



«mPCIe–TTCAN»

Модуль двух независимых каналов
интерфейса ISO 11898-4
(CAN Bus с дополнением TTCAN)

Техническое описание (v1.10)

03.07.2023

ООО «НОВОМАР»

Оглавление

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
1.5 Схема защиты ИС приемопередатчиков CAN.....	7
1.6 Характеристики.....	8
1.7 Условия эксплуатации.....	9
2. Установка модуля в систему.	10
2.1 Аппаратное конфигурирование.....	10
2.2 Настройки BIOS.....	10
2.3 Установка драйвера.	11
3. Детальное описание разъемов и способы подключения.....	12
3.1. Разъем miniPCI-Express x1.	13
3.2. Разъем SM10B для CAN Bus.....	17
3.3. Подключение к CAN Bus.	18
4. Программное обеспечение.	19
Список исправлений и изменений.....	20

1. Обзор устройства.

mPCIe-TTCAN - модуль двух независимых, гальванически изолированных, детерминированных по времени каналов ISO 11898-4 (TT CAN), выполненный в конструктиве Mini PCI Express Card.

Удовлетворяет требованиям стандартов:

PCI Express Base Specification v1.1;

МСКЮ.467100.005-01 - PCI Express Mini Card Electromechanical Specification v1.1;

МСКЮ.467100.030-01 - PCI Express Mini Card Electromechanical Specification v1.2;

Конфигурация интерфейса PCI Express: Gen1 x1 (совместимо с Gen2, Gen3).

Драйверы для ОС: Windows 7/8/10 (32 бит и 64 бит), Linux (**AstraLinux, Debian, Ubuntu**).

1.1 Особенности:

- два полностью независимых абонента шины CAN;
- поддержка спецификаций CAN 2.0A и CAN 2.0B, ISO 11898-[части 1,2,3,4];
- функции для реализации протоколов, детерминированных по времени, на основе стандарта ISO 11898-4: TTCAN, J1939, CANopen, DeviceNet и других;
- поддержка скоростей до 1Мбит/с;
- режим монитора шины;
- гальваническая изоляция от каждой шины и между шинами - 2,5кВ rms;
- опциональное терминирование линии для каждой шины;
- поддержка операций в режиме DMA.
- Два FIFO передачи на 63 сообщения в каждом контроллере: обычное – для отправки сообщений по таймеру и высокоприоритетное для асинхронных сообщений;
- Таймер передачи (время жизни сообщения до успешной отправки);
- Таймеры прерываний: абсолютный и интервальный;
- Буфер временных меток прерываний контроллера CAN;
- 8-битные счётчики циклов, удовлетворяющие TTCAN level 2 для построения полной временной матрицы.
- Счётчики статистики работы модуля.

Главным отличием модулей mPCIe-TTCAN от mPCIe-CAN является наличие таймеров локального времени для каждого интерфейса и триггеров отправки кадров для работы протоколов, детерминированных по времени. В остальном модули mPCIe-TTCAN сохраняют всю функциональность mPCIe-CAN и совместимы по набору регистров.

1.2 Информация для заказа.

mPCIe-	TTCAN	-60	L	P
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>

1. Форм фактор модуля и интерфейс подключения к ПК:

- **mPCIe** – Mini PCI Express Card;
- **PCIe** – PCI Express Card;

2. Тип линии и протокол обмена:

- **CAN** – ISO11898 (CAN Bus);
- **TTCAN** – ISO11898 (CAN Bus) с расширением ISO11898-4 (TTCAN);

3. Температурный диапазон:

- **пробел** – -40..+85°C;
- **50** – -50..+85°C;
- **60** – -60..+85°C;

4. Защитное покрытие:

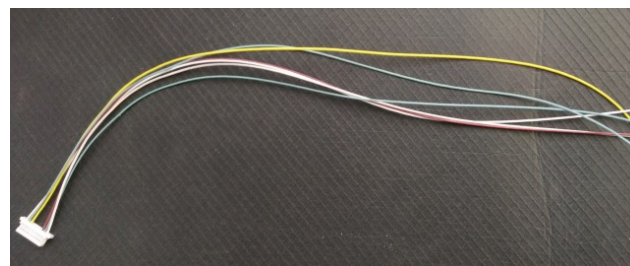
- **пробел** – без покрытия;
- **L** – **HumiSeal 1A33** для эксплуатации в жестких климатических условиях и подвергающегося воздействию влаги, агрессивных химикатов и соляного тумана, температурных колебаний, механической вибрации и органических образований (например, грибковых).

