

Общество с ограниченной ответственностью

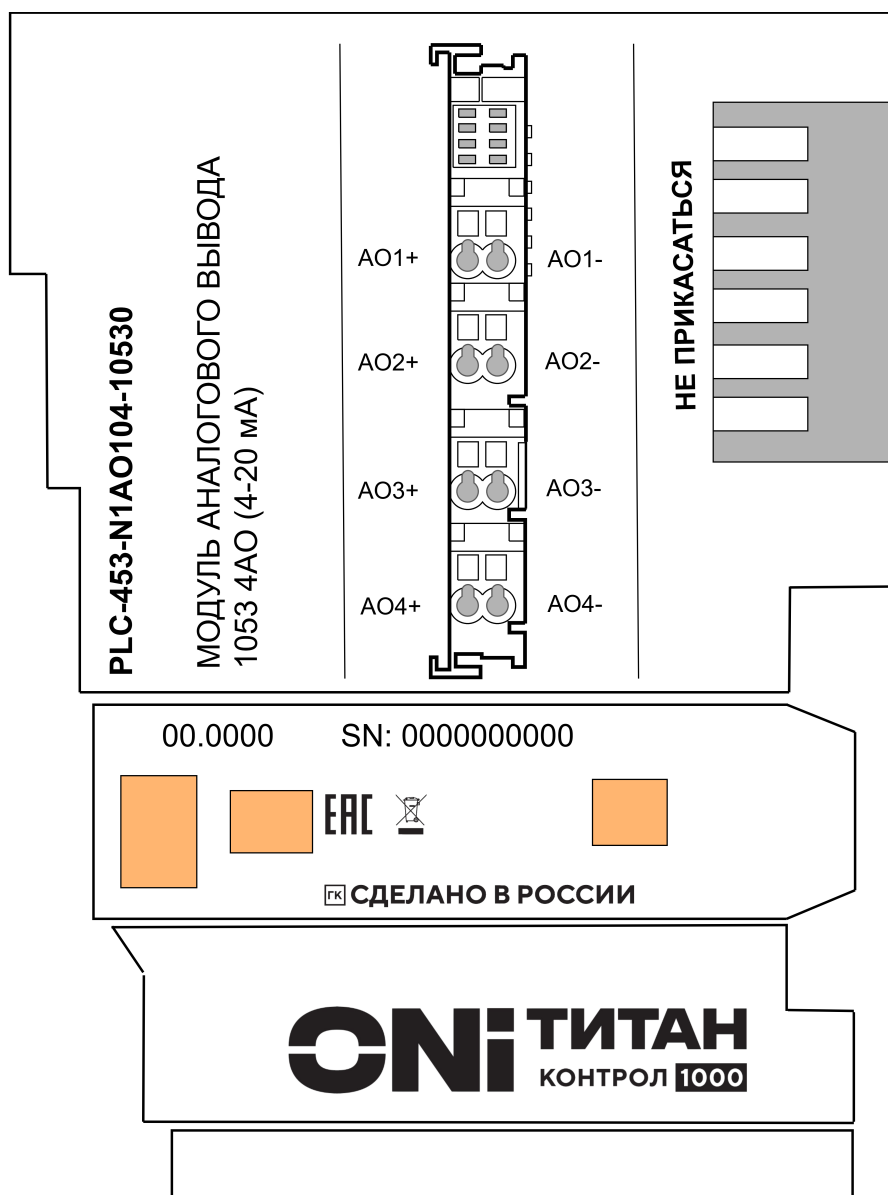
«ГК МФМК»

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ «ТИТАН КОНТРОЛ 1000»

Модуль аналогового вывода N1AO104

Инструкция по настройке и эксплуатации

Листов 12



1 Введение

Настоящий документ предназначен для специалистов, занимающихся подключением, конфигурированием и вводом в эксплуатацию модуля аналогового вывода N1AO104, функционирующего по протоколу CANopen в соответствии со стандартом CiA 401 (Device Profile for Generic I/O Modules).

Модуль аналогового вывода токовых сигналов N1AO104 предназначен для формирования сигналов постоянного тока от 4 мА до 20 мА. Он поддерживает 4 канала аналогового вывода. К контактам модуля с помощью проводов ПуГВ и кабелей МКЭШ подключаются полевые датчики.

Документ также содержит ссылки на стандартные объекты объектного словаря CiA 401, примеры настройки и рекомендации по использованию фильтрации и индикации выходных сигналов.

2 Начало работы с CANopen

CAN (Controller Area Network) – это промышленная шина, которая используется для обмена данными между электронными устройствами. В ПТК «ТИТАН КОНТРОЛ 1000» по ней общаются ведущий модуль (вычислительный или интерфейсный) и подключаемые к нему модули расширения (N1AO104 – один из них).

Важно:

- Данные передаются в шестнадцатеричном формате (HEX).
- Каждое сообщение имеет идентификатор (COB-ID), который определяет, какому устройству оно адресовано и какой тип данных передаётся.
- Для работы с CANopen используются SDO-сообщения (Service Data Objects) – они позволяют читать и записывать параметры модуля.

Каждое сообщение в CAN-шине называется кадром.

Структура стандартного CAN-кадра SDO-сообщения состоит из следующих элементов:

can0 605 [8] 4f 01 10 00 01 00 41 05	
Фрагмент кадра	Описание
can0	Имя CAN-шины
605	COB-ID сообщения (Сумма Function Code + Node ID)
[8]	Количество байт данных в кадре (всегда 8 для SDO)
4f	SDO-команда. Определяет тип операции
01 10	Индекс объекта
00	Подындекс объекта
01 00 41 05	Данные

В CANopen все 16-битные и 32-битные значения передаются в формате Little-Endian (младшим байтом вперёд). Это означает, что при передаче числа

сначала идёт его младший байт, затем байты по возрастанию, а затем – старший.

Индекс в кадре	01 10	01 00 41 05
Реальное значение	0x1001	0x05410001

Ниже более подробно описаны некоторые фрагменты кадра.

COB-ID

COB-ID – это полный идентификатор CAN-кадра, который объединяет в себе Function Code и Node-ID. Формируется по формуле:

$\text{COB-ID} = \text{Function Code} + \text{Node ID}$

Например, если модуль имеет Node-ID = 05, а Function Code для SDO-запроса равен 0x600, то итоговый COB-ID будет равен 0x605 (в формате HEX). Этот идентификатор передаётся в CAN-кадре и позволяет устройствам на шине понять, от кого пришло сообщение, кому оно адресовано и какого типа.

Node-ID модуля назначается автоматически в зависимости от порядкового номера его подключения в системе. Например, если модуль подключён пятым по счёту, ему будет присвоен Node-ID = 05.

Function Code – это идентификатор типа сообщения в CANopen. Он определяет, какую функцию выполняет передаваемый кадр. Например, все SDO-запросы имеют Function Code = 0x600, а все Heartbeat-сообщения — 0x700. Перечень всех Function Codes приведен в приложении 1.

