

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГК МФМК»
(ООО «ГК МФМК»)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «ГК МФМК»

_____ Лудиков А.В.
« ____ » _____ 2026 г.

ПРОШИВКА МОДУЛЯ СЧЕТА ИМПУЛЬСОВ
«TITAN_N1DCXKK_FACTORY»
Руководство пользователя

РАЗРАБОТАНО
ООО «ГК МФМК»

Дата введения: _____
Без ограничения срока действия.

г. Москва
2026

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

1 Введение

Настоящий документ предназначен для специалистов, занимающихся подключением, конфигурированием и вводом в эксплуатацию модуля счета импульсов N1DCXKK, функционирующего по протоколу CANopen в соответствии со стандартом CiA 406 (Device profile for encoders).

Модуль N1DCXKK предназначен для подключения энкодеров, счёта их импульсов и определения фазы и количества вращений. Он поддерживает 2 канала дискретного ввода, 2 канала дискретного вывода и подключение энкодера по интерфейсу A, B.

Документ также содержит ссылки на стандартные объекты объектного словаря CiA 406, примеры настройки и рекомендации по использованию фильтрации и индикации входных и 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 (N1DCXKK – 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.

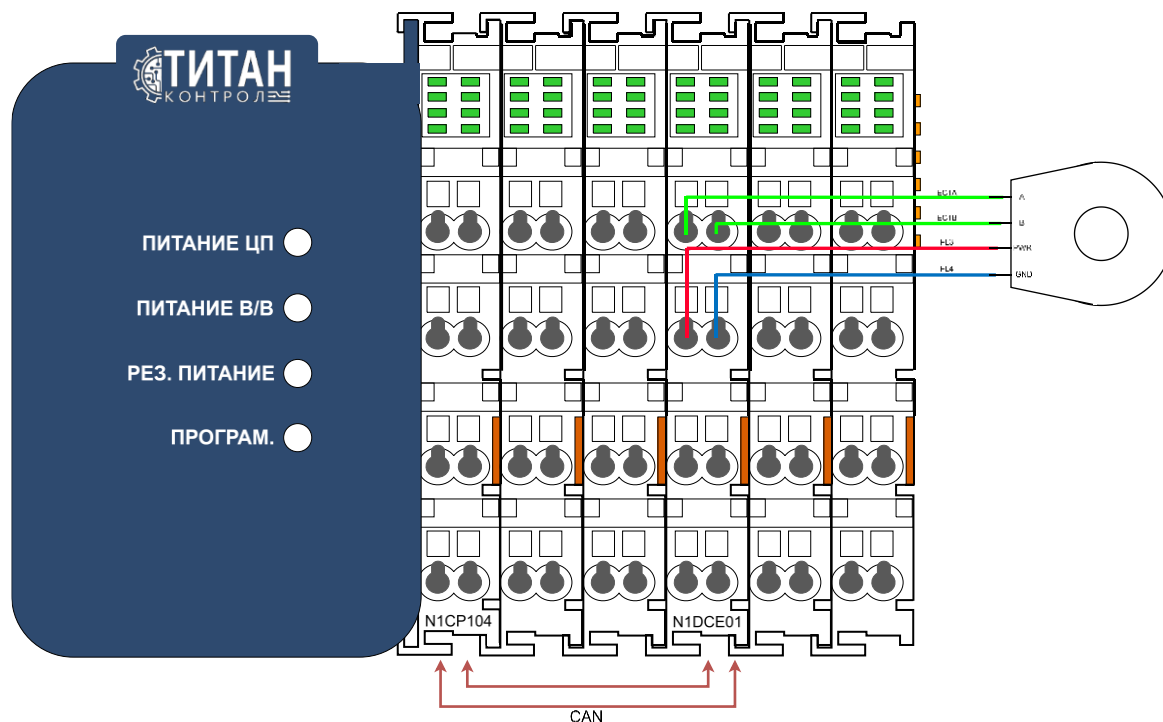
1. SDO-команда

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 N1DCXKK 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 вычислительный 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 $X = 600h + \text{Node-ID}$

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 N1DCXKK на первой позиции и для модуля N1DCXKK 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#40.00.60.01.00.00.00.00`

