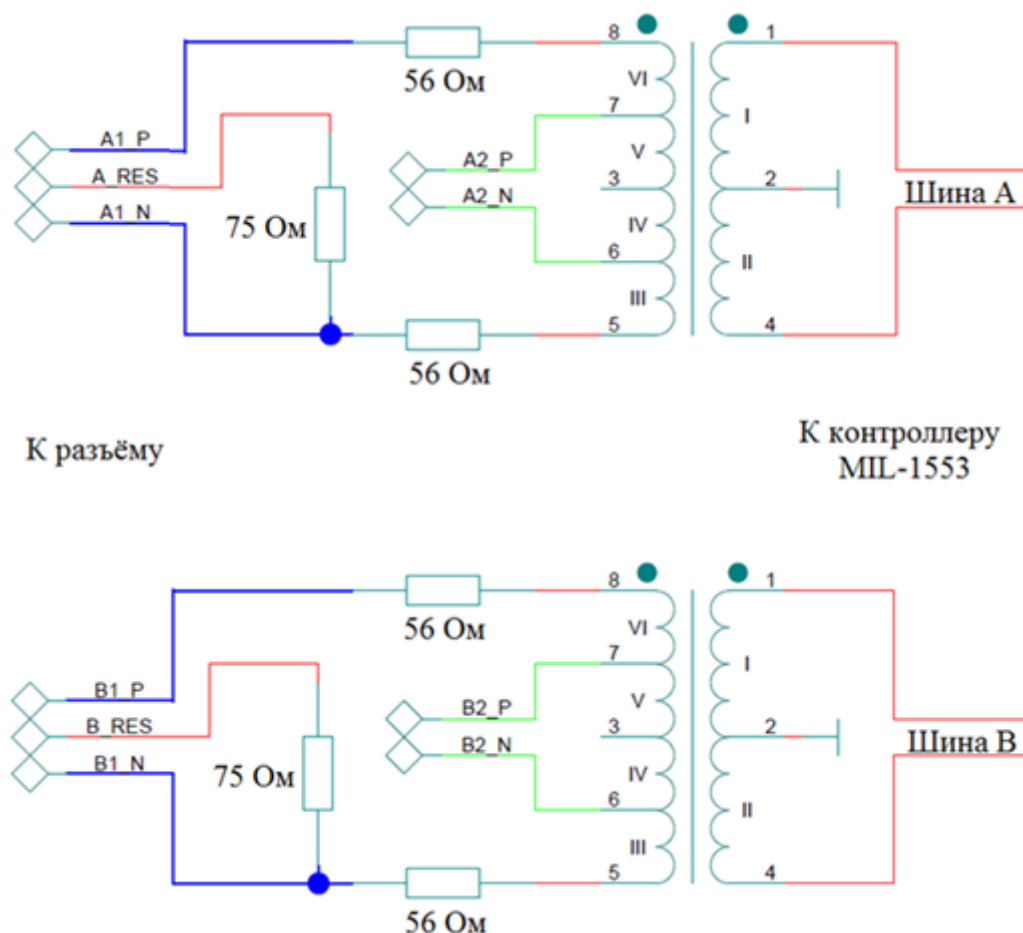
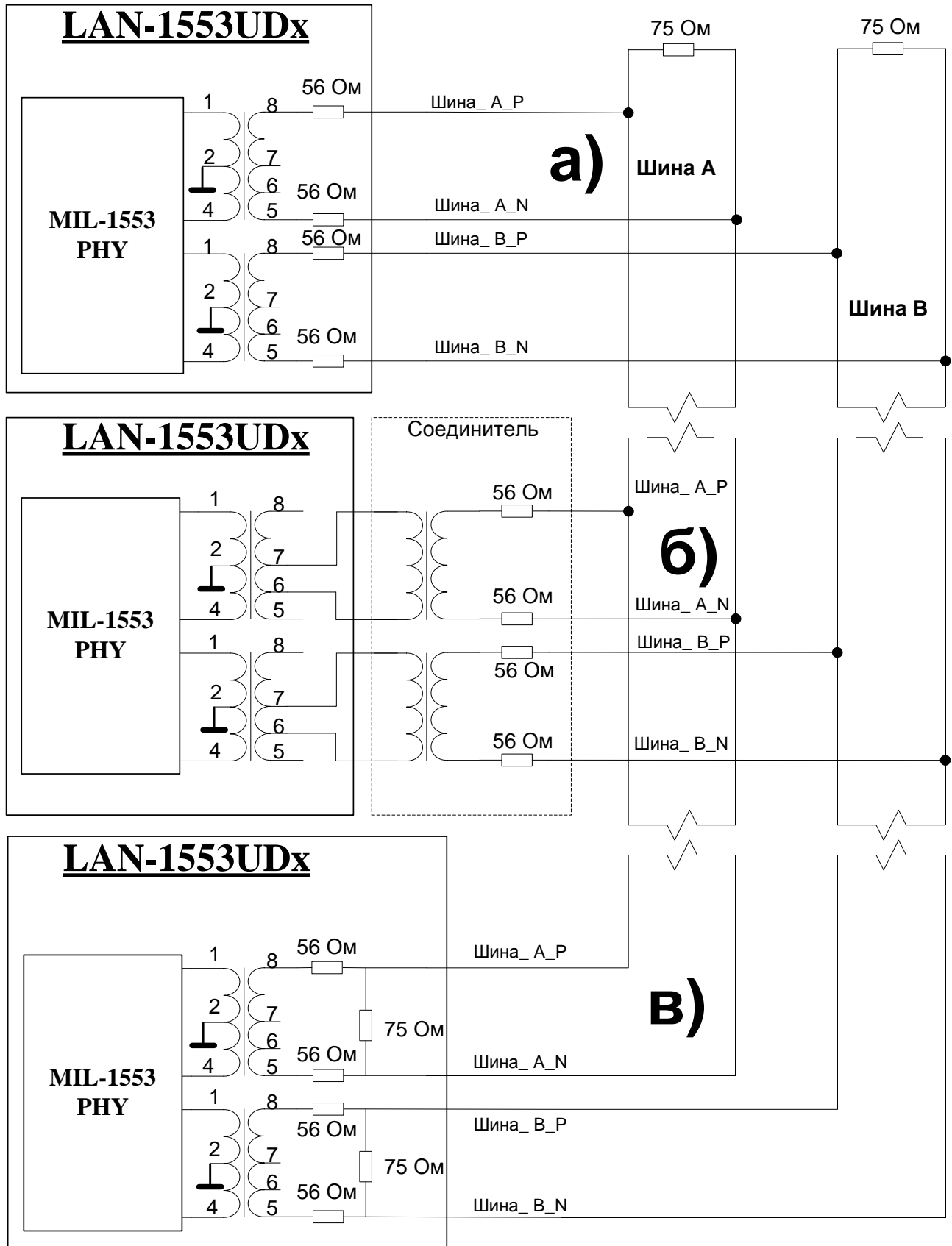