5. Соединительный кабель к разъему SM10B-SRSS-TB:

- **пробел** – соединительный кабель 0,3м с разъемом SHR-10V-S-B;
- **P** – патч-корд длина 50мм, разъемы SHR-10V-S-B, для соединения с платой носителем (контакт в контакт 1-1, 2-2,.....10-10).



патч-корд - 50мм



соединительный кабель - 0,3м

(провод МК26-13-0,07)

Примечание:

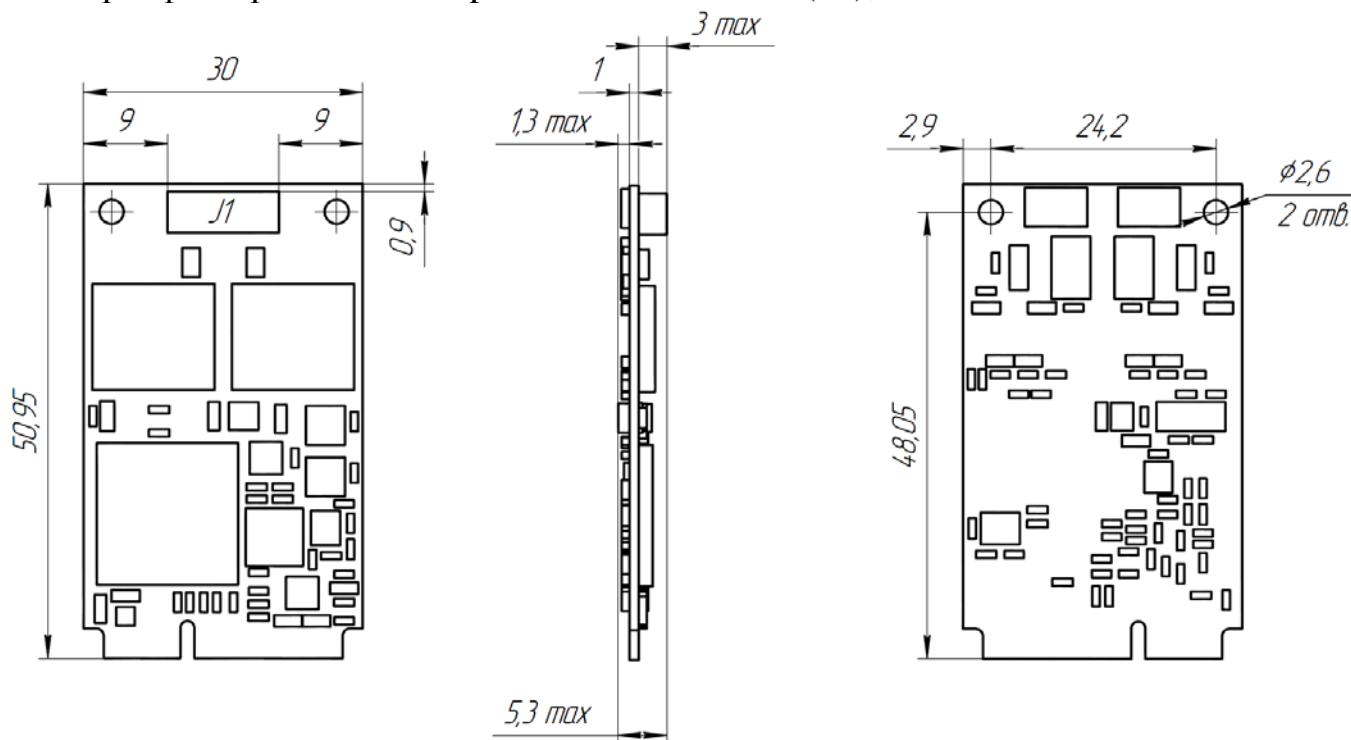
Джамперы подключения терминирования 120 Ом (JP1, JP2) устанавливаются для обоих каналов. По запросу вместо джамперов могут быть запаяны перемычки.

1.3 Требования к системе.

Любая компьютерная система, поддерживающая PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.1 (и выше) и PCI Express™ Base Specification v1.1 (и выше), а так же ОС Windows® 7/8/10 или Linux.

1.4 Габариты модуля.

Форм-фактор Mini PCI Express Card - Full Size (F1);



Прим. : 1. Все размеры в миллиметрах.

Рисунок 1 Габаритный чертёж

1.5 Архитектура устройства.

На рисунке 2 изображены основные логические блоки модуля mPCIe-TTCAN.

