



**СКБ ИС**

---

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

# Описание интерфейса **CANopen** и объектный словарь

---

*Описание интерфейса  
ВЕРУ.401264.235ИС*



**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](mailto:lir@skbis.ru)  
Интернет: [www.skbis.ru](http://www.skbis.ru)

# Оглавление

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>СЕТЬ CANOPEN И ПРОФИЛЬ УСТРОЙСТВА</b> .....	<b>4</b>
3.1	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.....	4
3.2	СТРУКТУРА СООБЩЕНИЙ CANOPEN .....	5
3.3	СВЕТОДИОДНАЯ ИНДИКАЦИЯ .....	5
3.4	ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПРОЦЕССА .....	6
3.5	ОБМЕН СЕРВИСНЫМИ ДАННЫМИ (РАБОТА С ОБЪЕКТНЫМ СЛОВАРЕМ).....	8
3.6	СЛУЖБА АВАРИЙНЫХ СООБЩЕНИЙ.....	9
3.7	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ СЕТИ И ЗАПУСК ПРОГРАММЫ УСТРОЙСТВА. ....	10
3.8	КОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ. ....	12
<b>4</b>	<b>СЛОВАРЬ ОБЪЕКТОВ УСТРОЙСТВА</b> .....	<b>13</b>
4.1	СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ОБЪЕКТНОГО СЛОВАРЯ. ....	13
4.2	ОБЪЕКТНЫЙ СЛОВАРЬ. ....	16
	Объект 1000 Тип устройства .....	16
	Объект 1001 Регистр ошибок .....	16
	Объект 1003 Массив ошибок.....	16
	Объект 1005 COB-ID объекта синхронизации SYNC .....	17
	Объект 1008 Имя устройства .....	17
	Объект 1009 Номер варианта конструктива .....	17
	Объект 100A Номер версии программы.....	17
	Объект 1010 Сохранение параметров .....	18
	Объект 1011 Восстановление параметров по умолчанию.....	19
	Объект 1014 COB-ID объекта аварийных сообщений.....	19
	Объект 1015 Интервал запрета выдачи EMCY сообщений.....	19
	Объект 1017 Период контрольных посылок .....	20
	Объект 1018 Идентификаторы устройства.....	20
	Объект 1029 Поведение при ошибке связи .....	21
	Объект 1800 Параметры передачи объекта PDO1 .....	22
	Объект 1801 Параметры передачи объекта PDO2 .....	22
	Объект 1A00 Карта размещения информации PDO1.....	23
	Объект 1A01 Карта размещения информации PDO2.....	23
	Объект 2100 Индекс скорости обмена .....	23
	Объект 2800 Счётчик передачи PDO1 .....	24
	Объект 2801 Счётчик передачи PDO2 .....	24
	Объект 6000 Параметры функционирования .....	24
	Объект 6001 Количество отсчётов на оборот.....	25
	Объект 6002 Полный диапазон измерения.....	25
	Объект 6003 Величина предустановки .....	25
	Объект 6004 Значение позиции .....	25
	Объект 6500 Режим функционирования .....	26
	Объект 6501 Максимальное количество отсчётов на оборот.....	26
	Объект 6502 Допустимое количество оборотов .....	26
	Объект 6509 Величина смещения позиции .....	26
	Объект 650B Заводской номер устройства.....	26

# 1 Введение

Настоящее описание является эксплуатационным документом и предназначено для работы с устройствами, производимыми в ОАО «СКБ ИС» и имеющими интерфейс CAN. Описание содержит объектный словарь, обеспечивающий конфигурацию устройства и обмен данными.