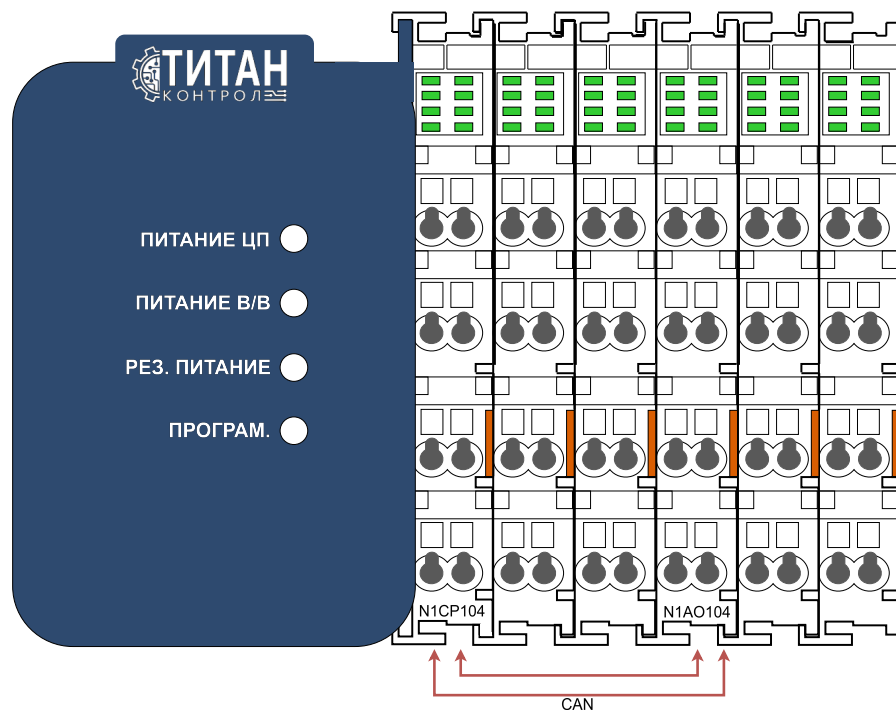
1. SDO-команда

SDO-команда (первый байт) – это код операции, который определяет, что именно делает сообщение.

Значение	Что означает
0x40	Запрос на чтение объекта
0x4F	Ответ на запись (успешно)
0x60	Запрос на запись объекта
0x80	Ответ с ошибкой

3 Подключение модуля

Модуль N1AO104 устанавливается на DIN-рейку в корзину с вычислительным или интерфейсным модулем. Соединение с вычислительным модулем осуществляется с помощью протокола CANopen.



Процедура установки модуля:

1. Подвести модуль к правой свободной стороне уже собранной части ПТК. Совместить направляющие защелки, расположенные на левой стороне корпуса нового модуля, с ответными пазами на правом торце уже установленного модуля.

2. Опустить модуль на рейку до характерного щелчка, свидетельствующего о зацеплении защелки.

3. Подвести к модулю ЦПУ провода питания и Ethernet.

После завершения сборки необходимо подключиться к вычислительному модулю по SSH:

1. В меню пуск ввести «PowerShell» и выбрать соответствующую программу.
2. Ввести команду: `ssh root@192.168.152.100`
3. Ввести пароль согласно таблице соответствия серийных номеров и паролей вычислительных модулей.

4 Работа с шиной can0

В CAN-шине отображаются все сообщения, которыми обмениваются ведущее устройство и модули расширения. Чтобы увидеть этот трафик и начать работу, необходимо подключиться к вычислительному модулю по SSH.

Проверить рабочие ноды на шине возможно следующей командой:

Команда	Результат
<code>candump can0</code>	Непрерывный вывод всех сообщений на CAN-шине

Каждый модуль в рабочем состоянии автоматически отправляет в шину CAN короткие Heartbeat-сообщения по умолчанию один раз в секунду. Если Heartbeat от модуля самопроизвольно перестал приходить — модуль отключился, завис или пропало питание.

Структура Heartbeat-сообщения:

can0 705 [1] 05	
Фрагмент кадра	Описание
can0	Имя CAN-шины
705	COB-ID сообщения (Node-ID = 5)
[1]	Количество байт данных в кадре
05	Данные (Режим работы модуля)

Возможные состояния модуля (подробнее см. пункт 6):

Бит	Режим работы модуля	Что означает
0x05	Operational	Рабочий режим (обмен данными возможен)
0x7F	Pre-operational	Режим настройки
0x04	Stopped	Остановлен

При работе с несколькими модулями на шине поток сообщений может быть большим. Чтобы отфильтровать сообщения только от нужного модуля, используйте команду `grep` вместе с `candump`.

```
# Показать только сообщения от модуля с Node-ID 5
```

```
candump can0 | grep "605\|585\|705\|85"
```

```
# Показать только сообщения от модуля с Node-ID 3
```

```
candump can0 | grep "603\|583\|703\|83"
```

5 Как понимать и использовать команды

Все команды в руководстве описаны по одному принципу. Пример:

```
cansend can0 X#40.00.60.01.00.00.00
```

где $X = 600h + \text{Node-ID}$

Команды зависят от того, на каком месте модуль стоит на CAN-шине (т. е. от его Node ID). Одна и та же команда будет выглядеть по-разному для модуля N1AO104 на первой позиции и для модуля N1AO104 на пятой.

Чтобы правильно адаптировать команду:

1. Определите Node ID модуля (см. пункт 2 руководства).
2. Переведите Node ID в шестнадцатеричную систему (HEX).

Для Node ID = 5 $\rightarrow$ HEX = 5

Для Node ID = 10 $\rightarrow$ HEX = A

3. Прибавьте полученное значение к указанному в команде. Например:

Для Node ID = 5: $600 + 5 = 605$

Для Node ID = 10: $600 + A = 60A$

4. Подставьте результат вместо X в команду.

Для Node ID = 5: `cansend can0 605#40.00.60.01.00.00.00`

Для Node ID = 10: `cansend can0 60A#40.00.60.01.00.00.00`

6 Настройка режима работы

После включения питания модуль N1AO104 автоматически выполняет инициализацию и переходит в состояние Pre-operational. В этом режиме доступны конфигурация устройства через SDO и основные сервисные функции, однако передача PDO-сообщений заблокирована.

Для начала передачи данных от аналоговых выходов по сети необходимо перевести модуль в режим Operational путем отправки команды Start Node (0x01) с указанием Node-ID устройства.

```
cansend can0 000#01.X,  
где X = 00h + Node-ID устройства
```

В ответ устройство раз в секунду будет слать в шину строку:

```
can0 X [1] 05,  
где X = 700h + Node-ID устройства
```

В режиме Operational модуль готов к работе.