Для Node ID = 10: `cansend can0 60A#40.00.60.01.00.00.00.00`

6 Настройка режима работы

После включения питания модуль N1DCXKK 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 получения данных от энкодера 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 $X = 700_h + \text{Node-ID}$ 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 $X = 00_h + \text{Node-ID}$ устройства (напр. 0A для Node-ID 10)

В ответ устройство один раз отправит сообщение вида:

can0 X [1] 00,
где $X = 700_h + \text{Node-ID}$ 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 $X = 00_h + \text{Node-ID}$ устройства (напр. 0A для Node-ID 10)

В ответ устройство один раз отправит сообщение вида:

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

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

7 Обязательные настройки

Настроить параметры энкодера (Объект 6000_h)

Объект 6000_h Operating parameters задаёт режим работы энкодера: направление счёта, диагностику и масштабирование.

Структура объекта представляет собой 16-битное число:

Бит	Значение	Назначение
0	0	Направление счёта (cs) по часовой стрелке
	1	Направление счёта (cs) против часовой стрелки
1	0	Диагностика (cdc) отключена
	1	Диагностика (cdc) включена
2	0	Масштабирование (sfc) отключено
	1	Масштабирование (sfc) включено
3	0	Направление измерения (md) прямое
	1	Направление измерения (md) обратное
4 – 15	0	Зарезервированы

Подындекс объекта	0
Назначение	Задать режим работы энкодера
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.00.60.00.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новый режим работы

Задать количество шагов энкодера на оборот (Объект 6001_h)

Объект 6001_h Measuring units per revolution задаёт количество различных шагов (импульсов) энкодера за один полный оборот. Запись «0» означает, что значение не задано, и позиция энкодера будет отображаться некорректно. Количество импульсов на оборот записано в документации на конкретный энкодер.

Подындекс объекта	0
Назначение	Количество шагов на один оборот энкодера
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.60.00.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID YY.YY.YY.YY = количество шагов

Включить отправку TPDO

TPDO (Transmit Process Data Object) – это способ передачи данных от модуля к мастеру. С помощью объектов 1800h – 1803h TPDO communication parameter и 1A00h – 1A03h TPDO mapping parameter настроим модуль на автоматическую отправку позиции энкодера (объект 6004h) и высокоточной позиции (объект 6008h) 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 = 600 _h + Node-ID
Отключить объект 1801 _h	cansend can0 X#23.01.18.01.82.01.00.80, где X = 600 _h + Node-ID
Отключить объект 1802 _h	cansend can0 X#23.02.18.01.82.01.00.80, где X = 600 _h + Node-ID
Отключить объект 1A00 _h	cansend can0 X#2f.00.1a.00.00.00.00.00, где X = 600 _h + Node-ID
Отключить объект 1A01 _h	cansend can0 X#2f.01.1a.00.00.00.00.00, где X = 600 _h + Node-ID
Отключить объект 1A02 _h	cansend can0 X#2f.02.1a.00.00.00.00.00, где X = 600 _h + Node-ID
Настроить передачу: объект 6004h, подындекс 00, длина 32 бит. Таким образом формируем строку: 60040020 объект 6008h, подындекс 00, длина 64 бит. Таким образом формируем строку: 60080040	
Записать сформированную строку в объект 1A00 _h	cansend can0 X#23.00.1a.01.20.00.00.60, где X = 600 _h + Node-ID
Записать сформированную строку в объект 1A01 _h	cansend can0 X#23.01.1a.01.20.00.00.60, где X = 600 _h + Node-ID
Записать сформированную строку в объект 1A02 _h	cansend can0 X#23.02.1a.01.40.00.08.60, где X = 600 _h + Node-ID
Включить объект 1A00 _h	cansend can0 X#2f.00.1a.00.01.00.00.00, где X = 600 _h + Node-ID
Включить объект 1A01 _h	cansend can0 X#2f.01.1a.00.01.00.00.00,

