Общество с ограниченной ответственностью

«ГК МФМК»

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ «ТИТАН КОНТРОЛ 1000»

Модуль дискретного ввода N1DI108

Инструкция по настройке и эксплуатации

Листов 70

2026

Литера

1 Введение

Настоящий документ предназначен для специалистов, занимающихся подключением, конфигурированием и вводом в эксплуатацию модуля дискретного ввода N1DI108, функционирующего по протоколу CANopen в соответствии со стандартом CiA 401 (Device Profile for Generic I/O Modules).

Модуль N1DI108 предназначен для приёма дискретных сигналов постоянного тока напряжением 24 В по положительному полюсу. Он поддерживает 8 каналов дискретного ввода типа Sinking input и обеспечивает гальваническую развязку полевых цепей через оптические изоляторы. Типовые устройства, подключаемые к входам модуля, — это контактные датчики и PNP-транзисторы с открытым коллектором (sourcing).

Документ также содержит ссылки на стандартные объекты объектного словаря CiA 401, примеры настройки и рекомендации по использованию фильтрации и индикации входных 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 (N1DI108 − 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:

COB-ID = Function Code + 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.

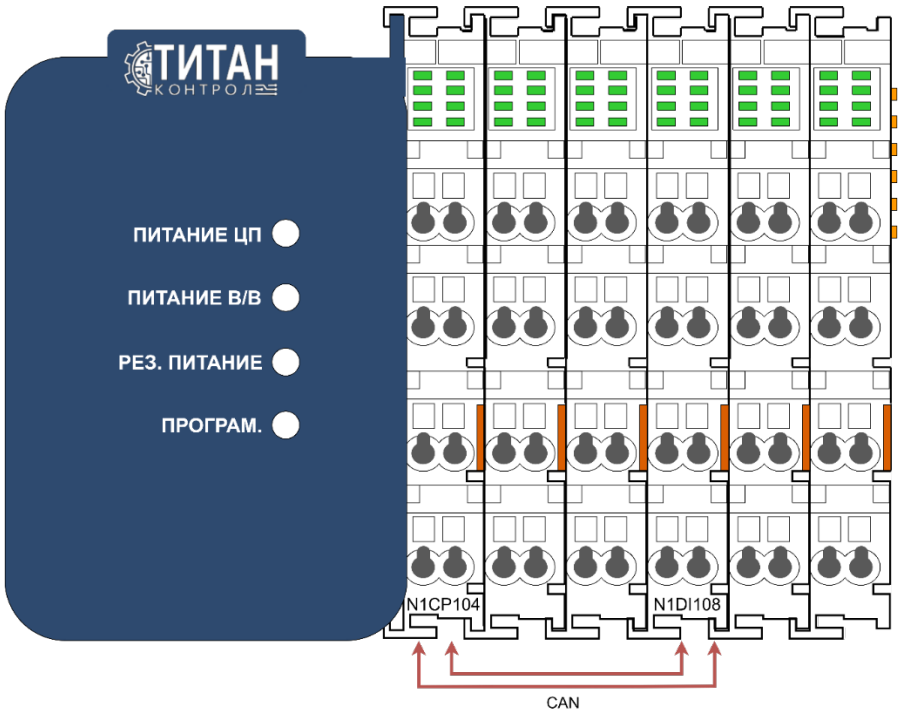
1. SDO-команда

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 N1DI108 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
candump can0	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#40.00.60.01.00.00.00.00 где X = 600h + 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 N1DI108 на первой позиции и для модуля N1DI108 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 → HEX = 5 Для Node ID = 10 → 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#40.00.60.01.00.00.00.00 Для Node ID = 10: cansend can0 60A#40.00.60.01.00.00.00.00

6 Настройка режима работы

После включения питания модуль N1DI108 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 дискретных входов 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 = 00_h + Node-ID устройства (напр. 0A для Node-ID 10)