Рисунок 5. Схема выходного каскада одного из каналов

Первый вариант включения «LAN-MIL1553UD2» к шине MIL-STD-1553 без согласующего трансформатора рис. 6. **а**). Для этого необходимо подключить шину «А» интерфейса MIL-STD-1553 к контактам A1_P/A1_N, разъема J1 (DB-15-F) рисунок 6, с соблюдением полярности. Шину «В» подключить к контактам B1_P/B1_N разъема J1 (DB-15-F), с соблюдением полярности.

Второй вариант включения «LAN-MIL1553UD2» к шине MIL-STD-1553 через согласующий трансформатор рис. 6. **б**). Для этого необходимо подключить шину «А» интерфейса MIL-STD-1553 к контактам A2_P/A2_N разъема J1 (DB-15-F) рисунок 6, с соблюдением полярности. Шину «В» подключить к контактам B2_P/B2_N разъема J1 (DB-15-F), с соблюдением полярности.

Третий вариант включения «LAN-MIL1553UD2» к шине MIL-STD-1553 без согласующего трансформатора с использованием терминирующего резистора установленного на модуле «LAN-MIL1553UD2», рис. 6. **в**). Данный вариант позволяет использовать терминирующий резистор 75 Ом установленный в модуле. Включение производится так же как и в первом варианте включения. Для подключения терминирующий резистора для шины «А» необходимо замкнуть контакт A_P разъема J1 (DB-15-F), рисунок 6, с контактом A_RES, для шины «В», замкнуть контакты B_P и B_RES соответственно.



