



СКБ ИС

ОАО «Специальное Конструкторское Бюро Информационно-Измерительных Систем»
Санкт-Петербург

Описание интерфейса **CANopen** **и объектный словарь**

*Описание протокола
ВЕРУ.401264.173ИС*



СКБ ИС

СКБ ИС
195009, Россия, Санкт-Петербург,
Кондратьевский пр. 2, литер А
Тел. +7 (812) 334-17-72,
Факс +7 (812) 540-29-33
Электронпочта: lir@skbis.ru
Интернет: www.skbis.ru

Оглавление

1	ВВЕДЕНИЕ	3
2	ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
3	ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	4
4	СЕТЬ CANOPEN И ПРОФИЛЬ УСТРОЙСТВА	5
4.1	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	5
4.2	СТРУКТУРА СООБЩЕНИЙ CANOPEN	6
4.3	ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПРОЦЕССА	7
4.4	ОБМЕН СЕРВИСНЫМИ ДАННЫМИ (РАБОТА С ОБЪЕКТНЫМ СЛОВАРЁМ)	9
4.5	СЛУЖБА АВАРИЙНЫХ СООБЩЕНИЙ	10
4.6	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ СЕТИ И ЗАПУСК ПРОГРАММЫ УСТРОЙСТВА	12
4.7	КОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ	14
4.7.1	Протокол проверки узла	14
4.7.2	Протокол проверки связи	15
5	СЛОВАРЬ ОБЪЕКТОВ УСТРОЙСТВА	16
5.1	СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ОБЪЕКТНОГО СЛОВАРЯ	16
5.2	ОБЪЕКТНЫЙ СЛОВАРЬ	19
Объект 1000	Тип устройства	19
Объект 1001	Регистр ошибок	19
Объект 1003	Массив ошибок	19
Объект 1005	COB-ID объекта синхронизации SYNC	20
Объект 1008	Имя устройства	20
Объект 1009	Номер варианта конструктива	20
Объект 100A	Номер версии программы	20
Объект 100C	Период опроса (Guard time)	20
Объект 100D	Множитель контрольного времени (Life time factor)	21
Объект 1010	Сохранение параметров	21
Объект 1011	Восстановление параметров по умолчанию	22
Объект 1014	COB-ID объекта аварийных сообщений	22
Объект 1015	Интервал запрета выдачи EMCY сообщений	23
Объект 1016	Контрольное время	23
Объект 1017	Период контрольных посылок	23
Объект 1018	Идентификаторы устройства	24
Объект 1029	Поведение при ошибке связи	24
Объект 1800	Параметры передачи объекта PDO1	25
Объект 1801	Параметры передачи объекта PDO2	26
Объект 1A00	Карта размещения информации PDO1	27
Объект 1A01	Карта размещения информации PDO2	27
Объект 2100	Индекс скорости обмена	27
Объект 2101	Номер узла	28
Объект 2800	Счётчик передачи PDO1	28
Объект 2801	Счётчик передачи PDO2	28
Объект 6000	Параметры функционирования	28
Объект 6001	Количество отсчётов на оборот	29
Объект 6002	Полный диапазон измерения	29
Объект 6003	Величина предустановки	29
Объект 6004	Величина угла	29
Объект 6500	Режим функционирования	29
Объект 6501	Максимальное количество отсчётов на оборот	30
Объект 6502	Допустимое количество оборотов	30
Объект 6509	Величина смещения позиции	30
Объект 650B	Заводской номер устройства	30

1 Введение

Настоящее описание является эксплуатационным документом и предназначено для работы с устройствами, производимыми в ОАО «СКБ ИС» и имеющими интерфейс CAN (далее – устройство). Описание протокола CANopen содержит объектный словарь, обеспечивающих конфигурацию устройства и обмен данными. Также описание содержит рекомендации по безопасному использованию.

Для эксплуатации устройства настоящее описание должно быть дополнено паспортом, который является неотъемлемой частью эксплуатационной документации.

2 Определения

Используемые аббревиатуры:

CAL	CAN Application Layer Прикладной уровень 7-уровневой OSI модели
CAN	Controller Area Network Локальная сеть контроллеров
CiA	CAN in Automation «CAN в автоматизации», международная ассоциация производителей и пользователей CAN-продуктов
COB	Communication Object Объект для передачи данных и параметров
COB ID	COB identifier Идентификатор объекта передачи данных и параметров
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory Электрически стираемое ПЗУ, энергонезависимая память
LSB	Least significant bit/byte Младший значащий бит/байт
MSB	Most significant bit/byte Старший значащий бит/байт
NMT	Network Management – Управление сетью. CAL элемент для конфигурации сети и обслуживания ошибок
Node ID	Номер CAN-узла, присвоенный устройству
OD	Object Dictionary Словарь объектов передачи данных и параметров
PDO	Process Data Object Объект передачи данных
RTR	Remote Transmission Request Удалённый запрос
SDO	Service Data Object Сервисный объект, обеспечивающий доступ к параметрам прибора
SYNC	Synchronization message. Объект синхронизации, используется для синхронизации устройств на шине
180h	Знак h в конце числа означает его 16-чное представление

Дополнительную информацию можно найти в документах (www.can-cia.org):

- BOSCH CAN specification 2.0
- CiA draft standard DS 301, CAN Application Layer and Communication Profile
- CiA draft standard DS 406, CANopen Device Profile for Encoders CiA
- CiA draft standard DS 306, Electronic data sheet specification for CANopen

3 Требования по безопасному использованию

Описание должно быть обязательно прочитано перед эксплуатацией устройства.

Устройство должно устанавливаться и подсоединяться только квалифицированным персоналом. Также ознакомьтесь с инструкцией производителя оборудования, на которое устанавливается устройство.

Перед эксплуатацией оборудования проверьте электрические соединения.

Устройство должно работать в оговорённых условиях. В частности, питающее напряжение не должно превышать установленный предел.

Транспортировка или хранение устройства должно быть в оригинальной упаковке. Никогда не роняйте его и не превышайте допустимых вибраций.

Избегайте ударов по валу или по корпусу.

Избегайте скручивания или изгиба корпуса.

Никогда не делайте жёсткого соединения вала преобразователей угловых перемещений с валом ведущего устройства, используйте для соединения муфту.

Не открывайте устройство для каких-либо механических изменений в нём.

Не делайте никаких изменений в электрической схеме.

Полностью экранируйте корпус и подключаемый кабель. Сделайте соответствующее заземление оборудования, в которое встроено устройство.

Для подключения используйте только сигнальный кабель с витыми парами (витые пары: CAN+ с CAN– и 0V с +Uпит).

Не производите подключения и отключения во время работы устройства.

4 Сеть *CANopen* и профиль устройства

4.1 Общая информация

CAN (Controller Area Network) был разработан фирмами BOSCH и Intel для обеспечения быстрой, недорогой передачи данных в автомобильных приложениях.