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

can0 X [1] 05, где X = 700_h + Node-ID устройства (напр. 70A для Node-ID 10)

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 = 00_h + Node-ID устройства (напр. 0A для Node-ID 10)

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

can0 X [1] 7F, где X = 700_h + Node-ID устройства (напр. 70A для Node-ID 10)

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

cansend can0 000#02.X, где X = 00_h + Node-ID устройства (напр. 0A для Node-ID 10)

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

can0 X [1] 04, где X = 700_h + Node-ID устройства (напр. 70A для Node-ID 10)

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 (напр. 0A для Node-ID 10)

В ответ устройство один раз отправит сообщение вида:

can0 X [1] 00, где X = 700_h + Node-ID устройства (напр. 70A для Node-ID 10)

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 (напр. 0A для Node-ID 10)

В ответ устройство один раз отправит сообщение вида:

can0 X [1] 00, где X = 700_h + Node-ID устройства (напр. 70A для Node-ID 10)

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

7 Обязательные настройки

Считать состояние дискретных входов (Объект 6000_h)

Объект 6000_h Read input 8-bit считывает состояние дискретных входов модуля. Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые должны быть включены, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

11111111 — все каналы выдают значения
Переводим в HEX → FF

00000000 — ноль каналов выдает значение
Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Состояние дискретных входов (8 шт.)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.60.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько групп каналов по 8 штук в каждой поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных групп по 8 входов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Включить/отключить дискретные входы (Объект 6003_h)

Объект 6003_h Filter constant input 8-bit включает и отключает каналы модуля. Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые должны быть включены, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

11111111 — все каналы включены
Переводим в HEX → FF

00000000 — ни один канал не включен
Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить каналы (8 шт.)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FF
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.60.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.60.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = какие каналы включены

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько групп каналов по 8 штук в каждой поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных групп по 8 входов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Разрешить передачу данных (Объект 6005_h)

Объект 6005_h Global interrupt enable digital 8-bit регулирует передачу входного значения в CAN. Если установить этот объект в 00, передача входных значений происходить **не будет**. Объекты 6006h, 6007h и 6008h напрямую влияют на разрешение передачи в CAN.

01 — прерывания включены 00 — прерывания не включены

Подындекс объекта	0
Назначение	Разрешить передачу данных
Доступ	Чтение и запись
Формат	BOOLEAN
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.05.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#22.05.60.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет прерываний

Включить отправку TPDO-1 (Объекты 1800_h и $1A00_h$)

