



«LAN-MIL1553UD2»

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

Техническое описание (v1.2)

11.11.2022

Содержание

1	Обзор устройства.....	3
1.1	Особенности	3
1.2	Варианты исполнения.....	4
1.3	Габариты модуля.....	4
1.4	Архитектура устройства.....	5
1.5	Характеристики.....	6
1.6	Условия эксплуатации.....	7
2	Установка модуля в систему	8
2.1	Аппаратное конфигурирование.....	8
2.2	Индикация.....	8
2.3	Настройка соединения с модулем по ЛВС (Ethernet).....	8
3	Разъёмы.....	10
3.1	Разъем питания (721RA).....	10
3.2	Разъём ЛВС Ethernet 8P8C (RJ45)	11
3.3	Разъёмы DB-15-F.....	11
3.4	Способы подключения на шину MIL-STD-1553B.....	13
4	Программное обеспечение.	15
4.1	Библиотека сетевого взаимодействия	15
4.2	ПО настройки и обновления	15
4.3	Тестовые примеры	15
4.4	MIL-1553 Device SDK.....	16
5	Аксессуары.....	17
5.1	MC1553-2CH – модуль соединительный с согласующим трансформатором.....	17
	Список исправлений и изменений.....	18

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)**.

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>

1) Функциональность:

- **LAN** – Модуль сопряжения с ЛВС (Ethernet).
 - Тип линии и протокол обмена:
 - **1553** – Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553B);
 - Функциональное назначение:
 - **UD** – Универсальное устройство;
 - Количество резервированных каналов:
 - **2** – модуль двух резервированных каналов МКЮ;

1.3 Габариты модуля

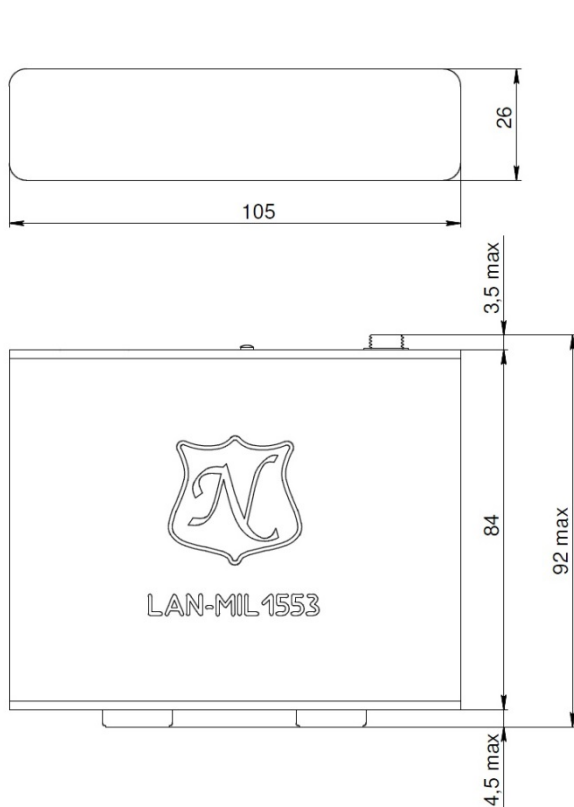


Рисунок 1 - Габаритный чертеж
МСКЮ.468351.002-03
Все размеры в миллиметрах.