## 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 – международное сообщество производителей и пользователей CAN-продуктов. Поддерживает ряд протоколов высокого уровня
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 (ЭНП)
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 шестнадцатеричное представление

Дополнительную информацию можно найти в документах ([www.can-cia.org](http://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 Сеть CANopen и профиль устройства

### 3.1 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>

### 3.2 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	
<b>Широковещательные сообщения</b>		
NMT	0	Объект управления сетью для инициализации контроля сети
SYNC	80h	Объект для синхронизации устройств CAN-сети
<b>Сообщения, адресуемые к узлам</b>		
Emergency	80h + Node ID	Критические объекты для сообщений об ошибках
PDO1 (передача)	180h + Node ID	1 <sup>й</sup> объект данных процесса (Process Data Object) для передачи данных в режиме реального времени
PDO2 (передача)	280h + Node ID	2 <sup>й</sup> 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)
<b>Удалённый запрос данных</b>		
RPDO (приём / ответ)	200h + Node ID	Объект данных процесса, передаваемый как ответ на удалённый запрос

### 3.3 Светодиодная индикация

Двухцветный светодиод служит для индикации ошибок и состояния датчика как CAN-устройства:

ЗЕЛЁНЫЙ	КРАСНЫЙ	Значение
-	-	Нет питания
ВКЛ	-	Рабочий режим или режим "стоп"
МИГАЕТ	-	Подготовительный режим
-	МИГАЕТ	Ошибка подключения к CAN-шине
-	ВКЛ	Ошибка EEPROM

### 3.4 Передача данных процесса

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

Структура PDO-сообщения:

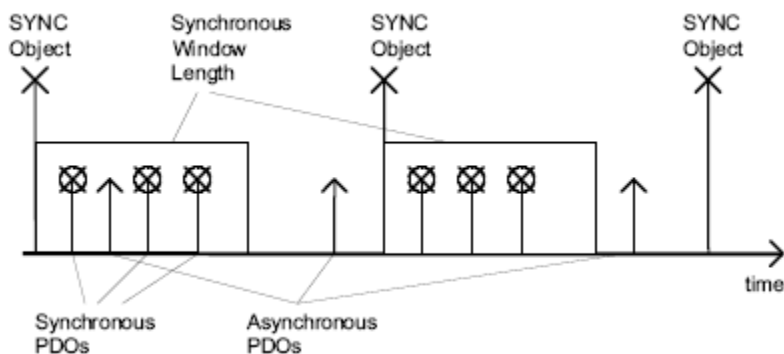
	COB ID	Длина	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
PDO1	180h + node ID	4	LSB	x	x	MSB
PDO2	280h + node ID	4	LSB	x	x	MSB

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

Передача PDO также выключена, когда 31-й бит объекта [1800h / 1801h](#) -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.

### 3.5 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 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"

### 3.6 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)

Байт 3: Регистр ошибок (см. объект [1001h](#), стр.16)

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

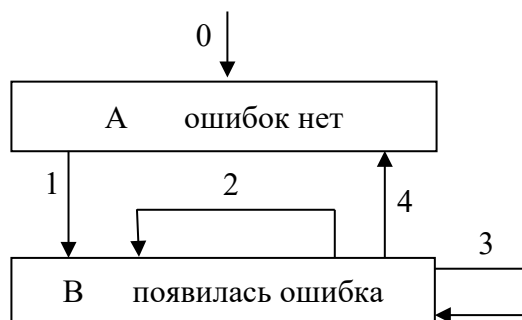
Байты 5..4: Аварии

- 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 появились и не устранены):