Данные и команды управления через шину PCI-Express передаются в регистры контроллеров CAN. Контроллеры шины CAN передают или принимают данные в интегральные схемы (ИС) приёмопередатчиков. ИС CAN, в свою очередь, через гальваническую защиту передают/принимают данные через разъем (SM10B). Прием и передача данных происходит по двум независимым шинам.

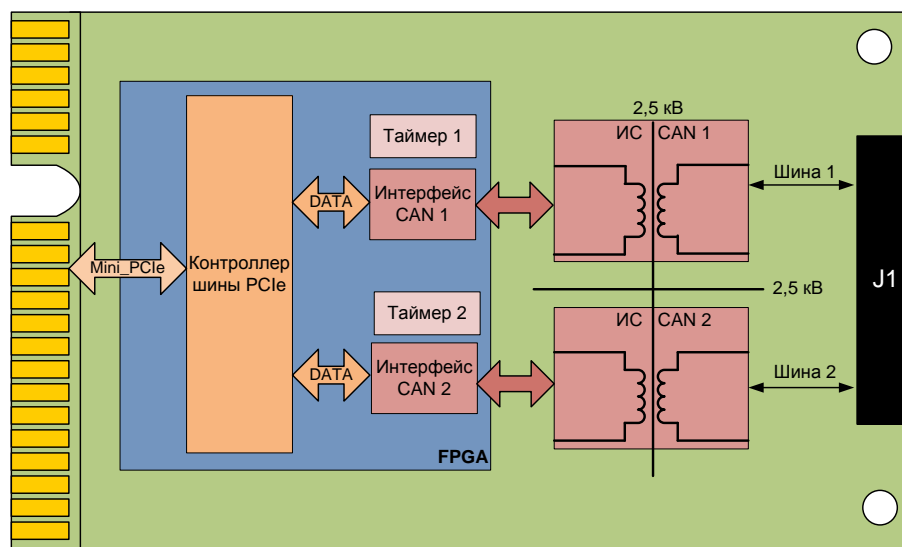


Рисунок 2 Структурная схема

В каждом интерфейсе CAN работает свой таймер локального времени. Таймер имеет разрядность 30 бит (16 бит целая часть, 14 дробная) в квантах 50нс. Частота работы таймера синхронна с частотой передачи на шинах. Такая точность позволяет организовать работу узла любого уровня и типа по стандарту ISO 11898-4.

Таймер позволяет привязаться к циклам обмена на детерминированной по времени шине, принимать и передавать данные в заданные тайм-слоты.

Каждый интерфейс имеет три буфера передачи данных. Отправка данных производится двумя способами:

- по таймеру, для каждого буфера устанавливается своё время автоматической отправки;
- по приоритету, для каждого буфера устанавливается свой приоритет.

Принятые данные сопровождаются временной меткой (значение локального таймера) и записываются в память ПК посредством собственного блока DMA устройства mPCIe-TTCAN.

1.5 Схема защиты ИС приемопередатчиков CAN.

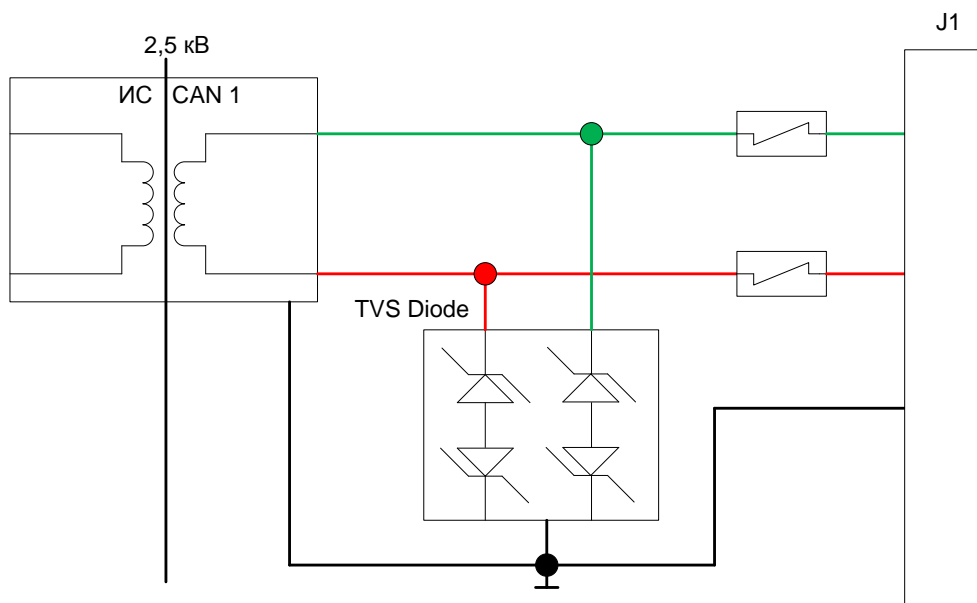


Рисунок 3 Схема защиты приемопередатчиков

На рисунке 3 изображены основные элементы защиты модуля на шине CAN.