В настоящее время CAN используется во всех сферах промышленной автоматизации. CAN-шина – это магистральная шина для высоконадёжной передачи данных по последовательному каналу в широкополосном режиме. CAN использует короткие сообщения, максимум 94 бита. CAN не использует определённый адрес, содержимое сообщения неявно включает в себя адрес источника и приёмника. Приёмник реагирует на сообщения, предназначенные только ему.

Характеристики CAN-шины:

- Скорость передачи до 1Мбит/с при длине кабеля до 40м.
- Возможность работы в режиме реального времени, определено максимальное время задержки для сообщений с высоким приоритетом. Обычно <120мкс для 1Мбит/с.
- Теоретически возможно до 127 узлов на шине. «Plug and play» подключение.
- Шина с нагрузочными резисторами на обоих концах.
- Гарантированная целостность данных в сети. Повреждённые сообщения обозначаются как ошибочные.
- Все узлы сети одновременно принимают сообщения. Возможна синхронизация.
- Приоритет сообщений определяется идентификатором сообщения.

CANopen построен на верхнем уровне CAL (CAN Application Layer), с использованием регламента и протоколов связи CAL. *CANopen* представляет только часть функций CAL, оптимизированных для упрощённых систем, работающих в режиме реального времени.

Центральное понятие в *CANopen* – это Объектный Словарь устройства (Device Object Dictionary). Словарь упорядочен по группам объектов; каждый объект адресуется с использованием 16-битного индекса. Для доступа к отдельным элементам в структурах используется 8-битный субиндекс.

Основное разделение объектов в словаре *CANopen*:

Объектный словарь CANopen	
Индекс	Объект
0000	<i>не используется</i>
0001 - 001F	Статические типы данных (такие как двоичные, целые и т.п.)
0020 - 003F	Сложные типы данных (предопределённые структуры)
0040 - 005F	Сложные типы данных, определённые производителем
0060 - 007F	Статические типы данных для данного профиля устройств
0080 - 009F	Сложные типы данных для данного профиля устройств
00A0 - 0FFF	<i>зарезервировано</i>
1000 - 1FFF	Область профиля обмена данными (напр. Тип устройства, регистр ошибок, поддерживаемое кол-во PDO)
2000 - 5FFF	Область профиля, характерного для производителя
6000 - 9FFF	Стандартизированный профиль устройства (напр. "DSP-406 Device Profile for Encoders" CiA)
A000 - FFFF	<i>зарезервировано</i>

4.2 Структура сообщений CANopen

CAN-сообщение содержит идентификатор (COB ID), код длины данных (DLC) и до 8 байтов данных:

COB ID	длина	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4	Байт 5	Байт 6	Байт 7	Байт 8
11 бит	X	x	x	x	x	x	x	x	X

11-битный идентификатор (COB-ID) состоит из 4-битного кода функции (FC) и 7-битного номера узла (Node ID)

Код функции (FC)				Номер узла (Node ID)						

Код функции определяет тип и приоритет сообщения. Меньший COB ID даёт более высокий приоритет.

Таблица типов сообщений и соответствующих COB ID

Тип сообщения	COB ID	
Широковещательные сообщения		
NMT	0	Объект управления сетью для инициализации контроля сети
SYNC	80h	Объект для синхронизации устройств CAN-сети
Сообщения, адресуемые к узлам		
Emergency	80h + Node ID	Критические объекты для сообщений об ошибках
PDO1 (передача)	180h + Node ID	1 ^й объект данных процесса (Process Data Object) для передачи данных в режиме реального времени
PDO2 (передача)	280h + Node ID	2 ^й объект данных процесса
SDO (передача)	580h + Node ID	Служебный объект (Service Data Object) для чтения параметров через объектный словарь
SDO (приём)	600h + Node ID	Служебный объект (Service Data Object) для изменения параметров через объектный словарь
Heartbeat	700h + Node ID	Объект тактовых сообщений (Heartbeat message), периодически вызываемый для поддержания протокола проверки работоспособности устройств (Node Guarding Protocol)

4.3 Передача данных процесса

Объект данных процесса (PDO) используется для передачи данных в режиме реального времени одному или нескольким потребителям.

Структура PDO-сообщения:

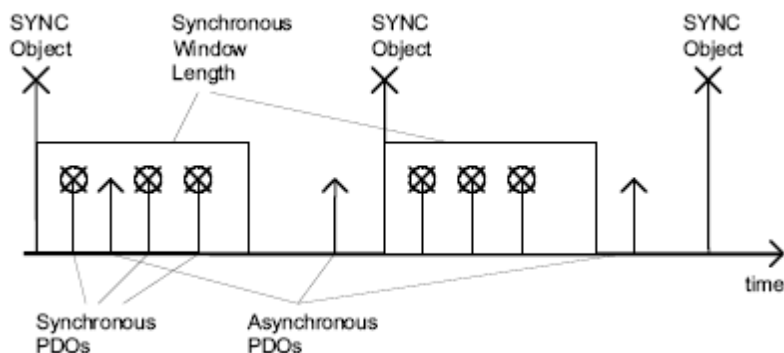
	COB ID	Длина	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
PDO1	180h + node ID	4	LSB	x	x	MSB
PDO2	280h + node ID	4	LSB	x	x	MSB

Байты *Байт1* – *Байт4* содержат 32-битовое беззнаковое значение позиции с учётом смещения (см. объект [6509h](#)).

Объект PDO может передаваться в синхронном или асинхронном режиме. Для синхронизации устройств служит объект синхронизации SYNC, который периодически передаётся синхронизирующим приложением. Объект SYNC представлен как предопределённый и имеет двухбайтовую структуру:

Байт 1	Байт 2
COB-ID = 80h	0

Распределение синхронных (Synchronous PDO) и асинхронных (Asynchronous PDO) объектов передачи данных во времени показано на рисунке:



Синхронный режим задействован, когда объект [1800h](#) / [1801h](#) (для PDO1 / PDO2) субиндекс 2 имеет значение от 1 до 240 (F0h). При значении 1 данные передаются на каждое принятое SYNC сообщение; при другом значении n передача происходит на каждое n-е SYNC сообщение.

Если значение [1800h](#)/[1801h](#)-2 равно 0, то PDO1/PDO2 передаётся только один раз после каждого изменения кода синхронно с SYNC (независимо от значения объекта [2800h](#)/[2801h](#), см. далее).

Асинхронный режим задействован, когда объект [1800h](#) / [1801h](#) субиндекс 2 содержит величину FEh.

В этом режиме PDO передаются в цикле. Время цикла в миллисекундах определяется объектом [1800h](#) / [1801h](#) субиндекс 5. Если содержимое объекта 0, то PDO не передаётся.