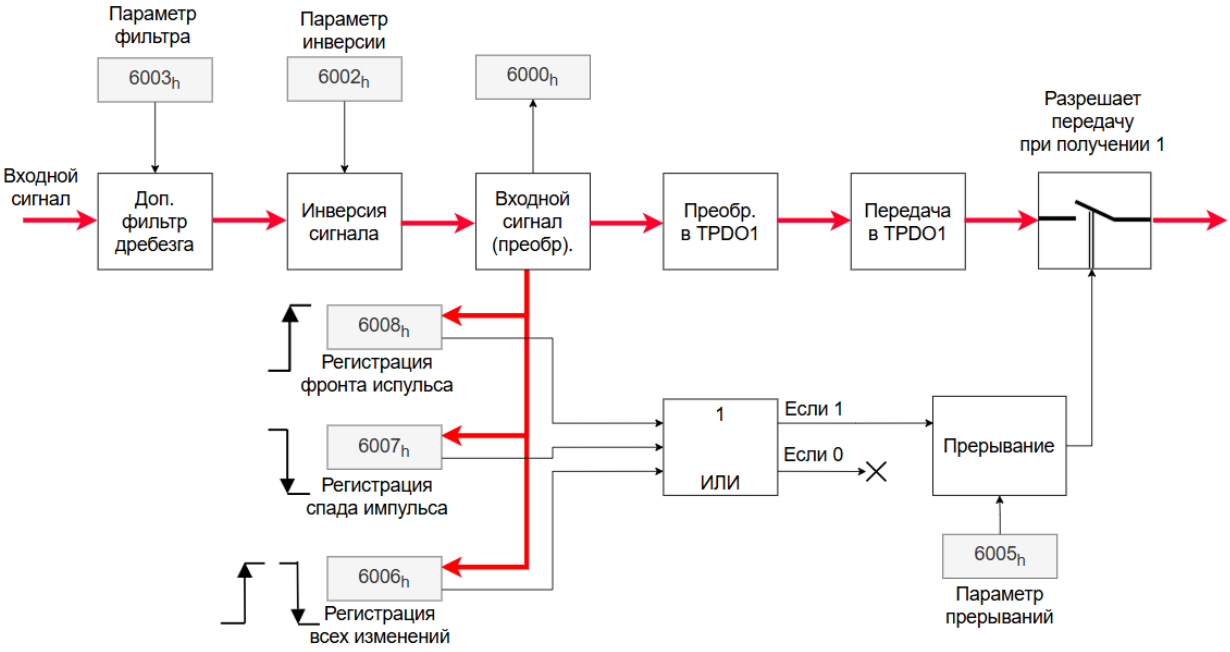
TPDO (Transmit Process Data Object) − это способ передачи данных от модуля к мастеру. С помощью объектов 1800h TPDO communication parameter и 1A00h TPDO mapping parameter настроим модуль на автоматическую отправку состояния дискретных входов (объект 6000h) с заданной периодичностью.

Шаг	Команда
Перевести модуль в режим Pre-operational	cansend can0 000#80.X, где X = 00_h + Node-ID
Отключить объект 1800_h	cansend can0 X#23.00.18.01.82.01.00.80, где X = 600h + Node-ID
Отключить объект $1A00_h$	cansend can0 X#2f.00.1a.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Настроить передачу: объект 6000h, подындекс 01, длина 08 бит. Таким образом формируем строку: 60000108	
Записать сформированную строку в объект 1A00h	cansend can0 X#23.00.1a.01.08.01.00.60, где X = 600h + Node-ID
Включить объект $1A00_h$	cansend can0 X#2f.00.1a.00.01.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Настроить тип передачи асинхронный, по изменению или по таймеру	cansend can0 X#2f.00.18.02.fe.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Настроить таймер отправки 1 раз в секунду, т.е 1 раз в 1000 мс (0x03E8)	cansend can0 X#2b.00.18.05.e8.03.00.00, где X = 600h + Node-ID
Включить объект 1800_h	cansend can0 X#23.00.18.01.82.01.00.40, 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 начнёт автоматически отправлять состояние своих входов (объект 6000_h) раз в секунду. Если состояние входов изменится раньше, чем пройдёт секунда, модуль тоже отправит обновление (по изменению).

8 Настройка входного дискретного сигнала

По умолчанию модуль поддерживает 8-битный формат входных данных. На рисунке 2 показана взаимосвязь между объектами цифрового ввода при 8-битном доступе.



Настроить полярность дискретных входов (Объект 6002_h)

Объект 6002_h Polarity input 8-bit инвертирует входной сигнал каналов дискретного модуля. Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые должны быть инвертированы, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

11111111 — все входы инвертированы
Переводим в HEX → FF

00000000 — ни один вход не инвертирован
Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Полярность дискретных входов (8 шт.)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.60.01.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.60.01.YY.00.00.00 где X = 600h + Node-ID, YY = значение полярности в HEX

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько групп каналов по 8 штук в каждой поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных групп по 8 входов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.60.00.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID

Уведомлять по любому изменению сигнала (Объект 6006_h)

Объект 6006_h Interrupt mask any change 8-bit настраивает, для каких каналов модуль будет отправлять уведомление при любом изменении сигнала (как при переходе с 0 на 1, так и с 1 на 0). Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые уведомляют о смене фронта сигнала, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