Схема защиты приемопередатчика CAN линии предназначена для ограничения тока и бросков напряжения (до 650В длительностью до 10мс), возникающих в результате короткого замыкания с линией переменного тока, индукции и грозовых перенапряжений, до номинального значения и самовосстановления после устранения проблемы в линии.

Каждая ИС CAN обеспечивает гальваническую развязку 2,5кВт модуля от каждой из шин CAN.

Конструктивно обеспечена гальваническая развязка 2,5 кВ между шинами CAN.

1.6 Характеристики.

Таблица 1				
Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение	Единицы измерения
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ				
+ 3.3 В напряжения питания	-0.5		+3.75	В
+ 1.5 В напряжения питания – только для <u>МСКЮ.467100.005-01</u>	-0.3		+2.0	В
ПРИЕМНИК				
Входное сопротивление, CANH, CANL	5		25	кОм
Дифференциальное, без терминирования	20		100	кОм
Дифференциальное с терминированием		120		Ом
Пороговое напряжение, Рецессивный уровень	-1.0		+0.5	В
Доминантный уровень	+0.9		+5	В
Гистерезис входного напряжения		150		мВ
ПЕРЕДАТЧИК				
Рецессивное состояние(V_{CANL} , V_{CANH})	2.0		3.0	В
Доминантное состояние V_{CANH} ,	2.75		4.5	В
Доминантное состояние V_{CANL} ,	0.5		2.0	В
Выходное дифференциальное напряжение,	1.5		3.0	В
Ток короткого замыкания CANH			-200	мА
CANL			200	мА
ТРЕБОВАНИЯ К ПИТАНИЮ				
Напряжение +3.3 В	3.15	3.3	3.45	В
+1.5 В для <u>МСКЮ.467100.005-01</u>	1.35	1.5	1.65	В
Ток +3.3 В	0,29	0,3	0,35	А
Ток +1.5 В для <u>МСКЮ.467100.005-01</u>	0,20	0,21	0,25	А
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН				
Рабочая температура mPCIE-TTCAN	-40		+85	°С
mPCIE-TTCAN-50	-50		+85	°С
mPCIE-TTCAN-60	-60		+85	°С
Температура хранения	-65		+85	°С
ГАБАРИТЫ И МАССА				
Габариты (Ш*Д*В)	30 x 50.95 x 5.3			мм
Масса	7			граммов

1.7 Условия эксплуатации.

Устройство mPCIe-TTCAN сохраняет работоспособность при следующих внешних воздействующих факторах:

- Рабочая температура: от - 60°C до +85°C.
- Пониженное атмосферное давление - 100 мм рт.ст.
- Повышенная влажность при температуре +35°C не более 80%.
- Синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц: до 5 g.
- Механический удар одиночного действия, пиковое ударное ускорение 150 м/с^2 (15 g).

2. Установка модуля в систему.

Модуль «mPCIe-TTCAN» может быть установлено в систему, которая поддерживает стандарты PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.1(и выше) и PCI Express™ Base Specification v1.1(и выше) с разъёмом типа F1. Устанавливать модуль в разъёмы H1/H2 с бонками для Half-Size плат недопустимо.

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.

2.1 Аппаратное конфигурирование.

Для каждой из двух шин может быть включено терминирование линии. Терминирующие резисторы 120 Ом включатся установкой перемычки типа "джампер" в соответствующий разъём.

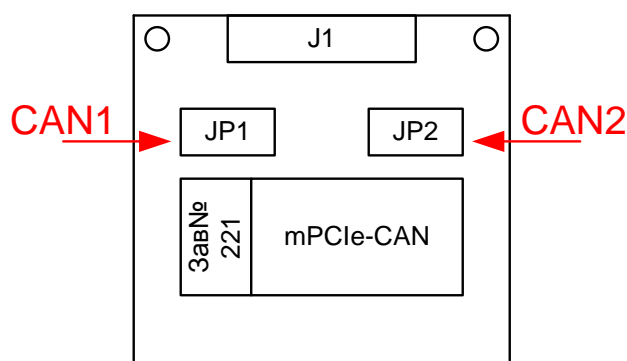


Рисунок 4 Расположение перемычек

Перемычка JP1 соответствует шине CAN1.