Примеры различных режимов передачи PDO1 / PDO2 показаны в таблице

1800h / 1801h		2800h / 2801h	Описание
суб. 2	суб. 5		
асинхронный режим			
FEh	0	x	Циклическая передача PDO выключена
FEh	4мс	0	Циклическая передача каждые 4мс
FEh	3мс	5	Циклическая передача каждые 3мс, но только 5 раз после изменения позиции
FEh	7мс	1	Циклическая передача каждые 7мс один раз при изменении позиции
синхронный режим			
0	x	x	Передача PDO происходит один раз при каждом изменении значения угла
2	x	0	Передача PDO на каждое 2 ^е SYNC сообщение
3	x	12h	Передача 18 раз (=12h) по каждому 3 SYNC сообщению
установки PDO1 по умолчанию			
FEh	203h	0	Циклическая передача каждые 515мс (203h)
установки PDO2 по умолчанию			
2h	100h	0	Передача по каждому 2 SYNC сообщению

Передача PDO также выключена, когда 31^й бит объекта 1800h/1801h субиндекс 1 равен 1. Запись в 1800/1801-1 влияет только на этот бит.

Для ограничения количества передач PDO используются объекты 2800h / 2801h. Если значение равно 0, то передача PDO происходит как описано выше.

Если объект 2800h / 2801h имеет ненулевое значение, то передача данных происходит соответствующее количество раз после каждого изменения позиции или после команды NMT «сброс». Если значение равно 1, то передача происходит однократно при каждом изменении позиции.

4.4 Обмен сервисными данными (работа с объектным словарём)

Все параметры устройства хранятся в объектном словаре (см. раздел [Словарь объектов устройства](#)).

Адреса параметров (индексы) стандартизированы, они могут быть прочитаны или изменены путём чтения/записи сервисных объектов (Service Data Object – SDO).

SDO сообщение имеет структуру:

COB-ID	Длина	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4	Байт 5	Байт 6	Байт 7	Байт 8
11-бит	0..4	Команда	Индекс		Субиндекс	Параметр			
			LSB	MSB		LSB	MSB

COB-ID равен **580h+nodeID** для передачи Устройство → Мастер
или **600h+nodeID** для передачи Мастер → Устройство.

DLC – длина кода параметра в байтах

Байт 1 – Код команды, определяет действие с параметром:

Команда	Описание
22h	Установка параметра устройства
42h	Запрос величины параметра
43h, 4Bh, 4Fh	Ответ на запрос параметра
60h	Подтверждение устройством изменения параметра
80h	Сообщение аварийного завершения, также «мастеру» передаётся сообщение об ошибке

Индекс и **Субиндекс** соответствуют значениям в объектном словаре

Величина **Параметр** состоит из 0...4 байтов

В случае ошибки передаётся сообщение об аварийном завершении (**SDO abort message**), которое имеет структуру:

COB-ID	Длина	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4	Байт 5	Байт 6	Байт 7	Байт 8
580h + node ID	8	80h	Индекс		Суб- индекс	Байт ошибки 0	Байт ошибки 1	Байт ошибки 2	Байт ошибки 3

Индекс и субиндекс соответствуют запрашиваемому объекту.

Поддерживаются следующие сообщения:

0504 0001	Спецификатор команды неизвестен или не работает
0601 0001	Попытка чтения только записываемого объекта
0601 0002	Попытка записи только читаемого объекта
0602 0000	Объект не существует в Словаре объектов
0606 0000	Неудачный доступ к объекту из-за аппаратной ошибки
0609 0011	Субиндекс не существует
0609 0030	Величина вне допустимого диапазона (для записи)
0800 0000	Общая ошибка
0800 0020	Неверная подпись "load" или "save"

4.5 Служба аварийных сообщений.

Внутренние ошибки устройства или ошибки связи вызывают *аварийное сообщение*, которое имеет структуру:

COB-ID	Длина	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4	Байт 5	Байт 6	Байт 7	Байт 8
80h+node ID	8	Код ошибки		Регистр ошибок 1001h	Аварии 6503h		Предупреждения 6505h		-

Байты 2..1: Код ошибки:

- 0000 Ошибка сброшена или ошибки отсутствуют
- 1000 Общая ошибка
- 5530 Ошибка энергонезависимой памяти (EEPROM)
- 6010 Сброс по сторожевому таймеру
- 7320 Ошибка позиции (напр., выходного кода датчика угла)
- 7510 Ошибка связи по CAN-линии (Bus off)
- 8130 Ошибка от охранного протокола NodeGuard (см. п.4.7)

Байт 3: Регистр ошибок (см. объект 1001h, стр.19)

- Бит 0 Общая ошибка
- Бит 4 Ошибка связи
- Бит 5 Ошибка охранного протокола NodeGuard
- Бит 7 Ошибка памяти EEPROM

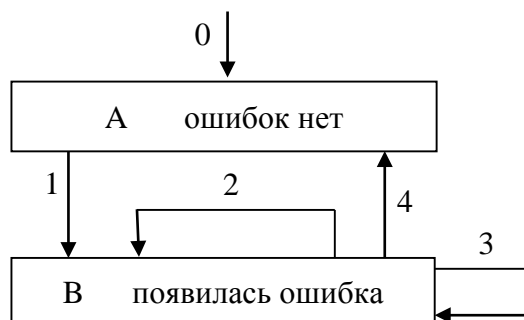
Байты 5..4: Аварии

- Бит 0 Недействительный код положения
- Бит 1 Аппаратная ошибка

Байты 7..6: Предупреждения

- Бит 2 Сброс по сторожевому таймеру

С позиции рассмотрения ошибок устройство может находиться в двух состояниях: А (ошибок нет) или В (ошибки появлялись и не устранены):



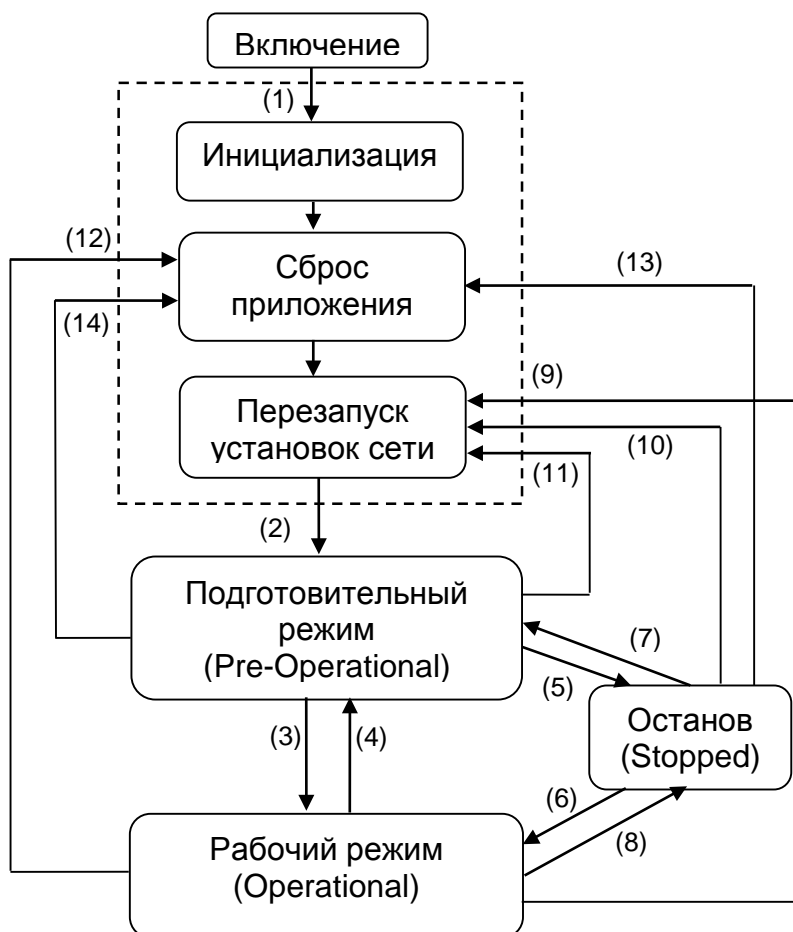
В зависимости от переходов между этими состояниями будут передаваться следующие *аварийные сообщения*:

0. После инициализации устройства, в случае отсутствия ошибок, устройство переходит в состояние А (нет ошибок), и сообщения об ошибке не посылаются.
1. Обнаружена ошибка, указанная в первых трёх байтах *аварийного сообщения*. Устройство переходит в состояние В. Передаётся *аварийное сообщение* с соответствующим кодом ошибки (см. выше), содержащее регистр ошибок (объект 1001h). Код ошибки записывается в объект 1003h – массив ошибок.
2. Одна, но не последняя, ошибка устранена. Передаётся *аварийное сообщение*, содержащее код 0000 (ошибка сброшена) в поле кода ошибок, а также оставшиеся ошибки и предупреждения в соответствующих полях.

3. Обнаружена новая (не первая ошибка). Устройство остаётся в состоянии В и передаёт *аварийное сообщение* с соответствующим кодом ошибки. Новый код ошибки заносится в верхний элемент массива ошибок (объект 1003h).
4. Все ошибки устранены. Устройство переходит в состояние отсутствия ошибок А и передаёт *аварийное сообщение* с кодом ошибки 0000.

4.6 Инициализация сети и запуск программы устройства.

Устройство может находиться в определённых NMT-состояниях. Конечный автомат представлен следующей диаграммой состояний:



После включения устройство проходит три стадии инициализации и переходит в Подготовительный режим. В конце инициализации, на стадии (2), устройство посылает стартовое сообщения (Boot-up message). Это сообщение имеет структуру:

COB-ID	DLC	Байт 1
700h+node ID	1	00h

При включённом на старте протоколе проверки связи (п. 7.2.2) значение «Байт1» соответствует коду режима работы – 0x7F (PreOperational).

В Подготовительном режиме (Pre-Operational state) возможен обмен SDO-сообщениями, но не дозволена передача PDO-сообщений, что разгружает шину и делает конфигурирование устройства более удобным.

Возможность обмена сообщениями в различных режимах приведена в таблице:

	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ	ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ	РАБОЧИЙ	ОСТАНОВ
PDO			+	
SDO		+	+	
SYNC		+	+	
Emergency Object		+	+	
Boot-up Object	+			
NMT		+	+	+

Состояние CAN-узла может быть изменено напрямую посылкой соответствующей NMT-команды, которая передаётся как неподтверждаемый объект и имеет структуру:

COB-ID	Длина	Байт 1	Байт 2
0	2	Байт команды	Номер узла

Номер узла определяет целевой узел. Если он равен 0, то команда адресована ко всем узлам.

Байт команды определён следующим образом:

Байт команды	Описание	Номер события по диаграмме NMT-состояний
01h	Запуск CAN-узла	(3), (6)
02h	Останов CAN-узла	(5), (8)
80h	Переход в подготовительный режим	(4)
81h	Перезапуск приложения (CAN-узла)	(12), (13), (14)
82h	Перезапуск сетевых установок узла	(9), (10), (11)

Существует два способа перезапуска – перезапуск узла и перезапуск сетевых установок. Первый способ вызывает инициализацию параметров связи с индексами от 1000h до 2FFFh. При втором способе происходит инициализация параметров устройства с индексами 6000h – 6FFFh, а затем – также параметров связи.

После перезапуска по NMT-команде, передаётся стартовое сообщение (boot-up) на стадии (2), а также делается задержка на 4 сек.

Во время процесса перезапуска, параметры принимают значения из энергонезависимой памяти (EEPROM). Если память недоступна, параметры принимают значения по умолчанию, и создаётся соответствующее сообщение об ошибке (см. п.4.5).

Параметры *Номер узла* (объект 2101h, стр.28) и *Индекс скорости обмена* (объект 2100h, стр.27) инициализируются особым способом. Сначала величина *Номер узла* читается по поворотным переключателям (при их наличии). Если величина не равна 0, то она принимается, и значение *Индекса скорости обмена* также читается по переключателям. Если *Номер узла* по переключателям равен 0 (или переключатели отсутствуют), то *Номер узла* и *Индекс скорости обмена* берутся из энергонезависимой памяти EEPROM. Если память EEPROM недоступна, то принимаются значения по умолчанию, *Номер узла*=1 и *Индекс скорости передачи* соответствует 1 Mbaud.

Индекс скорости обмена (Baudrate Index) связан со скоростями обмена данными таким образом:

Индекс скорости обмена	Скорость обмена	Положение переключателя
8	1000 кБит/с	7
7	800 кБит/с	6
6	500 кБит/с	5
5	250 кБит/с	4
4	125 кБит/с	3
3	100 кБит/с	2
2	50 кБит/с	1
1	20 кБит/с	0
0	10 кБит/с	-

4.7 Контроль работоспособности.

Устройство поддерживает два способа контроля работоспособности канала: протокол проверки узла мастером (**Node and Life Guarding Protocol**) и протокол проверки связи с мастером (**Heartbeat Protocol**). Контроль работоспособности необходим, если устройство настроено на нерегулярную передачу данных; в случае регулярной передачи данных работоспособность может определяться по наличию сообщений.

4.7.1 Протокол проверки узла.