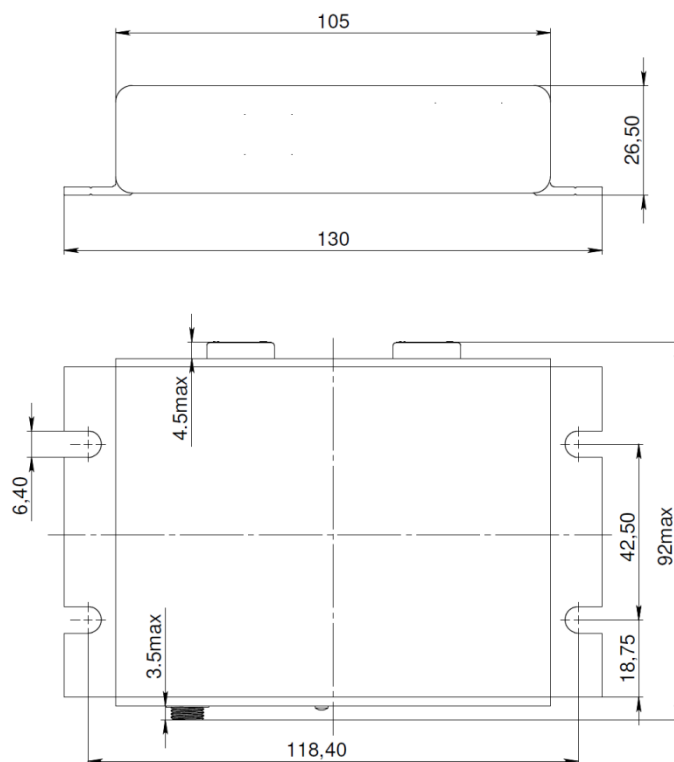


Рисунок 2 - Габаритный чертеж
МСКЮ.468351.002-04

1.4 Архитектура устройства

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

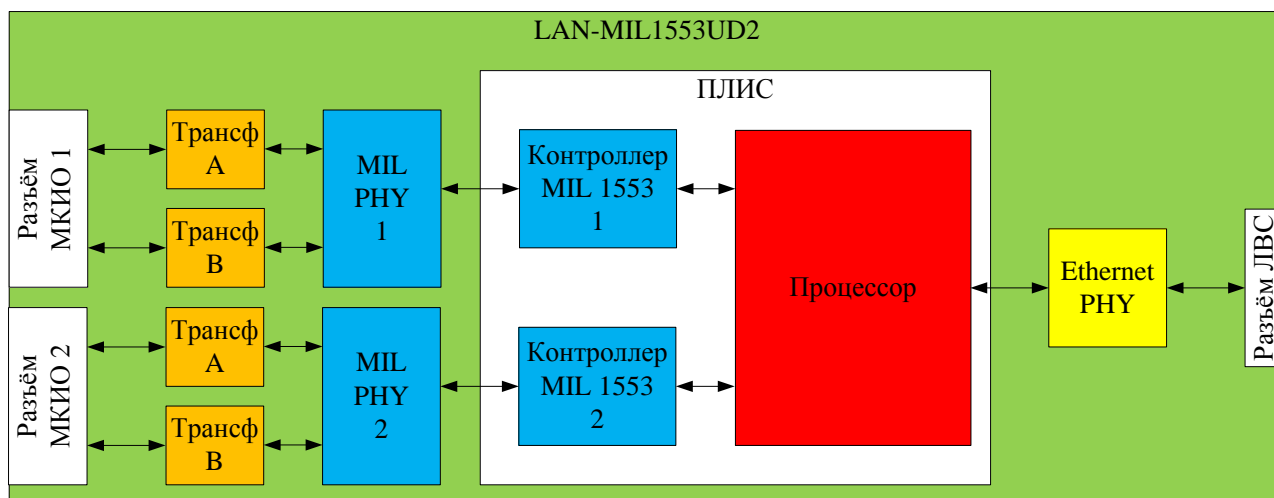


Рисунок 2 - Структурная схема

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.

1.5 Характеристики

Таблица 1.1 Электрические характеристики и работа МКИО

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение	Единицы измерения
Предельные параметры: + 12 В напряжения питания	минус 0.5		+17	В
Параметры питания Напряжение +12 В Ток потребления +12 В Пауза, нет передачи в МК Передача 100% времени	9.6	12 0,2	14.6 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 26.5 225 230		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	161 мкс	163 мкс	136 мкс	147 мкс
Чтение	161 мкс	163 мкс	133 мкс	141 мкс
Запись буфера передачи	153 мкс	169 мкс	130 мкс	142 мкс
Чтение буфера DMA	470 мкс	563 мкс	438 мкс	470 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.			

1.6 Условия эксплуатации

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

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

2 Установка модуля в систему

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

Возможно настроить модуль в лабораторных условиях: выполнить настройки, сохранить и устанавливать в рабочую систему модуль, уже полностью готовый к эксплуатации.

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” если нужно изменить настройки соединения

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.

Впишите новое значение IP-адреса в настройках ПО (для тестового ПО см. соответствующий документ). Запустите 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.

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 разъёмов 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 Разъём питания (721RA)



721RA



Полярность разъёма

Рисунок 3 – Разъём питания 721RA

Таблица 3.1

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	+12	P	Питание
2	Gnd	P	Общий 0В

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.

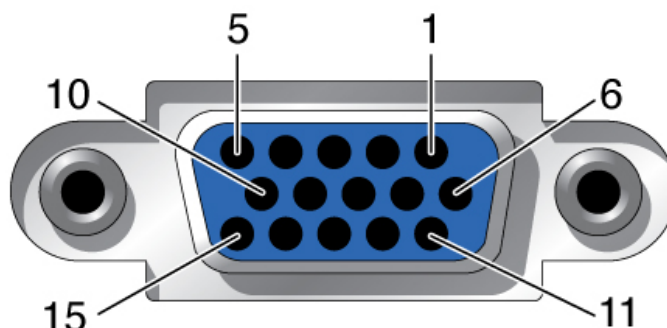


Рисунок 4. Разъем DB-15-F.