Перемычка JP2 соответствует шине CAN2.

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.

Windows

Установка драйвера производится стандартными средствами установки оборудования ОС Windows.

Для установки драйвера следует открыть «Диспетчер устройств», выбрать устройство с одним из идентификаторов:

- PCI\VEN_A203&DEV_9471&REV_02 (mPCIe-TTCAN, Firmware rev.01).
- PCI\VEN_A203&DEV_9471&REV_12 (mPCIe-TTCAN, Firmware rev.02).
- PCI\VEN_A203&DEV_9471&REV_22 (mPCIe-TTCAN, Firmware rev.03).

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 «TTCAN Serial Controller».

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

Для установки драйвера:

1. Создайте отдельную папку.
2. Скачайте в эту папку архив с исходными текстами драйвера и распакуйте его.
3. Перейдите в каталог с исходными текстами драйвера.
4. Выполните команду “make”.
5. Выполните команду “sudo make install”. Или выполните шаги 6...9.
6. Создайте папку “/modules” в корне файловой системы.
7. Поместите в созданную папку файл “nmttcан.ko”.
8. Откройте файл “/etc/rc.local” текстовым редактором.
9. Добавьте в открытый файл перед строкой “exit 0” строку “insmod /modules/nmttcан.ko”.
10. Для установки и загрузки драйвера вручную первый раз запустите скрипт “sudo ./install.sh”.
11. Для загрузки драйвера вручную: “insmod nmttcан.ko”.
12. Для выгрузки драйвера вручную: “rmmod nmttcан.ko”.

Для проверки, загружен ли драйвер в ядро:

1. В терминале введите команду “lsmod” .
2. Найдите в выведенном списке “nmttcан”.
3. Если есть — все нормально, если нет — драйвер не работает. Выполните загрузку и/или установку драйвера.

Внимание! Для работы с драйвером версии 7.0 и выше в режиме FIFO, со счётчиками статистики и таблицей Timemark необходимо Firmware модуля не ниже «07» от 03.07.2020 (См. поле: «Дата предпродажной проверки» на этикетке).

Для обновления Firmware обратитесь к производителю.

Для обновления версии драйвера:

1. Посмотреть текущую версию драйвера в файле “/var/log/kern.log”, поискав в нём последнюю строку вида “Novomar, Ltd. xPCIe-TTCAN driver version: ?? date: ??..??..????”.
2. Сравнить с версией текущего драйвера.
3. Выбрать более позднюю.
4. Выполнить шаги по установке драйвера.

3. Детальное описание разъемов и способы подключения.

mPCIe-TTCAN имеет два разъема: PCI-Express 1x и SM10B. 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 miniPCI-Express x1.

Данный раздел описывает расположение и назначение выводов разъема miniPCI-Express.

Разъем miniPCI-Express **МСКЮ.467100.005-01** соответствует стандарту PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.1. Подробное описание разъема представлено на рисунках 5.1, 5.2 и в таблицах 2.1, 2.2.

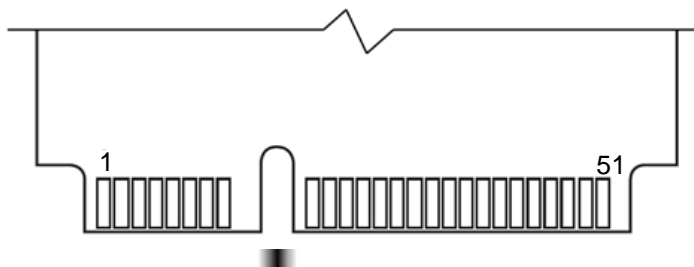


Рисунок 5.1 Верхняя сторона платы (Top Side)

№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	WAKE_N	NC	Не используется
3	RSV_B1	NC	Не используется
5	RSV_B2	NC	Не используется
7	CLKREQ_N	O	Выход запроса сигнала референсной частоты (REFCLK).
9	GND1	P	Общий 0В
11	REFCLK_N	I	Вход референсной частоты «негатив»
13	REFCLK_P	I	Вход референсной частоты «позитив»
15	GND2	P	Общий 0В
17	RSV_C1	NC	Не используется
19	RSV_C2	NC	Не используется
21	GND3	P	Общий 0В
23	PER_N0	O	Выход данных «негатив»
25	PER_P0	O	Выход данных «позитив»
27	GND4	P	Общий 0В
29	GND5	P	Общий 0В
31	PET_N0	I	Вход данных «негатив»
33	PET_P0	I	Вход данных «позитив»
35	GND6	P	Общий 0В
37	RSV_A1	NC	Не используется
39	RSV_A2	NC	Не используется
41	RSV_A3	NC	Не используется
43	RSV_A4	NC	Не используется
45	RSV_A5	NC	Не используется
47	RSV_A6	NC	Не используется
49	RSV_A7	NC	Не используется
51	RSV_A8	NC	Не используется