	где X = 600h + Node-ID
Включить объект 1A02 _h	cansend can0 X#2f.02.1a.00.01.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Настроить тип передачи асинхронный, по изменению или по таймеру для 1800 _h	cansend can0 X#2f.00.18.02.fe.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Настроить тип передачи по sync-сигналу для 1801 _h	cansend can0 X#2f.01.18.02.01.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Настроить тип передачи по sync-сигналу для 1802 _h	cansend can0 X#2f.02.18.02.01.00.00.00, 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
Включить объект 1801 _h	cansend can0 X#23.01.18.01.82.01.00.40, где X = 600h + Node-ID
Включить объект 1802 _h	cansend can0 X#23.02.18.01.82.01.00.40, 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 положение энкодера (объект 6004_h) раз в секунду и положение энкодера с повышенной точностью (объект 6008_h) каждый синхро-сигнал.

8 Настройка и получение данных с энкодера

Проверить параметры энкодера (Объект 6500_h)

Объект 6500_h Operating status отображает текущий режим работы энкодера: направление счёта, диагностику и масштабирование.

Структура объекта представляет собой 16-битное число:

Бит	Значение	Назначение
0	0	Направление счёта (cs) по часовой стрелке
	1	Направление счёта (cs) против часовой стрелки
1	0	Диагностика (cdc) отключена
	1	Диагностика (cdc) включена
2	0	Масштабирование (sfc) отключено
	1	Масштабирование (sfc) включено
3	0	Направление измерения (md) прямое
	1	Направление измерения (md) обратное
4 – 15	0	Зарезервированы

Подындекс объекта	0
Назначение	Узнать режим работы энкодера
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.65.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Установить позицию энкодера (Объект 6003_h)

Объект 6003_h Preset value устанавливает текущую позицию энкодера в заданное значение.

Подындекс объекта	0
Назначение	Текущая позиция энкодера
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.03.60.00.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = новое значение пресета

Считать позицию энкодера (Объект 6004_h)

Объект 6004_h Position value отображает текущую позицию энкодера. Значение — 32-битное целое число от 0 до FFFFFFFF. За один оборот значение изменяется на количество шагов, заданное в объекте 6001_h.

Подындекс объекта	0
Назначение	Текущая позиция энкодера
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.04.60.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Установить высокоточную позицию энкодера (Объект 6009_h)

Объект 6009_h High precision preset value устанавливает текущую позицию энкодера в заданное значение с повышенной точностью.

Подындекс объекта	0
Назначение	Текущая высокоточная позиция энкодера
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED64
Значение по умолчанию	00 00 00 00 00 00 00 00
Команда для чтения	<pre>cansend can0 X#40.09.60.00.00.00.00.00 cansend can0 X#60.00.00.00.00.00.00.00 cansend can0 X#70.00.00.00.00.00.00.00,</pre> где X = 600h + Node-ID ВАЖНО: вводить три команды нужно одной записью.
Команда для записи	<pre>cansend can0 X#21.09.60.00.08.00.00.00 cansend can0 X#00.YY.YY.YY.YY.YY.YY.YY cansend can0 X#1D.YY.00.00.00.00.00.00</pre> где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY.YY.YY.YY.YY = новое значение пресета. ВАЖНО: вводить три команды нужно одной записью. Первый байт значения находится в третьей строке.

Считать высокоточную позицию энкодера (Объект 6008_h)

Объект 6008_h High precision position value отображает текущую позицию энкодера с повышенной точностью. Значение — 64-битное число от 0x0000000000000000 до 0xFFFFFFFFFFFFFFFF.

Подындекс объекта	0
Назначение	Текущая высокоточная позиция энкодера
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED64
Значение по умолчанию	00 00 00 00 00 00 00 00
Команда для чтения	<pre>cansend can0 X#40.08.60.00.00.00.00.00 cansend can0 X#60.00.00.00.00.00.00.00 cansend can0 X#70.00.00.00.00.00.00.00,</pre> где X = 600h + Node-ID ВАЖНО: вводить три команды нужно одной записью.

Настроить резку (Объект 2300_h)

Объект 2300_h Cutter управляет работой ножниц (резака) для отрезания провода или другого материала при достижении заданной длины.