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.

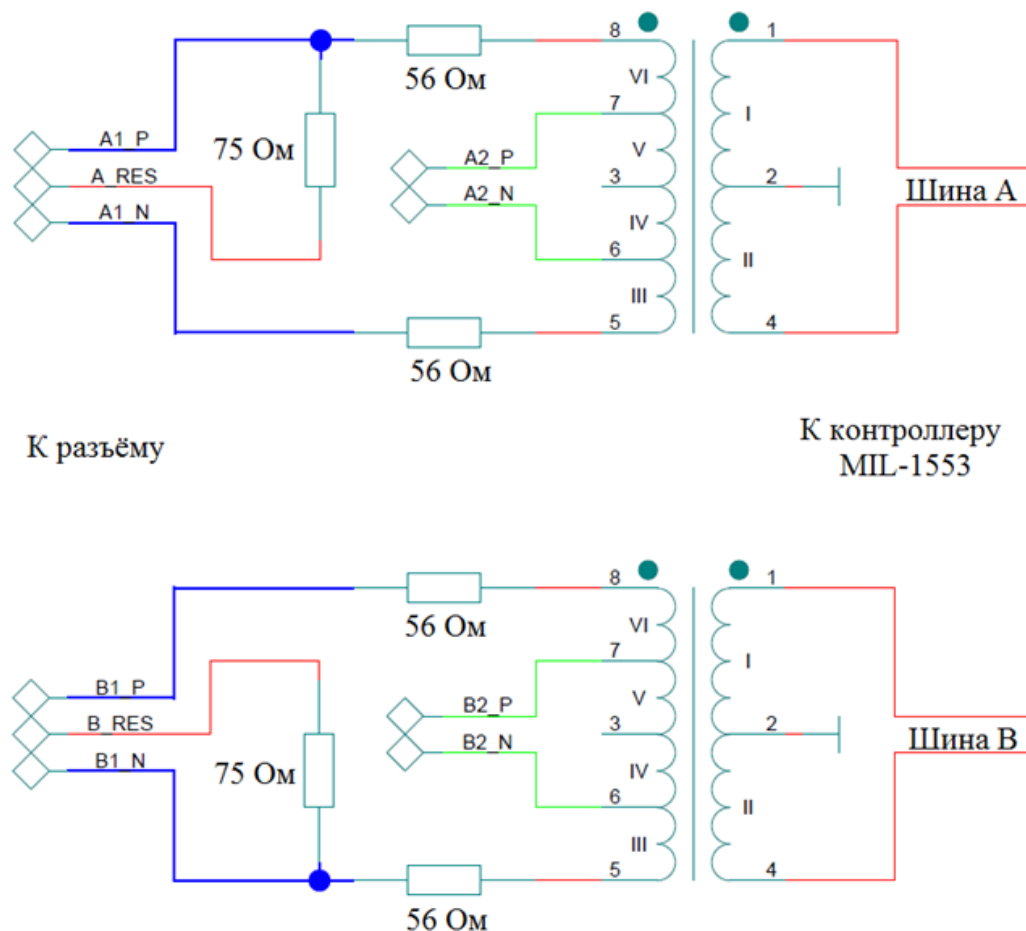
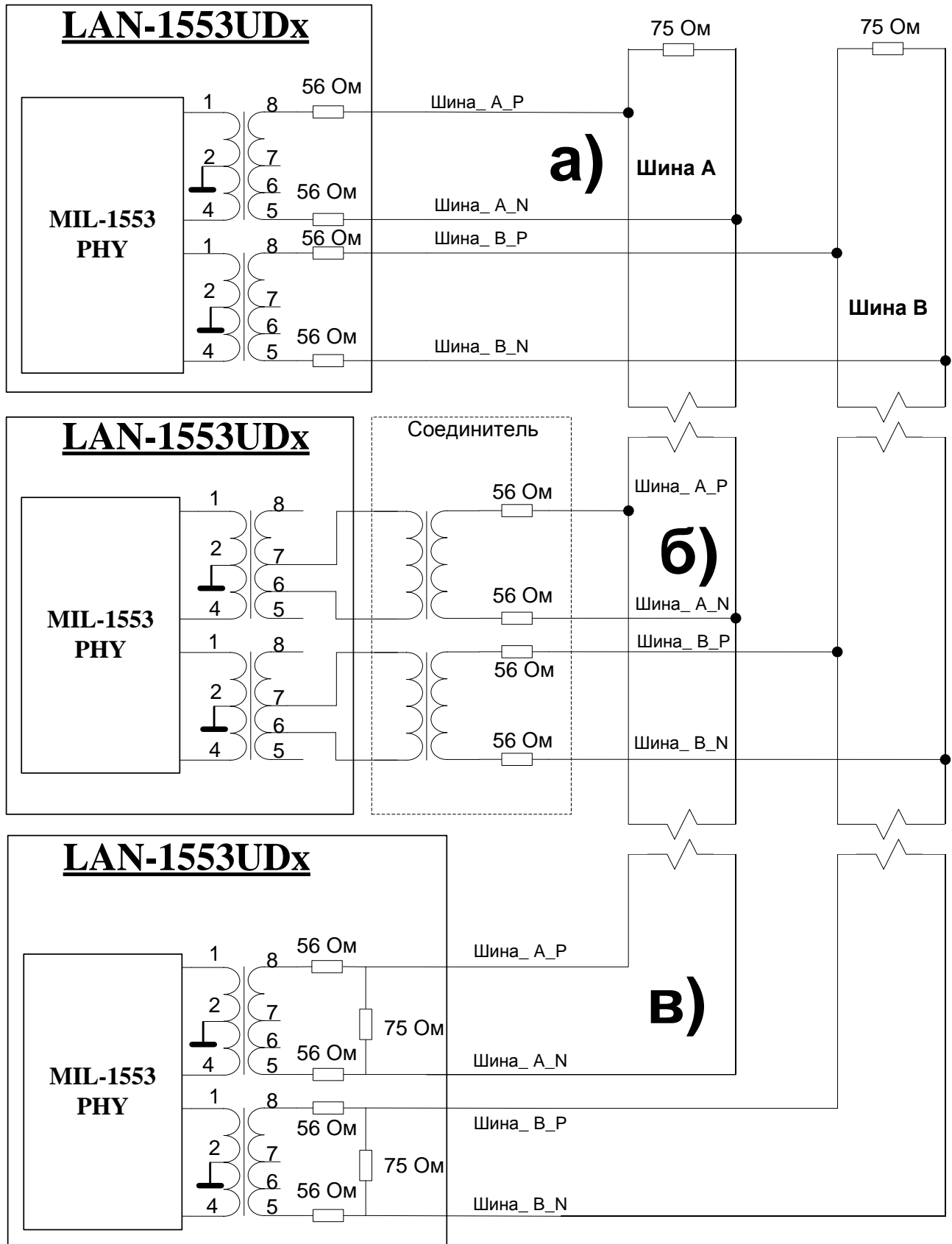