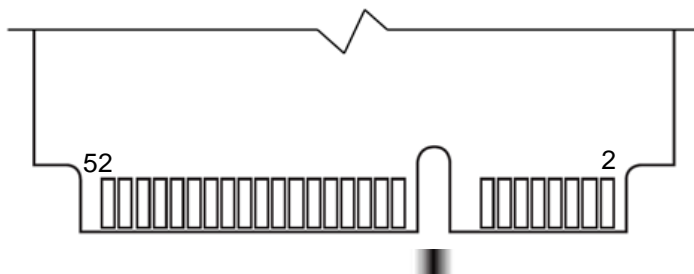


Рисунок 5.2 Нижняя сторона платы (Bottom Side)

Таблица 2.2			
№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
2	+3.3V1	P	Вывод питания +3.3В
4	GND7	P	Общий 0В
6	+1.5V1	P	Вывод питания +1.5В
8	UIM_PWR	P	Не используется
10	UIM_DATA	I/O	Не используется
12	UIM_CLK	I	Не используется
14	UIM_RESET	I	Не используется
16	UIM_VPP	P	Не используется
18	GND8	P	Общий 0В
20	W_DISABLE_N	I	Не используется
22	PERST_N	I	Вход сигнала сброса
24	+3.3VAUX	P	Не используется
26	GND9	P	Общий 0В
28	+1.5V2	P	Вывод питания +1.5В
30	SMB_CLK	I	Не используется
32	SMB_DATA	I/O	Не используется
34	GND10	P	Общий 0В
36	USB_D-	I/O	Не используется
38	USB_D+	I/O	Не используется
40	GND11	P	Общий 0В
42	LED_WWAN_N	O	Не используется
44	LED_WLAN_N	O	Не используется
46	LED_WPAN_N	O	Не используется
48	+1.5V3	P	Вывод питания +1.5В
50	GND12	P	Общий 0В
52	+3.3V2	P	Вывод питания +3.3В

Разъем miniPCI-Express **МСКЮ.467100.030-01** соответствует стандарту PCI Express™ Mini Card Electromechanical Specification v1.2 Подробное описание разъема представлено на рисунках 5.3, 5.4 и в таблицах 2.3, 2.4.

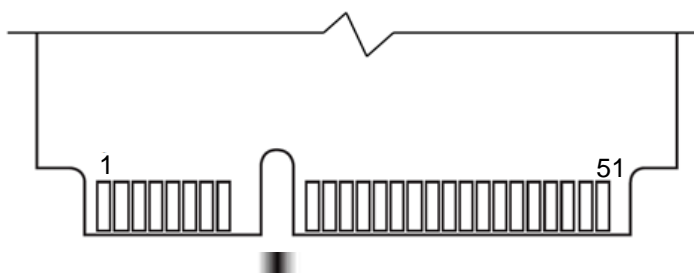


Рисунок 5.3 Верхняя сторона платы (Top Side)

Таблица 2.3			
№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	WAKE_N	NC	Не используется
3	COEX1	NC	Не используется
5	COEX2	NC	Не используется
7	CLKREQ_N	O	Выход запроса сигнала референсной частоты (REFCLK).
9	GND1	P	Общий 0В
11	REFCLK_N	I	Вход референсной частоты «негатив»
13	REFCLK_P	I	Вход референсной частоты «позитив»
15	GND2	P	Общий 0В
17	UIM_C8	NC	Не используется
19	UIM_C8	NC	Не используется
21	GND3	P	Общий 0В
23	PER_N0	O	Выход данных «негатив»
25	PER_P0	O	Выход данных «позитив»
27	GND4	P	Общий 0В
29	GND5	P	Общий 0В
31	PET_N0	I	Вход данных «негатив»
33	PET_P0	I	Вход данных «позитив»
35	GND6	P	Общий 0В
37	GND7	P	Общий 0В
39	+3.3Vaux1	P	Вывод питания +3.3В
41	+3.3Vaux2	P	Вывод питания +3.3В
43	GND8	P	Общий 0В
45	RSV_A1	NC	Не используется
47	RSV_A2	NC	Не используется
49	RSV_A3	NC	Не используется
51	RSV_A4	NC	Не используется