Подындекс объекта	1
Назначение	Включение резчика
Доступ	Чтение и запись
Формат	BOOLEAN
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.23.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#22.00.23.01.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = включить/выключить резчик

Подындекс объекта	2
Назначение	Выбор дискретного ввода (1 или 2)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.23.02.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.00.23.02.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = выбрать канал

Подындекс объекта	3
Назначение	Выбор дискретного вывода (1 или 2)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.23.03.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Команда для записи	cansend can0 602#2f.00.23.03.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = выбрать канал
--------------------	---

Подындекс объекта	4
Назначение	Счетчик импульсов до срабатывания резака
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED64
Значение по умолчанию	00 00 00 00 00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.23.04.00.00.00.00 cansend can0 X#60.00.00.00.00.00.00.00 cansend can0 X#70.00.00.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID ВАЖНО: вводить три команды нужно одной записью.
Команда для записи	cansend can0 X#21.00.23.04.08.00.00.00 cansend can0 X#00.YY.YY.YY.YY.YY.YY.YY cansend can0 X#1D.YY.00.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY.YY.YY.YY.YY = значение счетчика. ВАЖНО: вводить три команды нужно одной записью. Первый байт значения находится в третьей строке.

Подындекс объекта	5
Назначение	Длительность управляющего сигнала
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.23.05.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.23.05.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, YY.YY.YY.YY = задать длину сигнала

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#40.00.23.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

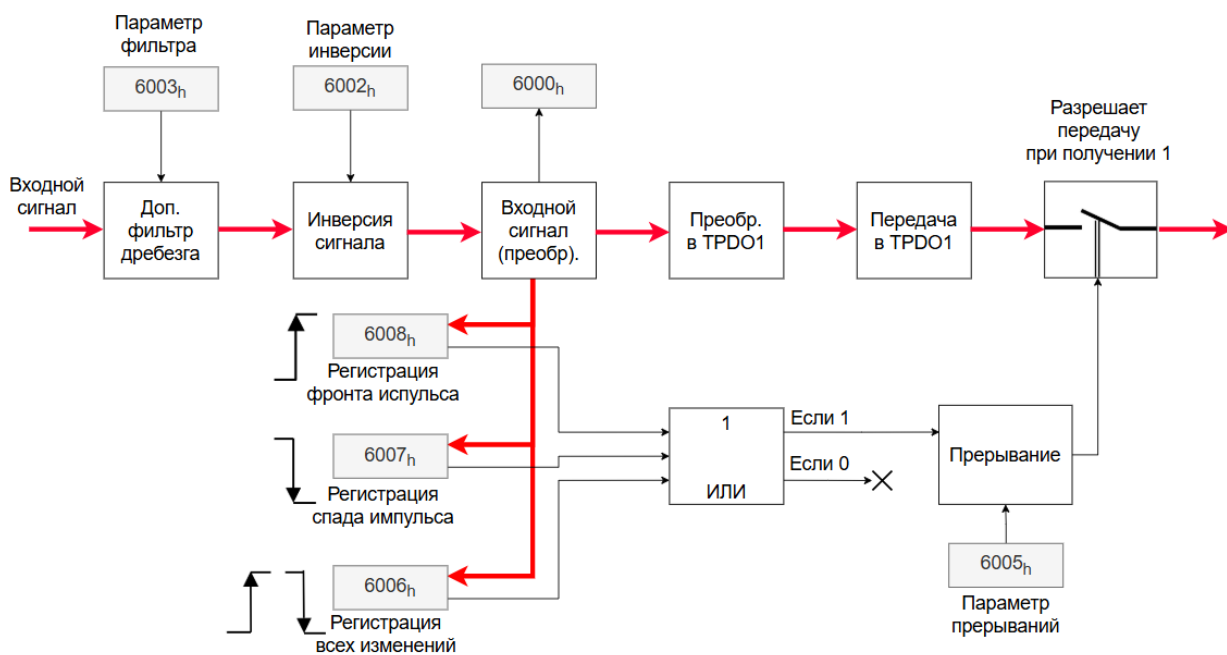
Служебный объект 2000h

Объект 2000_h Counter является служебным и предназначен для отладки на стороне производителя. В модуле N1DCXKK не используется и всегда возвращает 0.