Этот протокол (Node guarding protocol) используется для определения ошибок в сети при помощи удалённого запроса. NMT мастер делает удалённый запрос устройства через регулярные отрезки времени – период опроса (Guard time). Отклик устройства содержит код состояния узла и переключаемый бит и имеет следующую структуру:

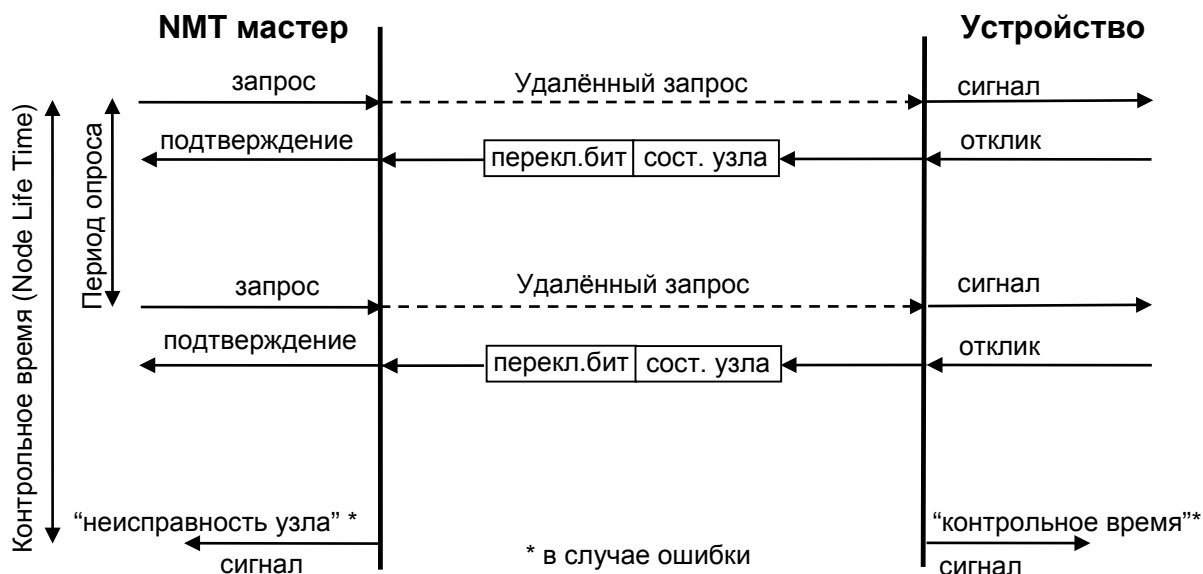
COB-ID	Длина	Байт 1
700+node ID	1	Переключаемый бит (7) + Состояние узла (6..0)

Состояние узла может принимать значения:

- 4 Останов (Stopped)
- 5 Работа (Operational)
- 127 Подготовительный режим (Pre-operational)

Переключаемый бит иницируется значением 0 при старте устройства или переходе в режим «Node Guarding» и меняет значение при каждой посылке.

Контрольное время (Node Life Time) определяется как произведение интервала Guard Time и множителя Lifetime Factor. Если устройство не принимает сообщение от NMT-мастера в течение контрольного времени, то посредством службы Emergency Service (стр.10) генерируется информация об ошибке, которая хранится в объекте 1003h. При приёме NMT-сообщения ошибка сбрасывается.



Протокол проверки узла использует следующие объекты:

Объект	Параметр	Тип	Описание
100Ch	Период опроса (Guard time)	U16	0 – Протокол проверки узла не используется 1..FFFFh – период опроса, мсек
100Dh	Множитель (Lifetime factor)	U32	0 – Протокол проверки узла не используется 1..FFh – множитель

4.7.2 Протокол проверки связи.

Протокол определяет службу контроля над ошибками (Error Control Service) без необходимости использования удалённых запросов. Устройство периодически посылает сообщения (Heartbeat messages) следующей структуры:

COB-ID	Длина	Байт 1
700+node ID	1	Состояние узла

Состояние узла может принимать значения:

- 4 Останов (Stopped)
- 5 Работа (Operational)
- 127 Подготовительный режим (Pre-operational)

Замечание. Если на шине появляется удалённое сообщение (RTR) с совпадающим COB-ID, то устройство начинает посылать сообщения с пустым байтом состояния узла.

Один или более потребителей принимают сообщения. Отношения между передатчиком и потребителем конфигурируются посредством двух объектов:

Объект	Параметр	Тип	Описание
1016h cyb1	Контрольное время потребителя (Consumer heartbeat time)	U32	Определяет допустимый интервал ожидания посылок в мсек. Должен быть больше периода посылок передатчика.
1017h	Период посылок передатчика (Producer heartbeat time)	U16	Определяет время в мсек циклических посылок передатчика. Если равно 0, то протокол не используется.



Невозможно использовать одновременно оба протокола контроля работоспособности в одном устройстве.

Если объекты 100Ch, 100Dh, а также 1017h не равны 0, то приоритетным является протокол **Heartbeat**. Т.е. при задании ненулевого периода (1017h) протокол **NodeGuard** отключается. Для его включения нужно обнулить 1017h, а затем задать ненулевые значения 100Ch и 100Dh.

Приоритет **Heartbeat** соблюдается также при инициализации устройства после перезапуска или включения. В этом случае включение протокола определяется по наличию ненулевых значений в указанных объектах, сохранённых в EEPROM.

5 Словарь объектов устройства

5.1 Сводная таблица объектного словаря.

В таблице использованы следующие обозначения:

Объект	Шестнадцатеричные значения индекса и субиндекса объекта
Наименование	Название объекта
Тип	ARR – массив; Inn – целое (nn – количество бит); Unn – беззнаковое целое;
Аттр.	Атрибут: ro – только для чтения; wo – только для записи; rw – для чтения и записи;
По умолч.	Величина по умолчанию (или пример);

Объекты передачи данных (по DS 301 CiA)

Объект	Наименование	Тип	Аттр	По умолч. или пример	Описание, пример	Стр.
1000h	Тип устройства	U32	ro	00010196h	Устройство соответствует CiA DS-406	19
1001h	Регистр ошибок	U8	ro	0h	бит 0 = общая ошибка бит 4 = ошибка связи бит 5 = ошибка по NodeGuard бит 7 = ошибка EEPROM	19
1003h	Поля стека ошибок	ARR			Содержит 8 последних ошибок или предупреждений	19
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	0h	Кол-во сохранённых сообщений (0..8)	19
01h	Последнее сообщение	U32	ro		Ошибка или предупреждение: 1000h Общая ошибка 5530h Ошибка EEPROM ..	19
..		
08h	Самое старое сообщение	U32	ro			
1005h	COB ID объекта синхронизации	U32	ro	80h	Идентификатор объекта синхронизации	20
1008h	Имя устройства	U32	ro	"L158" "M158" "L918"	ЛИР-ДА158А ЛИР-МА158К Преобразователь SSI – CAN ЛИР-918	20
1009h	Вариант конструктива	U32	ro		Номер варианта в ASCII коде	20
100Ah	Версия программы	U32	ro		Номер версии программы в ASCII коде	20
100Ch	Период опроса	U16	rw	0h	Контрольное время опроса устройства при контроле работоспособности в мсек	20
100Dh	Множитель контрольного времени	U8	rw	0h	Множитель для вычисления контрольного времени охранного протокола	21
1010h	Сохранение параметров	ARR				21
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	3h	Кол-во вариантов сохранения = 3	21
01h	Все параметры	U32	rw		Сохранить все параметры	21
1011h	Восстановление пар-ров по умолч.	ARR				22
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	3h	Количество вариантов восстановления = 3	22
01h	Все параметры	U32	rw		Восстановить все параметры	22
04h	Кол-во записей в EEPROM	U32	ro		Количество попыток записи в энергонезависимую память	22
1014h	COB ID объекта аварийных сообщений	U32	ro	80h+NodeID	Идентификатор объекта аварийных сообщений	22
1015h	Интервал запрета выдачи EMCYсообщений	U16	rw	0h	1 соответствует 100мкс	22