Дополнительно

При необходимости модуль может быть возвращен в режим Pre-operational командой:

```
cansend can0 000#80.X,  
где X = 00h + Node-ID устройства
```

В ответ устройство раз в секунду начнет слать в шину строку:

```
can0 X [1] 7F,  
где X = 700h + Node-ID устройства
```

Также модуль может быть переведен в режим Stopped для полной остановки обмена данными:

```
cansend can0 000#02.X,  
где X = 00h + Node-ID устройства
```

В ответ устройство раз в секунду начнет слать в шину строку:

can0 X [1] 04,
где X = 700_h + Node-ID устройства

Полный сброс модуля в состояние инициализации выполняется командой Reset Node (0x81). После этого модуль автоматически переходит в режим Pre-operational.

cansend can0 000#81.X,
где X = 00_h + Node-ID устройства

В ответ устройство один раз отправит сообщение вида:

can0 X [1] 00,
где X = 700_h + Node-ID устройства

И затем начнет слать строку, соответствующую режиму Pre-operational.

Сброс только коммуникационного стека модуля выполняется командой Reset Communication (0x82). После этого модуль автоматически переходит в режим Pre-operational.

cansend can0 000#82.X,
где X = 00_h + Node-ID устройства

В ответ устройство один раз отправит сообщение вида:

can0 X [1] 00,
где X = 700_h + Node-ID устройства

И затем начнет слать строку, соответствующую режиму Pre-operational.

7 Обязательные настройки

Задать состояние аналоговых выходов (Объект 6411_h)

Объект 6411_h Write Analogue Output задает значение тока на каналах модуля. Каждый канал модуля соответствует своему подындексу.

Подындекс объекта	1
Назначение	Значение тока на канале 1
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.64.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.11.64.01.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = значение выходного тока

Подындекс объекта	2
Назначение	Значение тока на канале 2
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.64.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.11.64.02.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = значение выходного тока

Подындекс объекта	3
Назначение	Значение тока на канале 3
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00

Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.64.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.11.64.03.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = значение выходного тока

Подындекс объекта	4
Назначение	Значение тока на канале 4
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.64.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.11.64.04.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = значение выходного тока

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько каналов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных выходов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.64.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Включить получение RPDO-1 (Объекты 1400_h и 1600_h)

По умолчанию в модуле N1AO104 уже настроен прием данных. Данные настройки необходимо выполнить, если параметры передачи данных были изменены и привели к ошибке.

RPDO (Receive Process Data Object) — это способ приёма данных от мастера. С помощью объектов 1400_h (RPDO communication parameter) и 1600_h (RPDO mapping parameter) настроим модуль на приём команд управления аналоговыми выходами (объект 6411_h).

Шаг	Команда
Перевести модуль в режим Pre-operational	cansend can0 000#80.X, где X = 00 _h + Node-ID
Отключить объект 1400 _h	cansend can0 X#23.00.14.01.02.02.00.80, где X = 600 _h + Node-ID
Отключить объект 1600 _h	cansend can0 X#2f.00.16.00.00.00.00.00, где X = 600 _h + Node-ID
Настроить прием: объект 6411 _h , подындекс 01, длина 16 бит. Таким образом формируем строку: 64110110	
Настроить прием: объект 6411 _h , подындекс 02, длина 16 бит. Таким образом формируем строку: 64110210	
Настроить прием: объект 6411 _h , подындекс 03, длина 16 бит. Таким образом формируем строку: 64110310	
Настроить прием: объект 6411 _h , подындекс 04, длина 16 бит. Таким образом формируем строку: 64110410	
Записать первую сформированную строку в объект 1600 _h , подындекс 1	cansend can0 X#23.00.16.01.10.01.11.64, где X = 600 _h + Node-ID
Записать вторую сформированную строку в объект 1600 _h , подындекс 2	cansend can0 X#23.00.16.02.10.02.11.64, где X = 600 _h + Node-ID
Записать третью сформированную строку в объект 1600 _h , подындекс 3	cansend can0 X#23.00.16.03.10.03.11.64, где X = 600 _h + Node-ID
Записать четвертую сформированную строку в объект 1600 _h , подындекс 4	cansend can0 X#23.00.16.04.10.04.11.64, где X = 600 _h + Node-ID
Включить объект 1600 _h	cansend can0 X#2f.00.16.00.04.00.00.00, где X = 600 _h + Node-ID

Настроить тип приема асинхронный, по событию	cansend can0 X#2f.00.14.02.FE.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Включить объект 1400 _h	cansend can0 X#23.00.14.01.02.02.00.00, где X = 600h + Node-ID
Перевести модуль в режим Operational	cansend can0 000#01.X, где X = 00 _h + Node-ID

После выполнения всех шагов модуль будет принимать команды управления выходами через RPDO-канал.

8 Калибровка модуля

Откалибровать модуль на минимум (Объект 2000_h)

Объект 2000_h Analogue Output Calibration Min устанавливает калибровочное значение для нижней границы диапазона. Для калибровки необходимо в объект 6411_h записать значение «0», подключить к модулю аналогового вывода измеритель и зафиксировать выходное значение тока/напряжения, в объект 2000_h записать значение, полученное с измерителя.

Калибровку необходимо провести для каждого канала модуля.

Подындекс объекта	1
Назначение	Калибровочное значение минимума для канала 1
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 80 40
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.20.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.20.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 1)

Подындекс объекта	2
Назначение	Калибровочное значение минимума для канала 2
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 80 40
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.20.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.20.02.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 2)

Подындекс объекта	3
Назначение	Калибровочное значение минимума для канала 3
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 80 40
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.20.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.20.03.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 3)

Подындекс объекта	4
Назначение	Калибровочное значение минимума для канала 4
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 80 40
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.20.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.20.04.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 4)

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.20.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Откалибровать модуль на максимум (Объект 2001_h)

Объект 2001_h Analogue Output Calibration Max устанавливает калибровочное значение для верхней границы диапазона. Для калибровки необходимо в объект 6411_h записать значение «27648», подключить к модулю аналогового вывода измеритель и зафиксировать выходное значение тока/напряжения, в объект 2001_h записать значение, полученное с измерителя.

Калибровку необходимо провести для каждого канала модуля.

Подындекс объекта	1
Назначение	Калибровочное значение максимума для канала 1
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 A0 41
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.20.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.20.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 1)

Подындекс объекта	2
Назначение	Калибровочное значение максимума для канала 2
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 A0 41
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.20.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.20.02.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 2)

Подындекс объекта	3
Назначение	Калибровочное значение максимума для канала 3
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 A0 41
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.20.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.20.03.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 3)

Подындекс объекта	4
Назначение	Калибровочное значение максимума для канала 4
Доступ	Чтение и запись
Формат	REAL32
Значение по умолчанию	00 00 A0 41
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.20.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.20.04.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = значение из объекта 6411 _h (канал 4)

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.20.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

9 Возможные аварии на аналоговых выходах

Настроить поведение модуля при аварии (Объект 6443_h)

Объект 6443_h Analogue Output Error Mode определяет, какие каналы аналоговых выходов переходят в состояние ошибки при внутренней ошибке устройства или при получении команды Stop Remote Node.