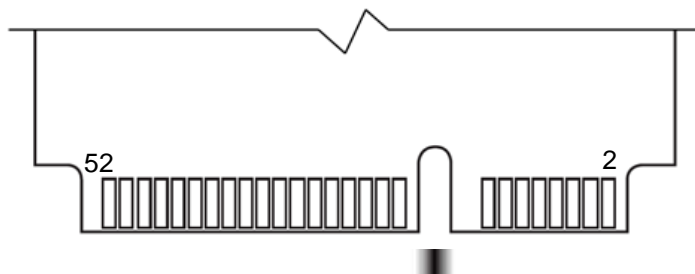


Рисунок 5.4 Нижняя сторона платы (Bottom Side)

Таблица 2.4			
№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
2	+3.3Vaux3	P	Вывод питания +3.3В
4	GND9	P	Общий 0В
6	+1.5V1	P	Не используется
8	UIM_PWR	P	Не используется
10	UIM_DATA	I/O	Не используется
12	UIM_CLK	I	Не используется
14	UIM_RESET	I	Не используется
16	UIM_VPP	P	Не используется
18	GND10	P	Общий 0В
20	W_DISABLE_N	I	Не используется
22	PERST_N	I	Вход сигнала сброса
24	+3.3Vaux4	P	Вывод питания +3.3В
26	GND11	P	Общий 0В
28	+1.5V2	P	Не используется
30	SMB_CLK	I	Не используется
32	SMB_DATA	I/O	Не используется
34	GND12	P	Общий 0В
36	USB_D-	I/O	Не используется
38	USB_D+	I/O	Не используется
40	GND13	P	Общий 0В
42	LED_WWAN_N	O	Не используется
44	LED_WLAN_N	O	Не используется
46	LED_WPAN_N	O	Не используется
48	+1.5V3	P	Не используется
50	GND14	P	Общий 0В
52	+3.3Vaux5	P	Вывод питания +3.3В

3.2. Разъем SM10B для CAN Bus.

Разъем SM10B-SRSS-TB (SM10B) предназначен для подключения к интерфейсу CAN Bus. Пример подключения разъема к шлейфу показан на рисунке 7.

В таблице 3 описано расположение и назначение выводов разъема SM10B. Подробная информация по разъему содержится на сайте производителя: <http://www.jst.com>.

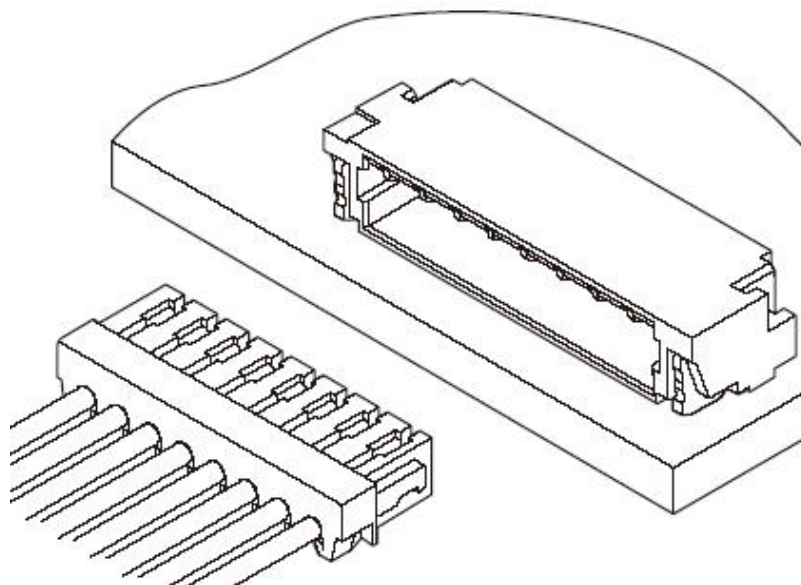


Рисунок 6 Разъем SM10B с ответной частью

Ответная часть разъема - SHR-10V-S-B с заделанным кабелем 0.3м или патч-кордом 50мм, поставляется в комплекте.