Объект	Наименование	Тип	Аттр	По умолч.	Описание, пример	Стр.
1016h	Контрольное время	ARR				23
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	1h		23
01h	Контрольное время проверки работоспособности устройства	U32	rw	0h	Биты 0..15 – контрольное время в мс Биты 16..23 – номер узла (только читается) Биты 24..32 не используются	23
1017h	Период посылок	U16	rw	0h	Период посылок контролируемого на работоспособность устройства в мс	23
1018h	Идентификаторы устройства					24
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	4h		24
01h	ID производителя	U32	ro	0	Идентификатор производителя, установленный CiA	24
02h	Код продукта	U32	ro	000CA001h 000CB001h 000D0001h	однооборотный ЛИР158А-CAN многооборотный ЛИР158А-CAN преобразователь SSI – CAN	24
03h	Номер разработки	U32	ro		00010000 (1.0)	24
04h	Заводской номер	U32	ro		10h 01h DCh A5h соответствует “16.122021”	24
1029h	Поведение при ошибке				Поведение при ошибке связи	24
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	01h		24
01h	Ошибка связи	U8	rw	0..2	Код реакции при сбое	24
1800h	Параметры передачи объекта PDO1	REC				25
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	5h		25
01h	COB ID	U32	ro	180h+ ID	Идентификатор объекта = 180h+node ID	25
02h	Тип передачи PDO1	U8	rw	FEh	FEh = определённый пользователем циклический режим	25
05h	Таймер передачи PDO1	U16	rw	203h	Время цикла (период передачи) в мсек	25
1801h	Параметры передачи объекта PDO2	REC				26
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	5h		26
01h	COB ID	U32	ro	280h+ ID	Идентификатор объекта = 280h+node ID	26
02h	Тип передачи PDO2	U8	rw	2h	2h = синхронный режим передачи	26
05h	Таймер передачи PDO2	U16	rw	100h	Время цикла (период передачи) в мсек	26
1A00h	Карта размещения информации PDO1	ARR				27
00h	Количество объектов, отображаемых в PDO1	U8	ro	1h		27
01h	Содержание PDO1	U32	ro	60040020h	Описывает содержимое PDO1, см. в описании объекта	27
1A01h	Карта размещения информации PDO2	ARR				27
00h	Количество объектов, отображаемых в PDO2	U8	ro	1h		27
01h	Содержание PDO2	U32	ro	60040020h	Описывает содержимое PDO2, см. в описании объекта	27

Объекты устройства (по DS 406 CiA)

Объект	Наименование	Тип	Аттр	По умолч.	Доп. информация	Стр.
2100h	Индекс скорости передачи ¹	U8	rw	8h	0=10 кбит/с 1=20 кбит/с 2=50 кбит/с 3=100 кбит/с 4=125 кбит/с 5=250 кбит/с 6=500 кбит/с 7=800 кбит/с 8=1000 кбит/с	27
2101h	Идентификатор узла ²	U8	rw	1h	Возможные значения 1 -127	28
2800h	Счётчик для дополнительной передачи PDO1	U8	rw	0h	Количество повторов передачи одинаковых данных для PDO1	28
2801h	Счётчик для дополнительной передачи PDO2	U8	rw	0h	Количество повторов передачи одинаковых данных для PDO2	28
6000h	Параметры функционирования	U16	rw	0h	Бит 0 – направление счёта для ЛИР-918: бит 12 – преобразование из кода Грея бит 13 – задержка чтения первого бита SSI на 10мкс	28
6001h	Количество отсчётов на оборот	U32	ro/rw		Количество отсчётов на оборот, в некоторых устройствах пользователь может изменить это значение	29
6002h	Полный диапазон измерения (отсчётов)	U32	ro		Полный диапазон измерения (кол-во отсчётов на оборот, умноженное на кол-во оборотов)	29
6003h	Величина предустановки (отсчётов)	U32	wo	0h	Величина предустановки для задания смещения отсчёта (объект 6509h)	29
6004h	Позиция (отсчётов)	U32	ro		Положение вала датчика с учётом смещения (отсчётов)	29
6500h	Режим работы	U16	ro	4h	Бит 0 – направление вращения	29
6501h	Максимально возможное количество отсчётов на оборот	U32	ro		Максимальное разрешение, отсчётов на оборот	30
6502h	Допустимое количество оборотов	U16	ro		Максимальное количество оборотов (для однооборотных датчиков =1)	30
6509h	Величина смещения позиции	U32	ro	0h	Смещение вычисляется во время предустановки, см. объект 6003h	30
650Bh	Заводской номер	U32	ro		То же, что и объект 1018h субинд. 4	30

¹ После установки параметра нужно сохранить память EEPROM и сделать перезапуск

² После установки параметра нужно сохранить память EEPROM и сделать перезапуск

5.2 Объектный словарь.

Объект 1000 Тип устройства

Описание	Содержит информацию о типе и профиле устройства
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Пример	10196h
Значения	Байты 0 и 1 = 0196h – профиль по CiA Байт 2 = 01h – абсолютный преобразователь углового положения

Объект 1001 Регистр ошибок

Описание	Последняя ошибка
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0h
EEPROM	Не сохр.
Значения	Установленный бит соответствует обнаруженной ошибке: Бит 4 – ошибка связи Бит 5 – ошибка по протоколу NodeGuard Бит 7 – ошибка памяти EEPROM

Объект 1003 Массив ошибок

Субиндекс	0
Описание	Количество ошибок
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись *)
По умолч.	0h
EEPROM	не сохр.
Значения	0..8

*) Запись 0 очищает массив ошибок, запись других значений возвращает ошибку.

Субиндекс	1..FEh
Описание	Массив ошибок, элементы 1..8 Каждая новая ошибка сохраняется в 1 элементе (субиндекс 1), существующие значения сдвигаются на одну позицию вниз.
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0h
EEPROM	не сохр.
Значения	

При попытке чтения объекта с субиндексом, превышающим кол-во обнаруженных ошибок, возвращается SDO с кодом ошибки 0609 0011 (субиндекс не существует). То же – при попытке записи ненулевого значения в 1003h-0.