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный
Доступ	Только чтение
Формат	INTEGER32
Значение по умолчанию	00 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.20.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

9 Настройка и получение данных с дискретных входов

Модуль N1DCXKK имеет два дискретных входа. По умолчанию модуль поддерживает 8-битный формат входных данных. На рисунке 2 показана взаимосвязь между объектами цифрового ввода при 8-битном доступе.



Считать состояние дискретных входов (Объект 2100_h)

Объект 2100_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:

00000011 — все каналы выдают значения 00000000 — ноль каналов выдает значение

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Состояние дискретных входов (2 шт.)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.21.01.00.00.00.00 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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.21.00.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID

Включить/отключить дискретные входы (Объект 2103_h)

Объект 2103_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:

00000011 — все каналы включены

00000000 — ни один канал не включен

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить каналы
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FF
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.21.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.03.21.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = какие каналы включены

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.03.21.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Настроить полярность дискретных входов (Объект 2102_h)

Объект 2102_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:

00000011 — все входы инвертированы

00000000 — ни один вход не инвертирован

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Полярность дискретных входов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.21.01.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.21.01.YY.00.00.00 где X = 600h + Node-ID, YY = значение полярности в HEX

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.21.00.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID

Разрешить передачу данных (Объект 2105h)

Объект 2105_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 2106h, 2107h и 2108h 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#40.05.21.00.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#22.05.21.00.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет прерываний

Уведомлять по любому изменению сигнала (Объект 2106_h)

Объект 2106_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:

00000011 — уведомления активны

00000000 — уведомления неактивны

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить уведомления
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FF
Команда для чтения	cansend can0 X#40.06.21.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.06.21.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет уведомлений

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.06.21.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Уведомлять о восходящем фронте сигнала (Объект 2107_h)

Объект 2107_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:

00000011 — уведомления активны

00000000 — уведомления неактивны

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить уведомления
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.07.21.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.07.21.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет уведомлений

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.07.21.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Уведомлять о нисходящем фронте сигнала (Объект 2108_h)

Объект 2108_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:

00000011 — уведомления активны

00000000 — уведомления неактивны

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить уведомления
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.08.21.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.08.21.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = разрешение/запрет уведомлений