Таблица 3			
№ Вывода	Название сигнала	Тип сигнала	Описание
1	CAN2_L	IO	Линия CAN Low шины 2.
2	CAN2_H	IO	Линия CAN High шины 2.
3	CAN2_Gnd	IO	Сигнальная земля шины 2.
4	RSV_C4	NC	Не используется
5	RSV_C5	NC	Не используется
6	RSV_C6	NC	Не используется
7	RSV_C7	NC	Не используется
8	CAN1_Gnd	IO	Сигнальная земля шины 1.
9	CAN1_H	IO	Линия CAN High шины 1.
10	CAN1_L	IO	Линия CAN Low шины 1.

3.3. Подключение к CAN Bus.

Посредством переходного кабеля mPCIe-TTCAN может быть подключен к шине CAN или к разъёму на корпусе системы, в которую установлен модуль.

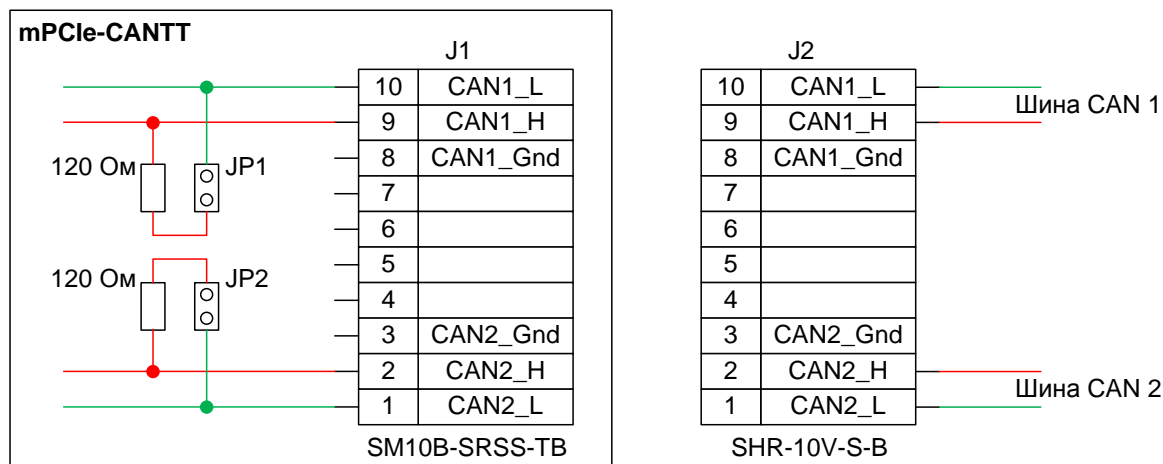


Рисунок 7 Подключение к CAN Bus

В зависимости от конфигурации каждой из шин CAN, к которым подключается модуль, для каждой шины на модуле mPCIe-TTCAN может быть включено терминирование.

4. Программное обеспечение.

Для модулей **mPCIe-TTCAN**, **PCIe-TTCAN** разработаны драйверы для работы в ОС семейства Windows и ОС семейства Linux.

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

Драйвер **Linux** протестирован в ОС (платформа **x86**): **Astra Linux «Смоленск»**, **Astra Linux «Орёл»**, **Ubuntu 22.04 LTS**. Драйвер дополнен статической библиотекой взаимодействия.

Консольные тесты с примерами работы различных функций доступны в ОС **Linux** и ОС **Windows**.

Графическое ПО для тестирования модулей «CAN Мегатест» доступно для ОС **Linux**.

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».

Список исправлений и изменений.

Версия	Дата	Изменение
1.0	09.06.2015	Документ создан.
1.1	03.08.2015	Исправлена разрядность таймера.
1.2	07.10.2016	Обновлён габаритный чертёж .
1.3	17.11.2016	Уточнены температурные параметры в таблице 1 .
1.4	27.09.2018	Добавлено описание особенностей Firmware v.02. Дополнено описание ПО.
1.5	27.04.2020	Добавлены исполнения с расширенным рабочим температурным диапазоном. Добавлено описание особенностей Firmware v.03.
1.6	16.07.2020	Дополнено описание особенностей Firmware v.03.
1.7	26.02.2021	Дополнен раздел 1.2 Информация для заказа.
1.8	19.03.2021	Дополнен раздел 1.2 Информация для заказа. Добавлена опция вариантов поставки соединительного кабеля.
1.9	07.12.2022	Добавлена информация по модулю в исполнении МСКЮ.467100.030-01 в раздел 1. «Обзор устройства», в пункт 1.6 «Характеристики», в пункт 3.1 «Разъем miniPCI-Express x1».
1.10	03.07.2023	Обновлён раздел 2.3 «Установки драйвера» для ОС Linux.