х – UD2; UD1

Рисунок 6 - Способы включения на шину

4 Программное обеспечение.

4.1 Библиотека сетевого взаимодействия

Для модулей LAN-MIL1553UDx разработан комплект ПО для работы в ОС семейства Linux и Windows.

Библиотека сетевого взаимодействия для Linux протестирована в ОС: **Astra Linux 1.6 «Смоленск»**, **Astra Linux 2.12 «Орёл»**, **Ubuntu 18.04 LTS**, **Ubuntu 20.04 LTS**, **Ubuntu 22.04 LTS**.

Библиотека сетевого взаимодействия для Windows протестирована в ОС: **Windows 7** и **Windows 10**.

Библиотека сетевого взаимодействия подобна библиотеке системного взаимодействия модулей PCIe-1553UDx, mPCIe-1553UDx, XMC-1553UDx, CPCIS-1553UDx, USB-MIL1553UDx. Возможно их совместное использование при работе с модулями разных видов. В исходных текстах тестового ПО подробно показано как работать с устройствами разных видов.

Подробное описание библиотеки содержится в «Руководстве программиста» для соответствующего семейства ОС.

4.2 ПО настройки и обновления

MilEthUsbUpdate – программа для настройки модулей LAN-MIL1553UDx. Позволяет установить IP-адрес, MAC. А также обновить Firmware модуля.

Подробное описание содержится в «Руководстве оператора».