1 — выход переходит
в состояние ошибки

0 — выход не переходит
в состояние ошибки

Подындекс объекта	1
Назначение	Настроить поведение первого канала
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.43.64.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.43.64.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новое значение

Подындекс объекта	2
Назначение	Настроить поведение второго канала
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.43.64.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.43.64.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новое значение

Подындекс объекта	3
Назначение	Настроить поведение третьего канала
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.43.64.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.43.64.03.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новое значение

Подындекс объекта	4
Назначение	Настроить поведение четвертого канала
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.43.64.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.43.64.04.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новое значение

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько каналов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных каналов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.43.64.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Задать код ошибки (Объект 6444_h)

Объект 6444_h Analogue Output Error Value задаёт значение, которое устанавливается на выходах модуля N1AO104 при возникновении ошибки. Значение применяется только для тех каналов, для которых в объекте 6443_h установлена 1.

Подындекс объекта	1
Назначение	Настроить код ошибки канала 1
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.44.64.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.44.64.01.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID YY.YY = новое значение

Подындекс объекта	2
Назначение	Настроить код ошибки канала 2
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.44.64.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.44.64.02.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID YY.YY = новое значение

Подындекс объекта	3
Назначение	Настроить код ошибки канала 3
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.44.64.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.44.64.03.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID YY.YY = новое значение

Подындекс объекта	4
Назначение	Настроить код ошибки канала 4
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.44.64.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.44.64.04.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID YY.YY = новое значение

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько каналов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных каналов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.44.64.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

10 Сохранение и загрузка данных

Сохранить настройки в память (Объект 1010_h)

Объект 1010_h Store parameters сохраняет текущие настройки модуля в энергонезависимую память. После сохранения настройки не сбрасываются при отключении питания.

Сохраняются следующие типы параметров:

- Все параметры;
- Параметры калибровки (2000_h – 5FFF_h).

Для защиты от случайной записи сохранение происходит только при отправке специальной команды-подписи save (в виде строки байт: 65 76 61 73 — символы e, v, a, s).

Подындекс объекта	1
Назначение	Сохранить все параметры
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.10.10.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.10.10.01.73.61.76.65, где X = 600h + Node-ID

Подындекс объекта	4
Назначение	Сохранить параметры калибровки
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.10.10.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.10.10.04.73.61.76.65, где X = 600h + Node-ID

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.10.10.00.00.00.00.00, где $X = 600h + \text{Node-ID}$

Загрузить настройки из памяти (Объект 1011_h)

Объект 1011_h Restore default parameters выгружает сохраненные настройки модуля из энергонезависимой памяти. После сохранения настройки не сбрасываются при отключении питания.

Сбрасываются следующие типы параметров:

- Все параметры;
- Параметры калибровки (2000_h – 5FFF_h).

Для защиты от случайной записи сброс происходит только при отправке специальной команды-подписи load (в виде строки байт: 6C 6F 61 64 — символы l, o, a, d).

Подындекс объекта	1
Назначение	Сбросить все параметры
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.10.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.11.10.01.6C.6F.61.64, где X = 600h + Node-ID

Подындекс объекта	4
Назначение	Сбросить параметры калибровки
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.10.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.11.10.04.6C.6F.61.64, где X = 600h + Node-ID

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

11 Возможные ошибки

Определить наличие ошибки прямо сейчас (Объект 1001_h)

Объект 1001_h Error register сигнализирует о возникновении ошибки.

Таблица соответствия бита ошибки ее значению представлена ниже.

Бит	Статус	Значение
0	Обязательный	Неизвестная ошибка
1	Опциональный	Ошибка по току
2	Опциональный	Ошибка по напряжению
3	Опциональный	Ошибка по температуре
4	Опциональный	Ошибка связи
5	Опциональный	Ошибка аналоговых выходов
6	Опциональный	Зарезервировано (всегда 0)

Подындекс объекта	1
Назначение	Тип ошибки
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Посмотреть историю ошибок (Объект 1003_h)

Объект 1003_h Pre-defined error field хранит историю ошибок, произошедших на устройстве.

Подындекс 0 содержит суммарное количество ошибок, сохраненных в данном объекте. Запись значения «0» в подындекс 0 очищает всю историю ошибок.

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество произошедших ошибок
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Каждая новая ошибка записывается в подындекс 1, а предыдущие сдвигаются вниз по списку, таким образом формируя журнал. В каждом подындексе хранится код произошедшей ошибки. Если подындекс не заполнен данными об ошибке, чтение не выполнится.

Подындекс объекта	1-16
Назначение	Код ошибки
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	—
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.10.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = номер подындкса

Узнать ID сообщений об ошибках (Объект 1014_h)

Объект 1014_h COB-ID EMCY показывает идентификатор аварийного сообщения (emergency) устройства в сети CANopen. В нем содержится значение COB-ID, которое используется для передачи аварийных сообщений.

Подындекс объекта	0
Назначение	Узнать ID сообщений об ошибках
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	80h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.14.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Ограничить частоту отправки сообщений об ошибках (Объект 1015_h)

Объект 1015_h Inhibit time EMCY задаёт время (Inhibit Time), ограничивающее частоту отправки аварийных сообщений.

Значение времени должно быть кратно 100 мкс. Запись «0» отключает ограничение частоты.

Подындекс объекта	0
Назначение	Ограничить частоту отправки EMCY-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.15.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.15.10.00.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время задержки

12 Информация о модуле

Определить тип модуля (Объект 1000_h)

Объект 1000_h Device type предназначен для идентификации типа устройства и его функциональности.

Подындекс объекта	0
Назначение	Узнать тип устройства
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	91 01 08 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Определить уникальные характеристики модуля (Объект 1018h)

Объект 1018_h Identity предназначен для хранения данных о производителе, модели и версии. Структура объекта состоит из нескольких подындексов.

Подындекс объекта	1
Назначение	ID производителя (Vendor ID)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	E8 03 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.18.10.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	Номер модели (Product code)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	05 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.18.10.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Подындекс объекта	3
Назначение	Номер ревизии (Revision number)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	Индивидуально для каждого модуля
Команда для чтения	cansend can0 X#40.18.10.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Подындекс объекта	4
Назначение	Серийный номер (Serial number)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	Индивидуален для каждого модуля
Команда для чтения	cansend can0 X#40.18.10.04.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация о том, сколько информационных полей поддерживает данный модуль.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных информационных полей)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.18.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

13 Проверка статуса устройства (Heartbeat)

Настроить частоту отправки heartbeat-сообщения (Объект 1017_h)

Объект 1017_h Producer heartbeat time задаёт, как часто модуль будет отправлять в сеть сообщение-оповещение о своем состоянии.

Если записать в объект значение 0, модуль перестанет отправлять heartbeat-сообщения.