Рисунок 5. Схема выходного каскада одного из каналов

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_N 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 для ОС семейства Linux протестирована в ОС: **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.**

Библиотека для ОС Windows доступна в статическом и динамическом виде 32 и 64-бит. Библиотека протестирована в ОС: **Windows 7, Windows 10.**

Подробное описание библиотеки содержится в «Руководстве программиста».

4.2 ПО настройки и обновления

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

4.3 Тестовые примеры

DMAtest – простой тестовый пример работы с драйвером и библиотекой взаимодействия. 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 с разными типами устройств (PCIe, USB, LAN) в одной сети MIL-1553 с распределением режимов работы и адресов ОУ.

Mil1553udLinuxMegaTest – тестовая программа, использующая максимальное число функций библиотеки взаимодействия. Тест позволяет сконфигурировать от одной до четырёх сетей МКIU и запустить в них интенсивный обмен сообщениями.

Сеть №1	Роль/Адрес ОУ	Имя канала	Сообщения (шина А)	Время работы: 00:00:26.4	Ошибки (шина А)	Сообщения (шина Б)	Ошибки (шина Б)
	КШ	/dev/mil1553dev-0-ch-0	1200			1050	
	0x1	/dev/mil1553dev-0-ch-1	332			269	
	0x2	/dev/mil1553dev-0-ch-2	332			269	
	0x3	/dev/mil1553dev-0-ch-3	332			269	
	0x4	/dev/mil1553dev-1-ch-0	272			209	
	0x5	/dev/mil1553dev-1-ch-1	272			209	
	0x6	/dev/mil1553dev-1-ch-2	272			209	
	0x7	/dev/mil1553dev-1-ch-3	272			209	
	0x8	/dev/mil1553dev-2-ch-0	272			209	
	0x9	/dev/mil1553dev-2-ch-1	272			209	
	0x10	/dev/mil1553dev-2-ch-2	272			209	
	0x11	/dev/mil1553dev-2-ch-3	272			209	
	0x12	/dev/mil1553dev-3-ch-0	272			209	
	0x13	/dev/mil1553dev-3-ch-1	272			209	
	0x14	/dev/mil1553dev-3-ch-2	272			209	
	0x15	/dev/mil1553dev-3-ch-3	272			209	
	0x16	/dev/mil1553dev-4-ch-0	272			209	
	0x17	/dev/mil1553dev-4-ch-1	272			209	
	0x18	/dev/mil1553dev-4-ch-2	272			209	
	0x19	/dev/mil1553dev-4-ch-3	272			209	
	0x20	/dev/mil1553dev-5-ch-0	272			209	
	0x21	/dev/mil1553dev-5-ch-1	272			209	
	0x22	/dev/mil1553dev-5-ch-2	272			209	
	0x23	/dev/mil1553dev-5-ch-3	272			209	
	0x24	/dev/mil1553dev-6-ch-0	272			209	
	0x25	/dev/mil1553dev-6-ch-1	272			209	

```

12:48:03.734: REG_INSTR_PTR: sinstr_ptr=1, cinstr_ptr=1929, instruction=0x340638
12:48:03.735: REG_OP_DATA_PTR: cop_ptr=1993, cdat_ptr=6144, operation=0xf600000
12:48:04.132: REG_BC_COND_CODE: bcrun=1, ggd=1, ffler=0, oper=0, miter=0, mbce=0
12:48:04.133: REG_INSTR_PTR: sinstr_ptr=1, cinstr_ptr=2206, instruction=0x34064c
12:48:04.133: REG_OP_DATA_PTR: cop_ptr=3149, cdat_ptr=6144, operation=0x3800000
12:48:04.532: REG_BC_COND_CODE: bcrun=0, ggd=1, ffler=0, oper=0, miter=0, mbce=0
12:48:04.533: REG_INSTR_PTR: sinstr_ptr=1, cinstr_ptr=62, instruction=0x1648000
12:48:04.534: REG_OP_DATA_PTR: cop_ptr=3835, cdat_ptr=6144, operation=0xf6c0000
12:48:30.114: BC_STOP
12:48:30.555: -----
  
```

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

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.

4.4 MIL-1553 Device SDK

MIL-1553 Device SDK – среда разработки для группы модулей **1553UDx** (PCIe-1553UDx, mPCIe-1553UDx, XMC-1553UDx, CPCIS-1553UDx), LAN-MIL1553UDx, USB-MIL1553UDx.

SDK 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 SDK 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 SDK обеспечивает полный доступ ко всем регистрам модуля с отображением значений полей регистра, с учётом выбранного режима работы канала.

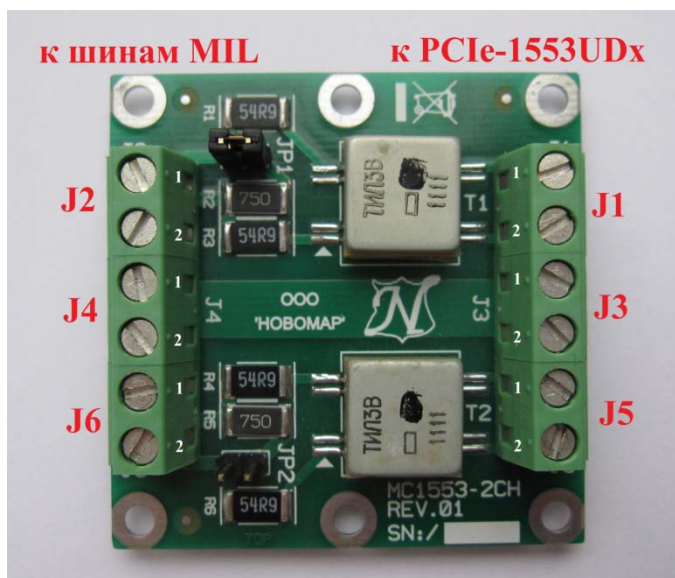
Результатом выполнения программы будет 16-ричный код областей памяти операций и инструкций для загрузки в контроллер шины (КШ).

SDK 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 MC1553-2CH – модуль соединительный с согласующим трансформатором.



Модуль соединительный с согласующим трансформатором используется для подключения модулей PCIe-1553UDx, mPCIe-1553UDx, XMC-1553UDx, CPCIS-1553UDx, USB-1553UDx, LAN-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	11.11.2022	Исправлены главы 2 «Установка модуля в систему» и 4 «Программное обеспечение».