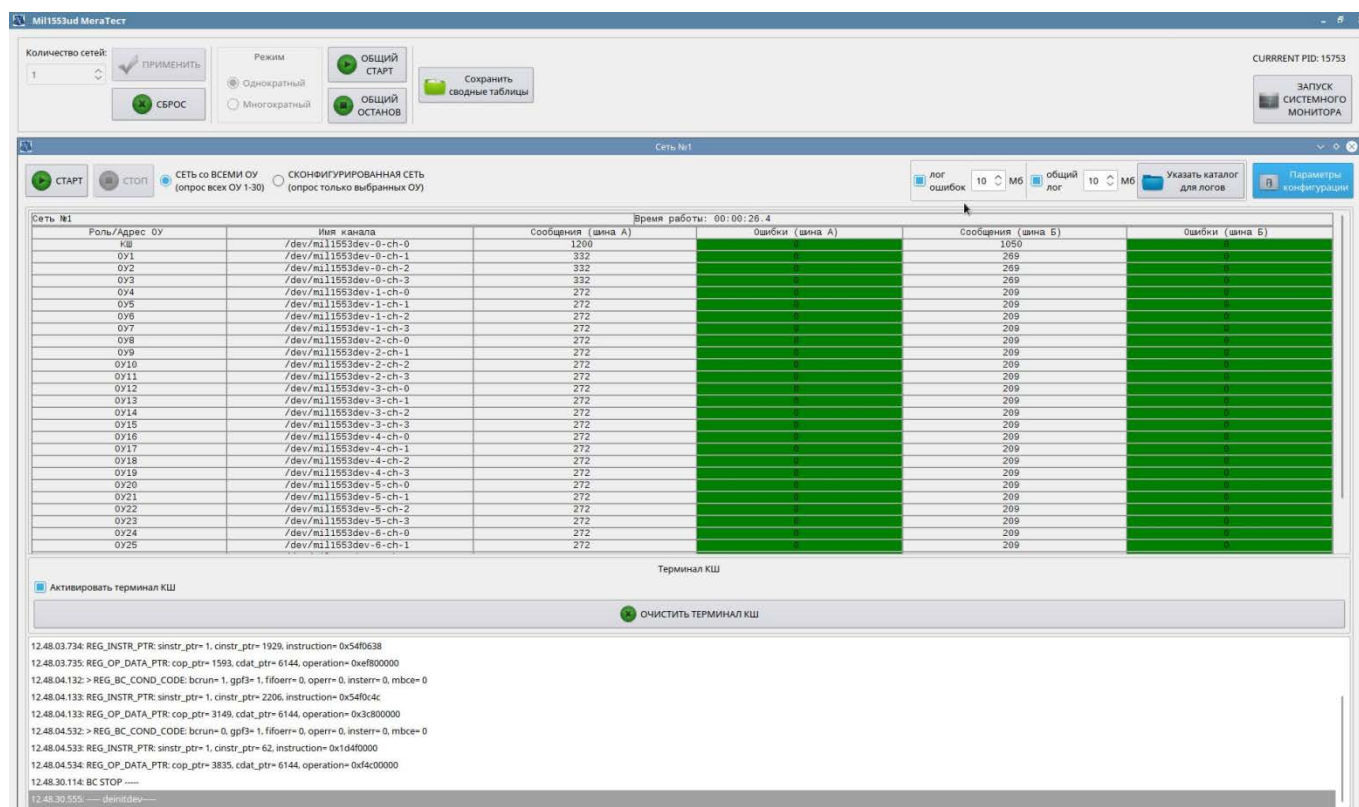
4.3 Тестовые примеры

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 отчет 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.

Mil1553udMegaTest написан на языке «С++» с использованием фреймворка QT. Исходные тексты программы снабжены подробными комментариями для облегчения начала разработки пользовательского ПО.



Тест может быть использован для проверки работоспособности модулей и проверки соединения каналов между модулями.

4.4 Конфигуратор сети МКИО

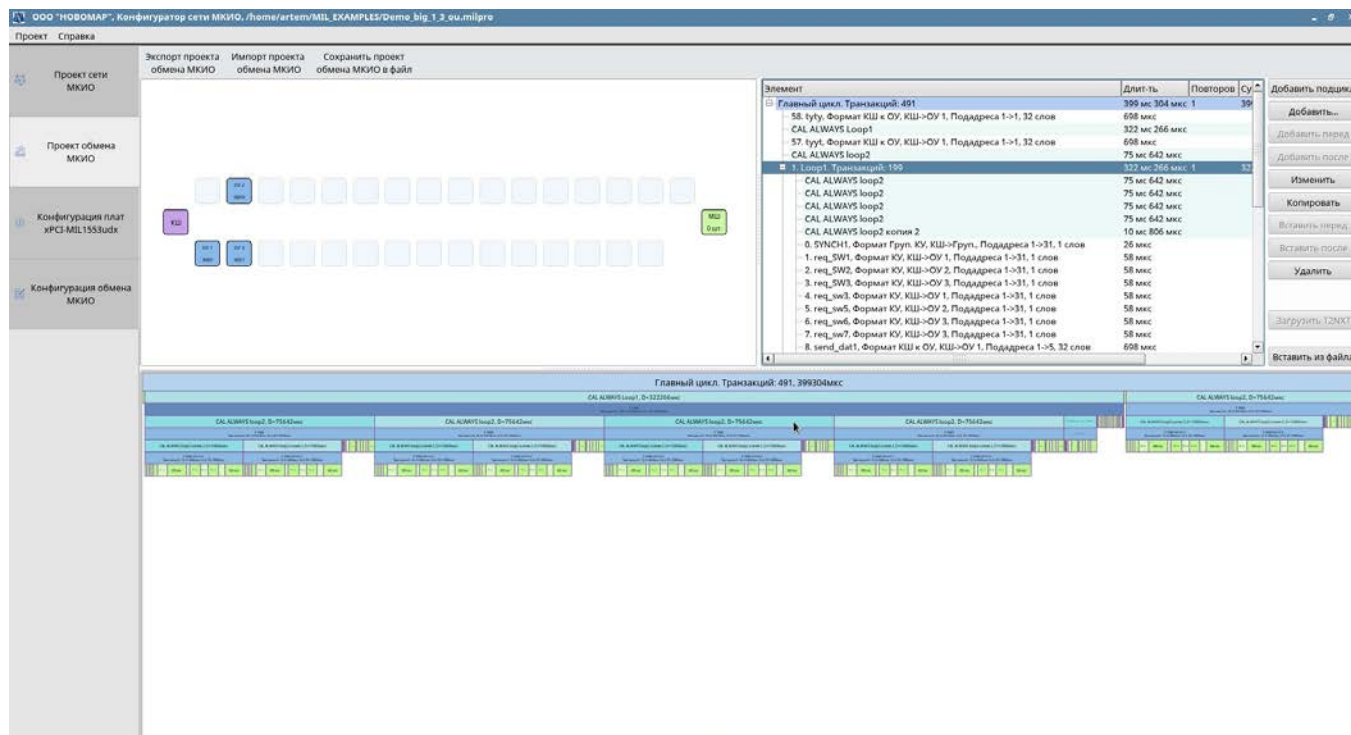
«Конфигуратор сети МКИО» – среда разработки для группы модулей **1553UDx** (PCIe-1553UDx, LPCiE-1553UDx, mPCIe-1553UDx, XMC-1553UDx, CPCIS-1553UDx, LAN-MIL1553UDx, USB-MIL1553UDx).