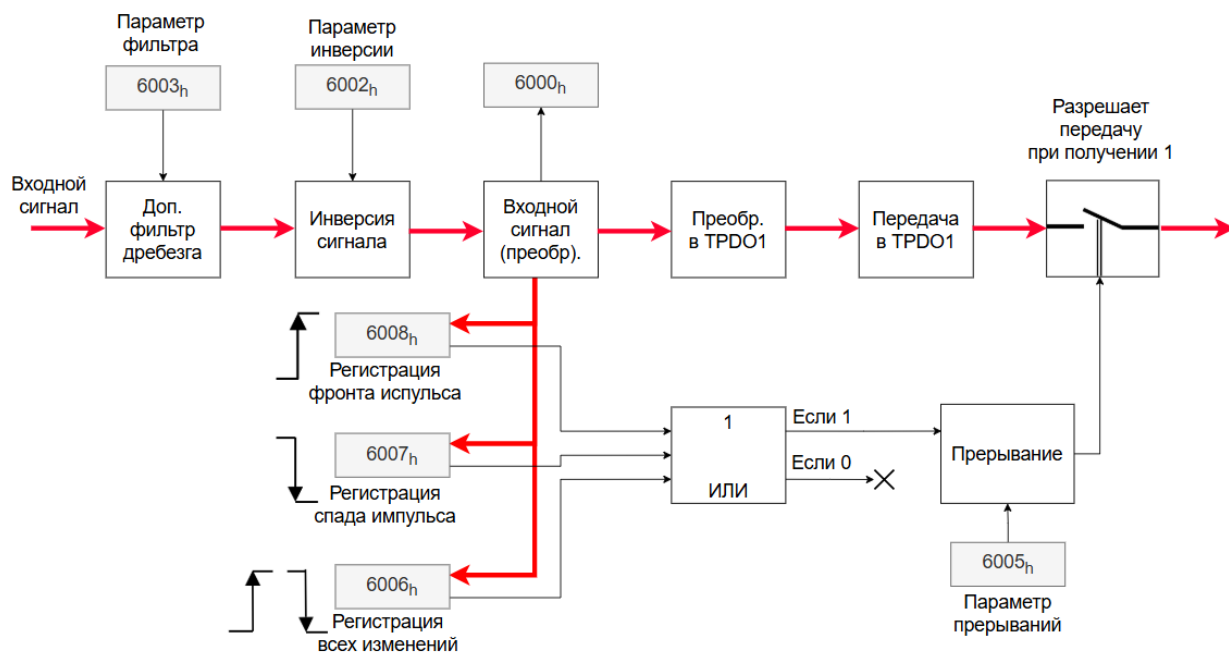
Дополнительно

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

Подындекс объекта	0
Назначение	Служебный (количество доступных подындексов)
Доступ	Только чтение
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.08.21.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

10 Настройка и получение данных с дискретных выходов

Модуль N1DCXKK имеет два дискретных выхода. По умолчанию модуль поддерживает 8-битный формат входных данных. На рисунке 2 показана взаимосвязь между объектами цифрового ввода при 8-битном доступе.



Задать состояние дискретных выходов (Объект 2200_h)

Объект 2200_h Write Output 8 Bit задает состояние дискретных выходов модуля. Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые должны быть включены, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

00000011 — все каналы активны

00000000 — ноль каналов активно

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Состояние дискретных выходов (2 шт.)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.22.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.00.22.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY = новое значение

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.22.00.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID

Задать маску фильтра выходов (Объект 2208_h)

Объект 2208_h Filter Mask Output 8 Bit определяет, какие каналы дискретных выходов будут физически включены. Выходной сигнал присутствует только на тех каналах, где в маске установлена 1. Значение объекта 2200_h накладывается на эту маску с логическим операндом AND.

00000011 — все каналы активны

00000000 — все каналы заблокированы

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Включить/отключить каналы
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FF
Команда для чтения	cansend can0 X#40.08.22.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.08.22.01.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новое значение маски

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.08.22.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Настроить полярность дискретных выходов (Объект 2202_h)

Объект 2202_h Polarity output 8-bit инвертирует выходной сигнал каналов дискретного модуля. Необходимо выставить единицы на месте тех каналов, которые должны быть инвертированы, и перевести полученное двоичное число в шестнадцатеричную систему:

00000011 — все выходы инвертированы 00000000 — ни один выход не инвертирован

Переводим в HEX → 03

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Полярность дискретных выходов
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.22.01.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.02.22.01.YY.00.00.00 где X = 600h + Node-ID, YY = значение полярности в HEX

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.22.00.00.00.00.00 где X = 600h + Node-ID

Настроить поведение модуля при аварии (Объект 2206_h)

Объект 2206_h Error Mode Output 8 Bit определяет, какие каналы дискретных выходов переходят в состояние ошибки при внутренней ошибке устройства или при получении команды Stop Remote Node.

00000011 — все каналы переходят в
состояние ошибки

Переводим в HEX → 03

00000000 — ни один канал не переходит в
состояние ошибки

Переводим в HEX → 00

Подындекс объекта	1
Назначение	Настроить переход в состояние ошибки
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	FF
Команда для чтения	cansend can0 X#40.06.22.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.06.22.01.YY.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новое значение

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.06.22.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Задать код ошибки (Объект 2207_h)

Объект 2207_h Error Value Output 8 Bit задаёт значение, которое устанавливается на дискретных выходах при возникновении ошибки. Значение применяется только для тех каналов, для которых в объекте 2206_h установлена 1.

Подындекс объекта	1
Назначение	Настроить код ошибки
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED8
Значение по умолчанию	00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.07.22.01.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2f.07.22.01.YY.00.00.00, где X = 600h + Node-ID YY = новое значение

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	01
Команда для чтения	cansend can0 X#40.07.22.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

11 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 связи;
- Параметры приложения;
- Параметры калибровки.