Объект 1005 COB-ID объекта синхронизации SYNC

Описание	COB-ID объекта синхронизации
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	80h
Значения	Бит 31 – X (незначащий) 30 – 0 устройство не производит SYNC-сообщения 29..11 – 0 зарезервировано для 29-битн. идентификаторов 10..0 = 80h, стандартный идентификатор

Объект 1008 Имя устройства

Описание	Имя устройства в ASCII, данное производителем
Тип данных	Строка
Доступ	Только для чтения
По умолч.	L158, M158...
Значения	например, 4Ch 31h 35h 38h соответствует “L158” – абсолютный преобразователь углового положения ЛИР-ДА158

Объект 1009 Номер варианта конструктива

Описание	Номер варианта конструктива в ASCII
Тип данных	Строка
Доступ	Только для чтения
По умолч.	значение
Значения	например, 31h 2Eh 30h 30h = “1.00”

Объект 100A Номер версии программы

Описание	Номер версии программы в ASCII
Тип данных	Строка
Доступ	Только для чтения
По умолч.	значение
Значения	например, 31h 2Eh 30h 30h = “1.00”

Объект 100C Период опроса (Guard time)

Описание	Используется для протокола проверки работоспособности узла (Life Guarding Protocol). Произведение Периода опроса на Множитель (Lifetime factor – объект 100Dh) даёт контрольное время проверки узла.
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – Протокол проверки узла не используется 1..FFFFh – значение период опроса в мсек

Объект 100D Множитель контрольного времени (Life time factor)

Описание	Используется для протокола проверки работоспособности узла (Life Guarding Protocol), см. также объект 100Ch .
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. Целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – Протокол проверки узла не используется 1..FFh – значение множителя

Объект 1010 Сохранение параметров

Данный объект поддерживает сохранение текущих параметров в энергонезависимой памяти.

Субиндекс	0
Описание	Наибольший субиндекс
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	1

Субиндекс	1
Описание	Сохранение параметров в ЭНП
Доступ	Только для записи

Для предотвращения непреднамеренной записи используется ключевое слово «save» (Data0 - Data3), а объект имеет вид:

COB-ID	Длина	Команда	Объект		Субиндекс	Data 0	Data1	Data 2	Data 3
			L	H					
600h+node ID	8	22h	10h	10h	01	73h 's'	61h 'a'	76h 'v'	65h 'e'

Объекты, сохраняемые в EEPROM:

Объект	Субиндекс	Описание	По умолч.
<i>Параметры связи</i>			
100Ch	0h	Период опроса (Guard Time)	0
100Dh	0h	Множитель (Life Time Factor)	0
1015h	0h	Интервал запрета выдачи EMCY-сообщений	0
1016h	1h	Контрольное время потребителя (Consumer Heartbeat time)	0
1017h	0h	Период посылок передатчика (Producer Heartbeat Time)	0
1029h	0h	Поведение при ошибке	1
1800h	2h	Тип PDO1	FEh
1800h	5h	Таймер для циклической передачи PDO1	203h
1801h	2h	Тип PDO2	2
1801h	5h	Таймер для циклической передачи PDO2	100h
2100h	0h	Индекс скорости передачи данных	8 (1MBaud)
2101h	0h	Номер узла	1
2800h	0h	Счётчик передач для PDO1	0
2801h	0h	Счётчик передач для PDO2	0
<i>Параметры приложения</i>			
6000h	0h	Параметры функционирования	0
6509h	0h	Величина смещения	0

Объект 1011 Восстановление параметров по умолчанию

Данный объект поддерживает восстановление параметров, заданных по умолчанию и сохранение их в энергонезависимой памяти EEPROM.

Субиндекс	0
Описание	Максимальный возможный субиндекс
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	4

Субиндекс	1
Описание	Восстановление и сохранение параметров в ЭНП
Доступ	Только для записи

Для предотвращения непреднамеренной перезаписи используется ключевое слово "load" (Data0 - Data3). Объект имеет вид:

COB-ID	Длина	Команда	Объект		Субиндекс	Data 0	Data1	Data 2	Data 3
			L	H					
600h+node ID	8	22h	11h	10h	01	6Ch 'l'	6Fh 'o'	61h 'a'	64h 'd'

Посредством данного объекта инициируется запись параметров по умолчанию в EEPROM, но устройство продолжает работать с текущими параметрами. Для того, чтобы задействовать параметры по умолчанию, нужно сделать перезагрузку посредством NMT-команды (см. п. 4.6).

Восстанавливаемые в EEPROM параметры приведены в [таблице](#) описания объекта [1010h](#).

Количество попыток записи в EEPROM доступно через субиндекс 4 объекта [1011h](#). Эта величина позволяет оценить остаточный ресурс памяти (не менее 100 000).

Субиндекс	4
Описание	Количество попыток записи в EEPROM
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
EEPROM	сохр.

Объект 1014 COB-ID объекта аварийных сообщений

Описание	Идентификатор объекта аварийных сообщений
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	80h + номер узла

Объект 1015 Интервал запрета выдачи EMCY сообщений

Описание	Минимальный интервал, с которым возможна посылка аварийных сообщений (см. 4.5)
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	0 – протокол не задействован 1..FFFFh – интервал запрета, 1 соответствует 100 мкс

Объект 1016 Контрольное время

Субиндекс	0
Описание	Наибольшее значение субиндекса
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	1

Субиндекс	1
Описание	Контрольное время проверки работоспособности устройства
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	Биты 0..31 – контрольное время в мс Биты 23..16 – Node ID (только читается) Биты 31..24 – не используются

Объект 1017 Период контрольных посылок

Описание	Период посылок в мсек контролируемого на работоспособность устройства протокола проверки связи
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	0 – протокол не задействован 1..FFFFh – период посылок в мс

Объект 1018 Идентификаторы устройства

Субиндекс	0
Описание	Наибольшее значение субиндекса
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. Целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	4h

Субиндекс	1
Описание	Идентификатор производителя
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. Целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	Идентификатор производителя по CiA

Субиндекс	2
Описание	Код продукта
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
По умолч.	009E000Dh
Доступ	Только для чтения
Значения	009E000Dh соответствует "158.14" (ASCII)

Субиндекс	3
Описание	Номер разработки устройства
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	00010000h
Значения	00010000 (1.0)

Субиндекс	4
Описание	Заводской номер
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	Присваивается изготовителем
Значения	Например, 14h 01h DCh A5h соответствует "20.122021" Старший байт – год выпуска, 3 байта – зав. номер

Объект 1029 Поведение при ошибке связи

Субиндекс	0
Описание	Наибольшее значение субиндекса
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значение	1

Субиндекс	1
Описание	Поведение прибора при ошибке связи по CAN-линии
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	1
EEPROM	сохр.
Значения	0 – переход в режим предустановки (PreOperational) 1 – не изменять режим 2 – переход в режим остановки (Stopped)

Объект 1800 Параметры передачи объекта PDO1

Субиндекс	0
Описание	Наибольшее значение субиндекса
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. Целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	5

Субиндекс	1
Описание	Идентификатор (COB-ID), используемый PDO1
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. Целое
Доступ	Только для чтения ¹
По умолч.	180h + номер узла

Субиндекс	2
Описание	Тип передачи PDO1
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	FEh
EEPROM	сохр.
Значения	n = 0 – синхронная, но не периодическая передача ² n = 1..F0h – синхронный режим (PDO1 передаётся по каждому n-му сообщению SYNC) n = FEh – асинхронный режим (PDO1 передаётся в цикле по внутреннему таймеру)

Субиндекс	5
Описание	Таймер передачи PDO1 в асинхронном режиме
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	203h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – циклическая передача выключена 1..FFFFh – длительность цикла передачи

¹ Возможна запись в объект 1800h субиндекс 1, но при этом изменяется только старший (31й) бит данных – разрешение(0)/запрет(1) передачи PDO1.
См. также п. 4.3 «[Передача данных процесса](#)».