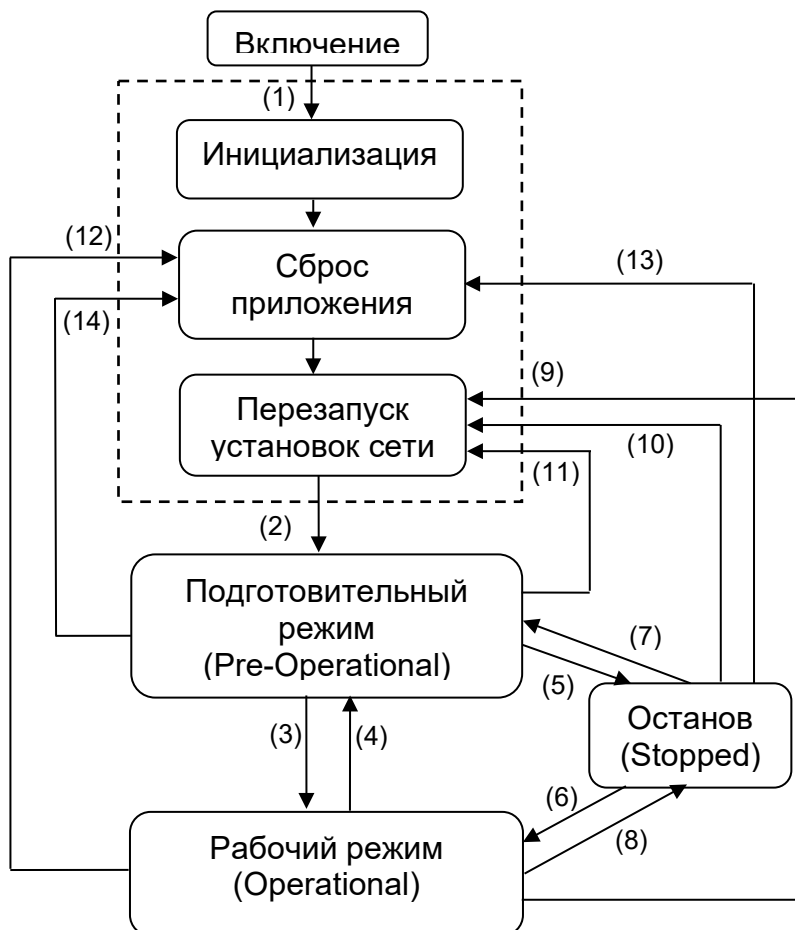


При переходах между этими состояниями будут передаваться следующие сообщения:

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.

### 3.7 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		+	+	+
RNMT			+	

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.3.6).

Параметры *Номер узла* (объект 2101h, стр.24) и *Индекс скорости обмена* (объект 2100h, стр.23) 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 MБaud.

**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	-

### 3.8 Контроль работоспособности.

Устройство поддерживает контроль работоспособности канала по протоколу 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.

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

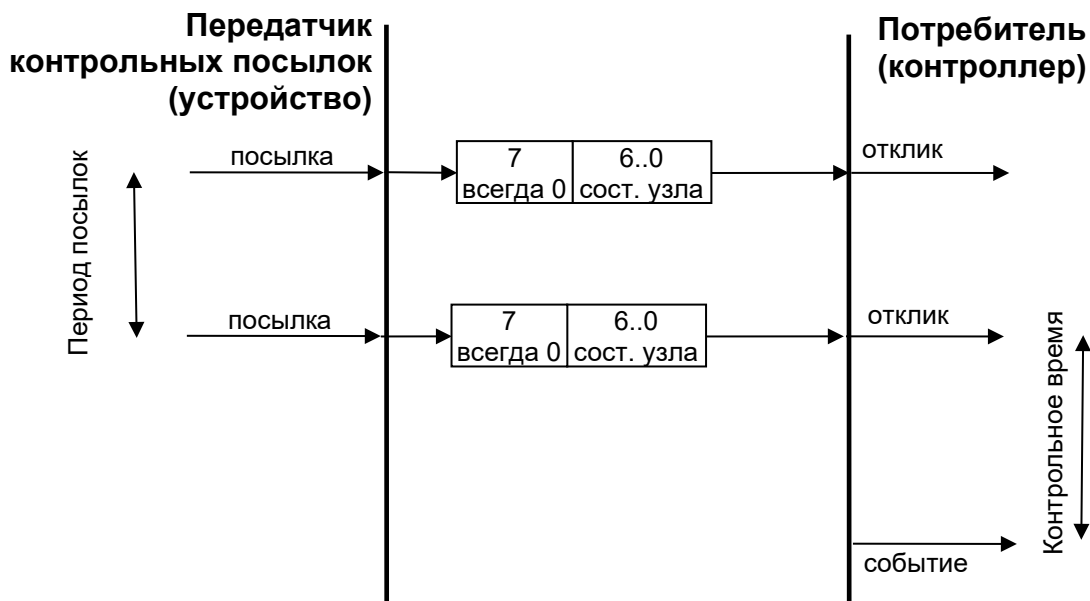
**Состояние узла** может принимать значения:

- 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 объекта:

Объект	Параметр	Тип	Описание
<a href="#">1017h</a>	Период посылок передатчика (Producer heartbeat time)	U16	Определяет время в мсек циклических посылок передатчика. Если равно 0, то протокол не используется



## 4 Словарь объектов устройства

### 4.1 Сводная таблица объектного словаря.

В таблице использованы следующие обозначения:

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

#### Объекты передачи данных (по DS 301 CiA)

Объект	Наименование	Тип	Атр	По умолч. или пример	Описание, пример	Стр.
1000h	Тип устройства	U32	ro	00010196h	Устройство соответствует CiA DS-406	16
1001h	Регистр ошибок	U8	ro	0	бит 0 = общая ошибка бит 4 = ошибка связи бит 5 = ошибка по NodeGuard бит 7 = ошибка EEPROM	16
1003h	Поля стека ошибок	ARR	rw		Содержит 8 последних ошибок или предупреждений	16
0	Наибольший субиндекс	U8	ro	0	Кол-во сохранённых сообщений (0..8)	16
1	Последнее сообщение	U32	ro		Ошибка или предупреждение: 1000h Общая ошибка 5530h Ошибка EEPROM ..	16
..	..	..	..	..		
8	Первое сообщение	U32	ro			
1005h	COB ID объекта синхронизации	U32	ro	80h	Идентификатор объекта синхронизации	17
1008h	Имя устройства	U32	ro	"K158" "M158" "L918"	ЛИП-КА158А ЛИП-КМ158А Преобразователь SSI – CAN ЛИП-918	17
1009h	Вариант конструктива	U32	ro		Номер варианта в ASCII коде	17
100Ah	Версия программы	U32	ro		Номер версии программы в ASCII коде	17
1010h	Сохранение параметров	ARR				18
0	Наибольший субиндекс	U8	ro	1	Кол-во вариантов сохранения = 1	18
1	Все параметры	U32	rw		Сохранить все параметры	18
1011h	Восстановление параметров по умолчанию	ARR				19
0	Наибольший субиндекс	U8	ro	1	Количество вариантов восстановления = 1	19
1	Все параметры	U32	rw		Восстановить все параметры	19
4	Кол-во записей в EEPROM	U32	ro		Количество попыток записи в энергонезависимую память	19
1014h	COB ID объекта аварийных сообщений	U32	ro	80h+NodeID	Идентификатор объекта аварийных сообщений	19