Подындекс объекта	0
Назначение	Частота отправки heartbeat-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	E8 03
Команда для чтения	cansend can0 X#40.17.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.17.10.00.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = новая частота отправки

Настроить время ожидания heartbeat-сообщения других устройств (Объект 1016_h)

Объект 1016_h Consumer heartbeat time задаёт время ожидания этого сигнала от других модулей. Если за указанное время статус активности от соседнего модуля не пришёл, устройство фиксирует ошибку связи — значит, модуль отключился или завис.

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество отслеживаемых устройств
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	08
Команда для чтения	cansend can0 X#40.16.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Значение подындексов 1-8 представляет собой 32-битное число:

Биты 31-24	Биты 23-16	Бит 15-0
0	Node ID отслеживаемого модуля	Время ожидания (мс)

Полученное двоичное число необходимо перевести в Little-Endian.

Пример записи:		
00000000	00000001	0000001111101000
Переводим в Little-Endian -> e8 03 01 00		

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Отслеживаемые устройства 1 – 8
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.16.10.AA.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындкса
Команда для записи	cansend can0 X#23.16.10.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID,

	AA = номер подындкса, YY.YY.YY.YY = значение
--	---

14 Настройка обмена данными (SDO-сообщения)

Для обмена данными с другими устройствами модуль использует SDO-каналы:

1. Канал для приема команд и отправки ответов (объект 1200_h).
2. Канал для отправки команд и приема ответов (объект 1280_h).

Алгоритм работы с данными объектов 1200_h и 1280_h выглядит следующим образом:

Шаг	Пример
Выделить биты данных из CAN-кадра	02 06 00 00
Восстановить 32-битное число	00 00 06 02
Перевести в двоичный вид	00000000 00000000 00000110 00000010

Рассмотрим структуру полученной двоичной строки:

Бит 31	Бит 30	Бит 29	Бит 28-0
0	0	0	00000 00000000 00000110 00000010

Бит 31 отвечает за активность канала

Значение	Состояние
0	Канал включён, работает
1	Канал выключен

Бит 30 регулирует отправку автоматических PDO-сообщений.

PDO – это способ быстрой передачи данных, при котором модуль отправляет информацию без подтверждения от мастера.

Значение	Состояние
0	PDO отправляются
1	PDO не отправляются

Бит 29 устанавливает длину COB-ID сообщения.

Значение	Состояние
0	Стандартный 11-битный формат
1	Расширенный 29-битный формат

Биты 28-0 задают сам COB-ID.

Настроить COB-ID для приёма команд (Объект 1200_h)

Объект 1200_h SDO server parameter содержит настройки COB-ID каналов, через которые модуль принимает команды и отправляет ответы.

Длина COB-ID установлена стандартной 11-битной.

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID для приема команд
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	0x600 + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.12.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	COB-ID для отправки ответов
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	0x580 + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.12.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	02
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.12.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Настроить COB-ID для отправки команд (Объект 1280_h)

Объект 1280_h SDO client parameter содержит настройки COB-ID каналов, через которые модуль отправляет команды другим модулям и принимает ответы.

Длина COB-ID установлена стандартной 11-битной.

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID для приема команд
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 80
Команда для чтения	cansend can0 X#40.80.12.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.80.12.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	COB-ID для отправки ответов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 80
Команда для чтения	cansend can0 X#40.80.12.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.80.12.02.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	3
Назначение	Node-ID модуля, которому отправляем команды
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.80.12.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.80.12.03.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = новый Node-ID

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	03
Команда для чтения	cansend can0 X#40.80.12.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

15 Настройка синхронизации (SYNC-сообщения)

Задать COB-ID для SYNC (Объект 1005h)

Объект 1005_h COB-ID SYNC message задаёт COB-ID для SYNC-сообщений и определяет, будет ли устройство само генерировать синхросигналы или только принимать их.

Не все устройства могут быть генераторами SYNC-сообщений. Если ваше устройство не поддерживает эту функцию, попытка включить генерацию вызовет ошибку. Также нельзя менять COB-ID, пока устройство активно генерирует синхросигналы.

Структура объекта представляет собой 32-битное число:

Бит 31	Бит 30	Бит 29	Бит 28-0
0	0	0	00000 000000000 00000110 00000010

Бит 31 зарезервирован (всегда 0).

Бит 30 регулирует генерацию SYNC-сообщений.

Значение	Состояние
0	Данное устройство ведомое и потребляет SYNC-сообщения.
1	Данное устройство ведущее и генерирует SYNC-сообщения.

Бит 29 устанавливает длину COB-ID SYNC-сообщения.

Значение	Состояние
0	Стандартный 11-битный формат
1	Расширенный 29-битный формат

Биты 28-0 задают сам COB-ID.

Подындекс объекта	0
Назначение	COB-ID для SYNC-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	80 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.05.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.05.10.00.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Задать период отправки SYNC-сообщений (Объект 1006h)

Объект 1006_h Communication cycle period задает интервал времени (в микросекундах) между двумя последовательными SYNC-сообщениями, которые устройство отправляет в сеть.

Значение «0» указывает на то, что генерация SYNC-сообщений отключена.

Подындекс объекта	0
Назначение	Период отправки SYNC-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.06.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.06.10.00.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = период отправки

Задать максимальное время синхронизации (Объект 1007h)

Объект 1007h Synchronous window length задаёт время ожидания (в микросекундах) от отправки SYNC-сигнала до ответных PDO-сообщения от синхронизирующихся устройств. Если ответы не пришли в этот интервал, синхронизация считается просроченной.

Значение «0» означает бесконечное ожидание.

Подындекс объекта	0
Назначение	Максимальное время синхронизации
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.07.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.07.10.00.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = время ожидания (мкс)

Задать значение переполнения счётчика SYNC (Объект 1019h)

Объект 1019h Synchronous counter overflow value задаёт максимальное значение счётчика SYNC-сигналов. При достижении этого значения счётчик сбрасывается. Значение по умолчанию — 0 (функция отключена).

Подындекс объекта	0
Назначение	Максимальное значение счётчика SYNC
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.19.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.19.10.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = граница переполнения

16 Настройка счётчика времени (TIME STAMP)

Настроить счётчик времени (Объект 1012h)

Объект 1012_h COB-ID time stamp object задаёт COB-ID для TIME-сообщений и определяет, будет ли устройство само генерировать синхросигналы или только принимать их.

TIME STAMP — это счётчик времени для всех модулей в сети с момента старта работы. Все устройства отсчитывают от общего нуля.

Не все устройства могут быть генераторами TIME-сообщений. Если ваше устройство не поддерживает эту функцию, попытка включить генерацию вызовет ошибку. Также нельзя менять COB-ID, пока устройство активно генерирует сигналы.

Структура объекта представляет собой 32-битное число:

Бит 31	Бит 30	Бит 29	Бит 28-0
0	0	0	00000 000000000 00000110 00000010

Бит 31 регулирует потребление TIME-сообщений.

Значение	Состояние
0	Устройство не потребляет TIME-сообщения.
1	Устройство потребляет TIME-сообщения.