² В режиме 0 происходит синхронная передача при каждом изменении угла, но только один раз, независимо от значения счётчика передач (см. [2800h](#)).

Объект 1801 Параметры передачи объекта PDO2

Субиндекс	0
Описание	Наибольшее значение субиндекса
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	5

Субиндекс	1
Описание	Идентификатор (COB-ID), используемый PDO2
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения ¹
По умолч.	280h + номер узла

Субиндекс	2
Описание	Тип передачи PDO2
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	02h
EEPROM	сохр.
Значения	n = 0 – синхронная, но не периодическая передача ² n = 1..F0h – синхронный режим (PDO2 передаётся по каждому n-му сообщению SYNC) n = FEh – асинхронный режим (PDO2 передаётся в цикле по внутреннему таймеру)

Субиндекс	5
Описание	Таймер для передачи PDO2 в асинхронном режиме
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. Целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	100h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – циклическая передача выключена 1..FFFFh – длительность цикла передачи

¹ Возможна запись в объект 1801h субиндекс 1, но при этом изменяется только старший (31й) бит данных – разрешение(0)/запрет(1) передачи PDO1.
См. также п. 4.3 «Передача данных процесса».

² В режиме 0 происходит синхронная передача при каждом изменении угла, но только один раз, независимо от значения счётчика передач (см. 2801h).

Объект 1A00 Карта размещения информации PDO1

Субиндекс	0
Описание	Количество объектов, отображаемых в PDO1
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	1

Субиндекс	1
Описание	Содержание PDO1
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	60040020h
Значения	Биты 0..7 – длина объекта (20h = 32бита) Биты 8..15 – субиндекс (0h) Биты 16..31 – индекс объекта, отображаемого в PDO1 (6004h = величина угла в отсчётах)

Объект 1A01 Карта размещения информации PDO2

Субиндекс	0
Описание	Количество объектов, отображаемых в PDO2
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	1

Субиндекс	1
Описание	Содержание PDO2
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	60040020h
Значения	Биты 0..7 – длина объекта (20h = 32бита) Биты 8..15 – субиндекс (0h) Биты 16..31 – индекс объекта, отображаемого в PDO2 (6004h = величина угла в отсчётах)

Объект 2100 Индекс скорости обмена

Описание	Служит для задания и чтения скорости передачи CAN-сети	
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое	
Доступ	Чтение / запись	
По умолч.	8h	
EEPROM	сохр.	
Значения	0 = 10 кбит/с 5 = 250 кбит/с 1 = 20 кбит/с 6 = 500 кбит/с 2 = 50 кбит/с 7 = 800 кбит/с 3 = 100 кбит/с 8 = 1 МБит/с 4 = 125 кбит/с	

Для того, чтобы изменение номера узла вступило в силу, необходимо сохранить параметры (см. объект [1010h](#)), а затем перезапустить устройство.

Объект 2101 Номер узла

Описание	Идентификационный номер узла в CAN-сети
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	1h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – запрещённое значение 1..127 – номер узла

Для того, чтобы изменение скорости обмена вступило в силу, необходимо сохранить параметры (см. объект [1010h](#)), а затем перезапустить устройство.

Объект 2800 Счётчик передачи PDO1

Описание	Определяет количество повторений передачи одинаковых данных для PDO1
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	Сохр.
Значения	0 – счётчик PDO1 выключен, передача данных циклическая или синхронная без ограничения количества передач 1..FFh – значение PDO1 передаётся только n раз после изменения

Объект 2801 Счётчик передачи PDO2

Описание	Определяет количество повторений передачи одинаковых данных для PDO2
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	0 – счётчик PDO2 выключен, передача данных циклическая или синхронная без ограничения количества передач 1..FFh – значение PDO2 передаётся только n раз после изменения

Объект 6000 Параметры функционирования

Описание	Параметры функционирования
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	Бит 0 – нарастающий счёт при вращении: 0 – по часовой стрелке 1 – против часовой стрелки для ЛИР-918: бит 12 – преобразование из кода Грея бит 13 – задержка чтения первого бита SSI на 10мкс

Изменение параметра вызывает обнуление значения смещения (см. объект [6509h](#)).

Объект 6001 Количество отсчётов на оборот

Описание	Количество отсчётов на оборот
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Чтение / запись*)
Значения	например, 20000h соответствует $2^{17}=131072$ отсчётам

*) В некоторых устройствах можно задавать количество отсчётов, не превышающее значение объекта 6501h.

Объект 6002 Полный диапазон измерения

Описание	Количество отсчётов полного диапазона измерений
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значения	например, 20000h соответствует $2^{17}=131072$ отсчётам

Значение вычисляется как произведение количества оборотов (объект 6502h) на количество отсчётов на оборот (объект 6001h).

Объект 6003 Величина предустановки

Описание	Позволяет приспособить шкалу преобразователя к механической системе путём установки текущей величины в заданное значение и вычисление величины смещения (см. объект 6509h)
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только запись
По умолч.	0
EEPROM	Не сохр.
Значения	0..n-1, где n – полный диапазон измерений (см. объект 6002h)

При записи объекта происходит изменение величины смещения (объект [6509h](#)), которая затем служит в качестве аддитивной составляющей. При необходимости в ЭНП также сохраняется значение объекта 6509h (см. [Объект 1010h](#)).

Объект 6004 Величина угла

Описание	Величина текущего положения угла в отсчётах
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	не сохр.
Значения	0..n-1, где n – полный диапазон измерений (см. объект 6002h)

Объект 6500 Режим функционирования

Описание	Режим функционирования (см. также объект 6000h)
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	Бит 0 – нарастающий счёт при вращении: 0 – по часовой стрелке 1 – против часовой стрелки

Объект 6501 Максимальное количество отсчётов на оборот

Описание	Максимально возможное количество отсчётов на оборот датчика угла
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	-
Значения	например, 20000h соответствует $2^{17}=131072$ отсчётам

Это – максимальное значение, определяется техническими характеристиками устройства. Рабочее значение может быть задано с помощью объекта 6001h.

Объект 6502 Допустимое количество оборотов

Описание	Количество различных оборотов датчика угла
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	1

Объект 6509 Величина смещения позиции

Описание	Вычисляется при предустановке как разность между текущим и заданным углами (см. объект 6003h)
Тип данных	32-разр. целое со знаком
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	0..n-1, где n – полный диапазон измерений (см. объект 6002h)

Объект 650B Заводской номер устройства

Описание	Номер устройства, присвоенный производителем
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	Присваивается изготовителем
Значения	например, 14h 01h DCh A5h соответствует “20.122021”

Старший байт – это год выпуска изделия, остальные три байта – порядковый номер. См. также объект [1018h](#)