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	2
Назначение	Сохранить параметры связи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.10.10.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID

Команда для записи	cansend can0 X#23.10.10.02.73.61.76.65, где X = 600h + Node-ID
--------------------	---

Подындекс объекта	3
Назначение	Сохранить параметры приложения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.10.10.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.10.10.03.73.61.76.65, 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 + 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 связи;
- Параметры приложения;
- Параметры калибровки.

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	2
Назначение	Сбросить параметры связи
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.10.02.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.11.10.02.6C.6F.61.64, где X = 600h + Node-ID

Подындекс объекта	3
Назначение	Сбросить параметры приложения
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	01 00 00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.11.10.03.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#23.11.10.03.6C.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

12 Возможные ошибки

Определить наличие ошибки прямо сейчас (Объект 1001h)

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 каналов
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 1003h)

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 подындеса для чтения

Узнать ID сообщений об ошибках (Объект 1014h)

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

Значение по умолчанию включает в себя так же Node ID: (0x80 h + Node ID).

Ограничить частоту отправки сообщений об ошибках

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 = время задержки (в 100-микросекундных интервалах)

13 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	96 01 0A 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	18 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

14 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	Период 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	Максимальное 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

В подындексы 1–8 записывается время ожидания для каждого отслеживаемого устройства.

Структура объекта:

Бит	Назначение
0 – 15	Время ожидания в миллисекундах
16 – 23	Node-ID отслеживаемого модуля
24 – 31	Зарезервированы (всегда 0)

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Время ожидания для 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 $X = 600h + \text{Node-ID}$, AA = номер подындкса, YY.YY.YY.YY = значение (время ожидания + Node-ID)
--	--

15 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 отправки 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 приема 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

16 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 (в микросекундах)

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

17 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

18 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 N1DCXKK 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 = 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 получить:

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 COB-ID для отправки команд 1280_h
- Настроить полярность дискретных входов 2102_h
- Включить/отключить дискретные входы 2103_h

- Разрешить передачу данных 2105_h
- Уведомлять по любому изменению сигнала 2106_h
- Уведомлять о восходящем фронте сигнала 2107_h
- Уведомлять о нисходящем фронте сигнала 2108_h
- Задать состояние дискретных выходов 2200_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 = 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 = 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 = 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

19 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 N1DCXKK 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 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.

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
	6004	00	20
Собираем все в одну строку	60 04 00 20		
Переводим в Little-Endian	20 00 04 60		

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

- Считать состояние дискретных входов 2100_h
- Считать позицию энкодера 6004_h
- Считать высокоточную позицию энкодера 6008_h

Подындекс объекта	1 – 8
Назначение	Хранение объектов, отправляемых по TPDO
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED32
Значение по умолчанию	00 00 00 00 (20 00 04 60 для подындкса 1)
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындкса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.00.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындкса для записи YY.YY.YY.YY = строка объекта

Алгоритм работы с TPDO-парой 1800_h / 1A00_h

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»

Настроить циклический таймер (Объект 6200_h)

Объект 6200_h Cyclic timer задаёт период автоматической отправки TPDO1. Значение указывается в миллисекундах. Если записать 0, циклическая отправка отключается.

Данный объект жёстко связан с Event timer (подындекс 5 объекта 1800_h). Изменение значения в одном объекте автоматически изменяет значение в другом.

Подындекс объекта	0
Назначение	Период отправки TPDO1 (мс)
Доступ	Чтение и запись
Формат	UNSIGNED16
Значение по умолчанию	00 00
Команда для чтения	cansend can0 X#40.00.62.00.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID
Команда для записи	cansend can0 X#2b.00.62.00.YY.YY.00.00, где X = 600h + Node-ID, YY.YY = новое значение таймера

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	01
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 (20 00 04 60 для подындкса 1)
Команда для чтения	cansend can0 X#40.01.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындкса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.01.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындкса 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	01
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 (40 00 08 60 для подындкса 1)
Команда для чтения	cansend can0 X#40.02.1A.BB.00.00.00.00, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындкса для чтения
Команда для записи	cansend can0 X#23.02.1A.BB.YY.YY.YY.YY, где X = 600h + Node-ID, BB = номер подындкса 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 406 CANopen device profile for encoders

Описывает типовые объекты, поведение и структуру для модулей, предназначенных для подключения энкодера.

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 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)