Бит 30 регулирует генерацию TIME-сообщений.

Значение	Состояние
0	Устройство не генерирует TIME-сообщения.
1	Устройство генерирует TIME-сообщения.

Бит 29 устанавливает длину COB-ID TIME-сообщения.

Значение	Состояние
0	Стандартный 11-битный формат
1	Расширенный 29-битный формат

Биты 28-0 задают сам COB-ID.

Подындекс объекта	0
Назначение	COB-ID для TIME-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 01 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.12.10.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.12.10.00.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

17 Настройка параметров связи RPDO (1400_h - 1403_h и 1600_h - 1603_h)

RPDO (Receive Process Data Object) — это канал для приёма данных от мастера. В этом разделе описаны объекты, которые настраивают, по какому адресу модуль слушает RPDO-команды, как часто и при каких условиях он их обрабатывает.

У модуля N1AO104 доступны 4 RPDO-канала и 4 RPDO-маппинга: объекты 1400_h, 1401_h, 1402_h, 1403_h и 1600_h, 1601_h, 1602_h, 1603_h соответственно.

Маппинг — это объект, настраивающий, какие именно объекты и их подындексы будут поступать на модуль через RPDO-канал. RPDO-маппинг работает в паре с RPDO-каналом. Номер пары определяется по последней цифре: например, 1401_h работает с 1601_h, 1402_h — с 1602_h и так далее. Каналы и маппинги идентичны и отличаются друг от друга только номером.

Поскольку все каналы и маппинги устроены одинаково, в этом разделе подробно разобрана работа с парой **1400_h / 1600_h**. Остальные пары (1401_h / 1601_h, 1402_h / 1602_h, 1403_h / 1603_h) настраиваются по тому же принципу — команды для них приведены в соответствующих разделах.

RPDO-канал 1400_h

RPDO-канал 1400_h содержит в подындексах следующие параметры:

- COB-ID принимаемого RPDO-сообщения (подындекс 1);
- Тип передачи (подындекс 2);
- Таймер приема регулярных сообщений (подындекс 5);
- Количество параметров (служебный подындекс 0).

Запрещено изменять параметры связи, если RPDO активен.

COB-ID представляет собой 32-битное число:

Бит 31	Бит 30	Бит 29	Бит 28-0
0	0	0	00000 00000000 00000110 00000010

Бит 31 отвечает за активность канала.

Значение	Состояние
0	Канал включён, RPDO обрабатываются.
1	Канал выключен

Бит 30 зарезервирован, всегда 0.

Бит 29 устанавливает длину COB-ID RPDO-сообщения.

Значение	Состояние
0	Стандартный 11-битный формат
1	Расширенный 29-битный формат

Биты 28-0 задают сам COB-ID.

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID RPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	80000200 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.14.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.14.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Тип передачи определяет, при каких условиях и как часто устройство обрабатывает принятые (RPDO) данные.

- Тип передачи 0-240: модуль принимает данные при приёме следующего SYNC-сигнала.
- Тип передачи 254-255: модуль принимает данные мгновенно, по их поступлению.

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.14.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.00.14.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = новый тип передачи

Таймер приема регулярных сообщений определяет, как часто устройство получает регулярные RPDO-сообщения. Значение указывается в микросекундах (мкс).

Подындекс объекта	5
Назначение	Таймер приема RPDO-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.14.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.00.14.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между приемом сообщений

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	05
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.14.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

RPDO-маппинг 1600_h

В маппинг можно записывать только те объекты, которые допустимо изменять через RPDO (поддерживают запись).

Важно: подындексы 1 – 4 объекта 1600_h по умолчанию содержат маппинги объекта 6411_h (0x64110110, 0x64110210, 0x64110310, 0x64110410). Модификация данных значений без необходимости может нарушить функционирование модуля.

Подындекс 0 содержит суммарное количество объектов, задействованных в данном маппинге. Запись значения «0» в подындекс 0 отключает маппинг и разрешает редактировать объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество получаемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	04
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.16.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.00.16.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Каждый объект, получаемый по RPDO, записывается в подындексы 1-8, начиная с первого. В каждом подындексе хранится номер объекта, номер подындекса и длина данных. Общая длина всех объектов в одном RPDO не может превышать 8 байт (64 бита) — это ограничение размера CAN-кадра.

Пример формирования строки объекта, который хотим получить:

Исходные данные	Номер объекта	Номер подындекса	Длина данных
	6411	01	10
Собираем все в одну строку	64 11 01 10		
Переводим в Little-Endian	10 01 11 64		

Список объектов, которые можно получать по RPDO:

- Задать состояние аналоговых выходов 6411_h
- Настроить COB-ID для отправки команд 1280_h

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, получаемых по RPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	10 01 11 64 (для подындкса 1)
	10 02 11 64 (для подындкса 2)
	10 03 11 64 (для подындкса 3)
	10 04 11 64 (для подындкса 4)
	00 00 00 00 (для подындксов 5 – 8)
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.16.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = номер подындкса
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындкса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

Алгоритм работы с RPDO-парой 1400_h / 1600_h

Шаг	Комментарий
Перевести модуль в режим Pre-operational	См. раздел 6 «Настройка режима работы»
Отключить канал 1400 _h	См. раздел «RPDO-канал 1400h», подындекс 1
Отключить маппинг 1600 _h	См. раздел «RPDO-маппинг 1600h», подындекс 0
Записать в подындексы маппинга объекты, получаемые по RPDO	См. раздел «RPDO-маппинг 1600h», подындексы 1-8
Записать в маппинг 1600 _h количество передаваемых объектов	См. раздел «RPDO-маппинг 1600h», подындекс 0
Настроить тип передачи	См. раздел «RPDO-канал 1400h», подындекс 2
Настроить таймер получения (при необходимости)	См. раздел «RPDO-канал 1400h», подындекс 5
Включить объект 1400 _h	См. раздел «RPDO-канал 1400h», подындекс 1
Перевести модуль в режим Operational	См. раздел 6 «Настройка режима работы»

RPDO-канал 1401_h

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID RPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	80000300 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.14.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.14.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.14.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.01.14.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = новый тип передачи

Подындекс объекта	5
Назначение	Таймер приема RPDO-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.14.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.01.14.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между приемом сообщений

Дополнительно

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	05
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.14.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

RPDO-маппинг 1601_h

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество получаемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.16.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.01.16.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, получаемых по RPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.16.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = номер подындкса
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындкса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

RPDO-канал 1402_h

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID RPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	80000400 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.14.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.02.14.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.14.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.14.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = новый тип передачи

Подындекс объекта	5
Назначение	Таймер приема RPDO-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.14.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.02.14.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между приемом сообщений

Дополнительно

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	05
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.14.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

RPDO-маппинг 1602_h

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество получаемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.16.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.16.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, получаемых по RPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.16.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = номер подындкса
Команда для записи	cansend can0 X#23.02.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындкса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

RPDO-канал 1403_h

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID RPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	80000500 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.14.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.03.14.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.14.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.14.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = новый тип передачи

Подындекс объекта	5
Назначение	Таймер приема RPDO-сообщений
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.14.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.03.14.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между приемом сообщений

Дополнительно

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	05
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.14.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

RPDO-маппинг 1603_h

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество получаемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.16.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.16.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, получаемых по RPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.16.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = номер подындкса
Команда для записи	cansend can0 X#23.03.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындкса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

18 Настройка параметров связи TPDO (1800_h - 1803_h и 1A00_h – 1A03_h)

TPDO (Transmit Process Data Object) — это канал для передачи данных от модуля мастеру. В этом разделе описаны объекты, которые настраивают, по какому адресу модуль отправляет TPDO-сообщения, как часто и при каких условиях он их передаёт.