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).

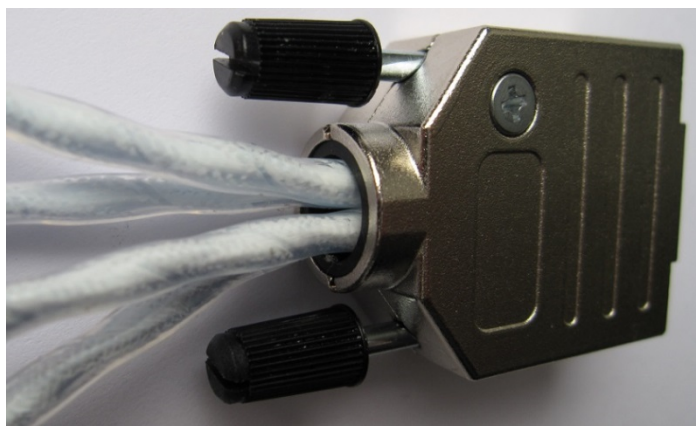


«Конфигуратор сети МКИО» позволяет быстро приступить к работе с шиной ГОСТ Р 52070-2003. Организовать обмен на шине между подключенными устройствами, произвести проверку шины, диагностировать сбои и неисправности. Разрабатывать, компилировать, исполнять, отлаживать скрипты для контроллеров шины модулей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

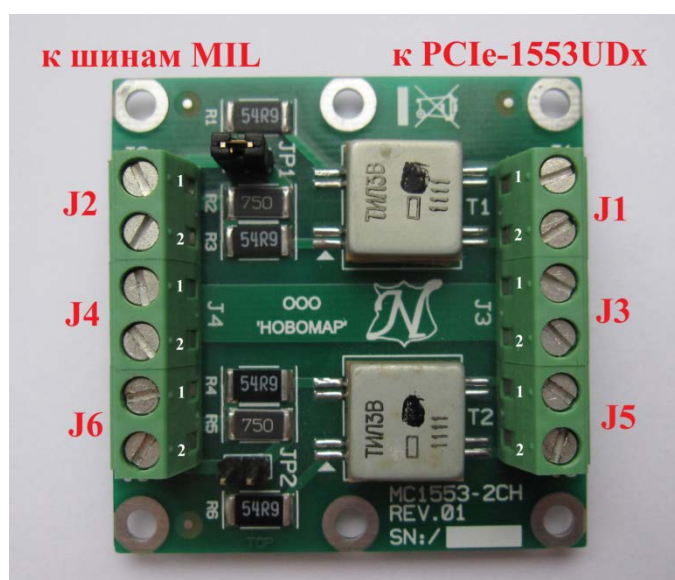
5.1 165X02609X – кожух разъёма DB15.



Металлический кожух разъема DB-15 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

Версия	Дата	Изменение
1.0	14.07.2022	Документ создан
1.1	10.11.2022	Исправлен габаритный чертёж модуля МСКЮ.468351.002-04. Уточнены размеры и положение крепёжных отверстий.
1.2	09.02.2023	Добавлено описание адаптера питания 220В. Обновлено описание ПО.
1.3	21.07.2023	Исправлена схема выходного каскада на рис.5 .
1.4	22.12.2023	Дополнен раздел 1.2 Варианты исполнения . Добавлен раздел 1.3 Комплект поставки . Уточнены параметры раздел 1.6 Характеристики .