11111111 — уведомления активны
Переводим в HEX → FF

00000000 — уведомления неактивны
Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить уведомления (8 шт.)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FF
Команда для чтения	cansend can0 X#40.06.60.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.06.60.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет уведомлений

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько групп каналов по 8 штук в каждой поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных групп по 8 входов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.06.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Уведомлять о восходящем фронте сигнала (Объект 6007_h)

Объект 6007_h Interrupt mask low-to-high 8-bit настраивает, для каких каналов модуль будет отправлять уведомление при обнаружении восходящего фронта сигнала (переход с 0 на 1). Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые уведомляют о смене фронта сигнала, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

11111111 — уведомления активны
Переводим в HEX → FF

00000000 — уведомления неактивны
Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить уведомления (8 шт.)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.07.60.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.07.60.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет уведомлений

Дополнительно

В этом же объекте хранится информация, сколько групп каналов по 8 штук в каждой поддерживает данный объект.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных групп по 8 входов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.07.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Уведомлять о нисходящем фронте сигнала (Объект 6008_h)

Объект 6008_h Interrupt mask high-to-low 8-bit настраивает, для каких каналов модуль будет отправлять уведомление при обнаружении нисходящего фронта сигнала (переход с 1 на 0). Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые уведомляют о смене фронта сигнала, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

11111111 — уведомления активны
Переводим в HEX → FF

00000000 — уведомления неактивны
Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить уведомления (8 шт.)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.08.60.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.08.60.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет уведомлений

Дополнительно

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

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных групп по 8 входов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.08.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

9 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 дискретных входов
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.

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

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 (в 100-микросекундных интервалах)

10 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 01 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 1018_h)

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	02 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

11 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 подындекса
Команда для записи	cansend can0 X#23.16.10.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID,

	AA = номер подындекса, YY.YY.YY.YY = значение

12 Настройка обмена данными (SDO-сообщения)

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

1. Канал для приема команд и отправки ответов (объект1200_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

13 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 00000000 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)

14 Настройка счётчика времени (TIME STAMP)

Настроить счётчик времени (Объект 1012_h)

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 00000000 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

15 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 N1DI108 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).

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	00
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 получать:

Исходные данные	Номер объекта	Номер подындекса	Длина данных
	6003	01	8
Собираем все в одну строку	60 03 01 08		
Переводим в Little-Endian	08 01 03 60		

Список объектов, которые можно получать по RPDO:

- Настроить полярность дискретных входов 6002_h
- Включить/отключить дискретные входы 6003_h
- Разрешить передачу данных 6005_h
- Уведомлять по любому изменению сигнала 6006_h
- Уведомлять о восходящем фронте сигнала 6007_h
- Уведомлять о нисходящем фронте сигнала 6008_h

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#40.00.16.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = номер подындекса
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындекса 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 подындекса
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындекса 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 подындекса
Команда для записи	cansend can0 X#23.02.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындекса 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 подындекса
Команда для записи	cansend can0 X#23.03.16.AA.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, AA = номер подындекса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

16 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 N1DI108 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 00000000 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 любому изменению

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, 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.

Важно: подындекс 1 объекта $1A00_h$ по умолчанию содержит маппинг объекта 6000_h (0x60000108). 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 передаваемых объектов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
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
	6000	01	8
Собираем все в одну строку	60 00 01 08		
Переводим в Little-Endian	08 01 00 60		

Список объектов, которые можно передавать по TPDO:

- Считать состояние дискретных входов 6000_h
- Определить наличие ошибки прямо сейчас 1001_h
- Настроить COB-ID для приема команд 1200_h

Подындекс объекта	1 − 8
Назначение	Хранение объектов, отправляемых по TPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00 (08 01 00 60 для подындекса 1)
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындекса 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 1800h», 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

2 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 1. 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).

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 B 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)