У модуля N1AO104 доступны 4 TPDO-канала и 4 TPDO-маппинга: объекты 1800_h, 1801_h, 1802_h, 1803_h и 1A00_h, 1A01_h, 1A02_h, 1A03_h соответственно.

Маппинг — это объект, настраивающий, какие именно объекты и их подындексы будут отправляться модулем через TPDO-канал. TPDO-маппинг работает в паре с TPDO-каналом. Номер пары определяется по последней цифре: например, 1801_h работает с 1A01_h, 1802_h — с 1A02_h и так далее. Каналы и маппинги идентичны и отличаются друг от друга только номером.

Поскольку все каналы и маппинги устроены одинаково, в этом разделе подробно разобрана работа с парой **1800_h / 1A00_h**. Остальные пары (1801_h / 1A01_h, 1802_h / 1A02_h, 1803_h / 1A03_h) настраиваются по тому же принципу, команды для них приведены в соответствующих разделах.

TPDO-канал 1800_h

TPDO-канал 1800_h содержит в подындексах следующие параметры:

- COB-ID отправляемого TPDO-сообщения (подындекс 1);
- Тип передачи (подындекс 2);
- Минимальное время между отправкой TPDO (подындекс 3);
- Event timer (подындекс 5);
- Минимальное количество SYNC-сигналов перед первой отправкой TPDO (подындекс 6);
- Количество параметров (служебный подындекс 0).

Запрещено изменять параметры связи, если TPDO активен.

COB-ID представляет собой 32-битное число:

Бит 31	Бит 30	Бит 29	Бит 28-0
0	0	0	00000 000000000 00000110 00000010

Бит 31 отвечает за активность канала.

Значение	Состояние
0	Канал включён, TPDO обрабатываются.
1	Канал выключен

Бит 30 разрешает или запрещает запросы к модулю на передачу данных.

Значение	Состояние
0	Модуль принимает запросы на отправку данных.
1	Модуль не принимает запросы.

Бит 29 устанавливает длину COB-ID TPDO-сообщения.

Значение	Состояние
0	Стандартный 11-битный формат
1	Расширенный 29-битный формат

Биты 28-0 задают сам COB-ID.

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID TPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	40000180 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.18.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.18.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Тип передачи определяет, при каких условиях и как часто устройство передаёт TPDO-данные.

- Тип передачи 0: передача данных по SYNC-сигналу, только если данные изменились
- Тип передачи 1 – 240: передача данных каждый N-й SYNC-сигнал (где N = тип передачи)
- Тип передачи 252: передача данных только по запросу мастера (RTR) после следующего SYNC-сигнала
- Тип передачи 253: мгновенная передача данных по запросу мастера (RTR)
- Тип передачи 254-255: передача данных по изменению или по таймеру

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.18.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.00.18.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = тип передачи

Минимальное время между отправкой TPDO определяет минимальное время между двумя последовательными отправками TPDO-сообщений. Значение указывается в 100-микросекундных интервалах. Значение «0» отключает ограничение.

Подындекс объекта	3
Назначение	Минимальное время между двумя TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.18.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.00.18.03.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Event timer определяет интервал времени, по истечении которого модуль обязательно отправит TPDO-сообщение, даже если данные не изменились. Значение указывается в микросекундах. Значение «0» отключает ограничение.

Подындекс объекта	5
Назначение	Интервал между двумя равными TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.18.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.00.18.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Минимальное количество SYNC-сигналов (подындекс 6) определяет количество SYNC-сигналов, которое модуль пропускает перед первой отправкой TPDO.

Подындекс объекта	6
Назначение	Количество SYNC-сигналов перед первой отправкой
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.18.06.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.00.18.06.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество SYNC-сигналов

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	06
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.18.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

TPDO-маппинг 1A00_h

В маппинг можно записывать только те объекты, которые допустимо передавать через TPDO.

Подындекс 0 содержит суммарное количество объектов, задействованных в данном маппинге. Запись значения «0» в подындекс 0 отключает маппинг и разрешает редактировать объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество передаваемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.1A.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.00.1A.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Каждый объект, передаваемый по TPDO, записывается в подындексы 1-8, начиная с первого. В каждом подындексе хранится номер объекта, номер подындекса и длина данных. Общая длина всех объектов в одном TPDO не может превышать 8 байт (64 бита) — это ограничение размера CAN-кадра.

Пример формирования строки объекта, который хотим передавать:

Исходные данные	Номер объекта	Номер подындекса	Длина данных
	1001	01	08
Собираем все в одну строку	10 01 01 08		
Переводим в Little-Endian	08 01 01 10		

Список объектов, которые можно передавать по TPDO:

- Определить наличие ошибки прямо сейчас 1001_h
- Настроить COB-ID для приема команд 1200_h
- Настроить COB-ID для отправки команд 1280_h

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, отправляемых по TPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подынддекса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подынддекса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

Алгоритм работы с TPDO-парой 1800h / 1A00h

Шаг	Комментарий
Перевести модуль в режим Pre-operational	См. раздел 6 «Настройка режима работы»
Отключить канал 1800 _h	См. раздел «TPDO-канал 1800 _h », подындекс 1
Отключить маппинг 1A00 _h	См. раздел «TPDO-маппинг 1A00 _h », подындекс 0
Записать в подындексы маппинга объекты, отправляемые по TPDO	См. раздел «TPDO-маппинг 1A00 _h », подындексы 1-8
Записать в маппинг 1A00 _h количество передаваемых объектов	См. раздел «TPDO-маппинг 1A00 _h », подындекс 0
Настроить тип передачи	См. раздел «TPDO-канал 1800 _h », подындекс 2
Настроить Event timer (при необходимости)	См. раздел «TPDO-канал 1800 _h », подындекс 5
Настроить Inhibit time (при необходимости)	См. раздел «TPDO-канал 1800 _h », подындекс 3
Настроить Sync start value (при необходимости)	См. раздел «TPDO-канал 1800 _h », подындекс 6
Включить объект 1800 _h	См. раздел «TPDO-канал 1800 _h », подындекс 1
Перевести модуль в режим Operational	См. раздел 6 «Настройка режима работы»

TPDO-канал 1801_h

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID TPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	40000280 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.18.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.18.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.18.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.01.18.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = тип передачи

Подындекс объекта	3
Назначение	Минимальное время между двумя TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.18.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.01.18.03.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Подындекс объекта	5
Назначение	Интервал между двумя равными TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.18.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.01.18.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Подындекс объекта	6
Назначение	Количество SYNC-сигналов перед первой отправкой
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.18.06.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.01.18.06.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество SYNC-сигналов

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	06
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.18.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

TPDO-маппинг 1A01_h

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество передаваемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.1A.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.01.1A.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, отправляемых по TPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

TPDO-канал 1802_h

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID TPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	40000380 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.18.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.02.18.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.18.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.18.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = тип передачи

Подындекс объекта	3
Назначение	Минимальное время между двумя TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.18.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.02.18.03.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Подындекс объекта	5
Назначение	Интервал между двумя равными TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.18.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.02.18.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Подындекс объекта	6
Назначение	Количество SYNC-сигналов перед первой отправкой
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.18.06.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.18.06.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество SYNC-сигналов

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	06
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.18.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

TPDO-маппинг 1A02_h

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество передаваемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.1A.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.1A.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, отправляемых по TPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.02.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

TPDO-канал 1803_h

Подындекс объекта	1
Назначение	COB-ID TPDO-сообщения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	40000480 _h + Node-ID
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.18.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.03.18.01.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новый COB-ID

Подындекс объекта	2
Назначение	Тип передачи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FE
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.18.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.18.02.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = тип передачи

Подындекс объекта	3
Назначение	Минимальное время между двумя TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.18.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.03.18.03.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Подындекс объекта	5
Назначение	Интервал между двумя равными TPDO-сообщениями
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.18.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.03.18.05.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = время между отправкой сообщений

Подындекс объекта	6
Назначение	Количество SYNC-сигналов перед первой отправкой
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.18.06.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.18.06.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество SYNC-сигналов

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько подындексов поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	06
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.18.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

TPDO-маппинг 1A03_h

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество передаваемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.1A.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.1A.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = количество передаваемых объектов

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, отправляемых по TPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.03.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

3 Ссылки на используемые стандарты

- CiA 301 CANopen application layer and communication profile

Определяет базовые коммуникационные механизмы CANopen, включая SDO, PDO, NMT, SYNC, HEARTBEAT, объектный словарь и структуру EDS/DCF-файлов.

- CiA 401 CANopen device profile for generic I/O modules

Описывает типовые объекты, поведение и структуру для модулей дискретного и аналогового ввода/вывода. Предоставляет стандартизированную модель объектного словаря для I/O-модулей.

Приложение А

Технические характеристики микроконтроллеров, входящих в состав модулей, представлены в таблице А1.

Таблица А1 – Технические характеристики микроконтроллеров

Характеристика	Значение
Процессор	Не ниже ARM® Cortex® -M4
Разрядность	32-разрядное процессорное ядро
Рабочая частота, МГц	Не ниже 100
Системный таймер	24-разрядный
Встроенная память, Мбайт, не менее	3
Аналого-цифровой преобразователь	Есть
Разрешение АЦП, бит	12
Диапазон входного напряжения АЦП, В	2,6–3,6
Датчик температуры	Есть
Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП)	Есть
Разрешение ЦАП, бит	12
Входы-выходы общего назначения, шт, не менее	100
Внешних линий прерывания	16
Таймеры	Два 16-разрядных расширенных таймера, десять 16-разрядных общих таймеров
Независимые ШИМ каналы, шт	4
Контроллер интерфейса энкодера	Да, с двумя входами, использующими квадратурный декодер
Сторожевой таймер, шт	2
Часы реального времени (RTC)	32-разрядный счетчик с программируемым 20-разрядным прескалером, функцией сигнализации и функцией прерывания и пробуждения

Окончание таблицы А1

Характеристика	Значение
Интерфейс I2C	Не менее 2-х интерфейсов шины I2C, с поддержкой как ведущего, так и ведомого режима, с частотой до 1 МГц
Последовательный периферийный интерфейс (SPI)	Не менее 2-х интерфейсов SPI с частотой до 30 МГц и поддержкой как ведущего, так и ведомого режимов, аппаратного расчета CRC и автоматической проверкой ошибок CRC при передаче данных
Универсальный синхронный асинхронный приемник-передатчик (USART)	Не менее 2-х
Полноскоростной интерфейс устройства с универсальной последовательной шиной (USB)	Один с частотой до 12 Мбит/с, внутренним генератором 48 МГц, поддерживающим работу без кристаллов
Локальная сеть контроллера (CAN)	Один интерфейс CAN 2.0 В с частотой связи до 1 Мбит/с
Защищенный интерфейс платы цифрового ввода-вывода (SDIO)	Поддержка хост-интерфейса SD2.0/SDIO2.0/MMC4.2
Контроллер внешней памяти (EMC)	SRAM, SRAM-накопитель, ROM и NOR-Flash, NAND-флэш-память, 16-битная шина данных
Режим отладки	Последовательный проводной порт отладки JTAG (SWJ-DP)

Приложение Б. Перечень Function Code

Function Code	Диапазон COB-ID	Тип сообщения	Назначение
0x000	0x000	NMT	Управление состоянием узлов (запуск, останов, сброс). Глобальный, не содержит Node ID.
0x080	0x080	SYNC	Синхронизация PDO-передач. Глобальный, не содержит Node ID.
0x080	0x081 – 0x0FF	EMCY	Сообщения об ошибках. Содержит Node ID.
0x100	0x100 – 0x17F	TIME STAMP	Метка времени (опционально).
0x180	0x181 – 0x1FF	PDO1 Tx	Первый канал передачи оперативных данных (от узла).
0x200	0x201 – 0x27F	PDO1 Rx	Первый канал приёма оперативных данных (к узлу).
0x280	0x281 – 0x2FF	PDO2 Tx	Второй канал передачи оперативных данных.
0x300	0x301 – 0x37F	PDO2 Rx	Второй канал приёма оперативных данных.
0x380	0x381 – 0x3FF	PDO3 Tx	Третий канал передачи оперативных данных.
0x400	0x401 – 0x47F	PDO3 Rx	Третий канал приёма оперативных данных.
0x480	0x481 – 0x4FF	PDO4 Tx	Четвёртый канал передачи оперативных данных.
0x500	0x501 – 0x57F	PDO4 Rx	Четвёртый канал приёма оперативных данных.
0x580	0x581 – 0x5FF	SDO Tx	SDO-ответы (от узла к мастеру).
0x600	0x601 – 0x67F	SDO Rx	SDO-запросы (от мастера к узлу).
0x700	0x701 – 0x77F	Heartbeat	Мониторинг состояния узла (сердцебиение).
0x780	0x780 – 0x7FF	Зарезервировано	Для расширенных функций (например, NMT-контроль).