Объект	Наименование	Тип	Атр	По умолч.	Описание, пример	Стр.
1015h	Интервал запрета выдачи EMCYсообщений	U16	rw	0	1 соответствует 100мкс	19
1017h	Период посылок	U16	rw	0	Период посылок контролируемого на работоспособность устройства в мс	20
1018h	Идентификаторы устройства					20
0	Наибольший субиндекс	U8	ro	4		201
1	ID производителя	U32	ro	0	Идентификатор производителя, установленный CiA	20
2	Код продукта	U32	ro	000CA001h 000CB001h 000D0001h	однооборотный ЛИР158А-CAN многооборотный ЛИР158А-CAN преобразователь SSI – CAN	20
3	Номер разработки	U32	ro		00010000 (1.0)	20
4	Заводской номер	U32	ro		10h 01h DCh A5h соответствует "16.122021"	20
1029h	Поведение при ошибке				Поведение при ошибке связи	21
0	Наибольший субиндекс	U8	ro	0		21
1	Ошибка связи	U8	rw	0..2	Код реакции при сбое	21
1800h	Параметры передачи объекта PDO1	REC				22
0	Наибольший субиндекс	U8	ro	5		22
1	COB ID	U32	ro	180h+ ID	Идентификатор объекта = 180h+node ID	22
2	Тип передачи PDO1	U8	rw	FEh	FEh = определённый пользователем циклический режим	22
5	Таймер передачи PDO1	U16	rw	203h	Время цикла (период передачи) в мсек	22
1801h	Параметры передачи объекта PDO2	REC				22
0	Наибольший субиндекс	U8	ro	5		22
1	COB ID	U32	ro	280h+ ID	Идентификатор объекта = 280h+node ID	22
2	Тип передачи PDO2	U8	rw	2	2h = синхронный режим передачи	22
5	Таймер передачи PDO2	U16	rw	100h	Время цикла (период передачи) в мсек	22
1A00h	Карта размещения информации PDO1	ARR				23
0	Количество объектов, отображаемых в PDO1	U8	ro	1		23
1	Содержание PDO1	U32	ro	60040020h	Описывает содержимое PDO1, см. в <a href="#">описании объекта</a>	23
1A01h	Карта размещения информации PDO2	ARR				23
0	Количество объектов, отображаемых в PDO2	U8	ro	1		23
1	Содержание PDO2	U32	ro	60040020h	Описывает содержимое PDO2, см. в <a href="#">описании объекта</a>	23

## Объекты устройства (по DS 406 CiA)

Объект	Наименование	Тип	Атр	По умолч	Доп. информация	Стр.
2100h	Индекс скорости передачи <sup>1</sup>	U8	rw	8	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	23
2101h	Идентификатор узла <sup>1</sup>	U8	rw	1	Возможные значения 1 -127	24
2800h	Счётчик для дополнительной передачи PDO1	U8	rw	0	Количество повторов передачи одинаковых данных для PDO1	24
2801h	Счётчик для дополнительной передачи PDO2	U8	rw	0	Количество повторов передачи одинаковых данных для PDO2	24
6000h	Параметры функционирования	U16	rw	0	Бит 0 – направление счёта бит 2 – программное вычисление координаты бит 12 – преобразование из кода Грея бит 13 – задержка чтения первого бита SSI на 10мкс	24
6001h	Количество отсчётов на оборот	U32	rw		Количество отсчётов на оборот	25
6002h	Полный диапазон измерений (отсчётов)	U32	rw		Полный диапазон измерения (кол-во отсчётов на оборот, умноженное на кол-во оборотов)	25
6003h	Величина предустановки (отсчётов)	U32	wo	0	Величина предустановки для задания смещения отсчёта ( <a href="#">объект 6509h</a> )	25
6004h	Позиция (отсчётов)	U32	ro		Положение вала датчика с учётом смещения (отсчётов)	25
6500h	Режим работы	U16	ro	4	Бит 0 – направление вращения	26
6501h	Максимально возможное количество отсчётов на оборот	U32	ro		Максимальное разрешение, отсчётов на оборот	26
6502h	Допустимое количество оборотов	U16	ro		Максимальное количество оборотов (для однооборотных датчиков =1)	26
6509h	Величина смещения позиции	U32	ro	0	Смещение вычисляется во время предустановки, см. <a href="#">объект 6003h</a>	26
650Vh	Заводской номер	U32	ro		То же, что и <a href="#">объект 1018h</a> <i>субинд. 4</i>	26

<sup>1</sup> После установки параметра нужно сохранить память EEPROM и сделать перезапуск

## 4.2 Объектный словарь.

### Объект 1000 Тип устройства

Описание	Содержит информацию о типе и профиле устройства
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значения	10196h 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.	0
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 запрещена.

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
EEPROM	не сохр.
Доступ	Только для чтения
Значения	Код ошибки

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
Значение	80h 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
Значение	4Bh 31h 35h 38h соответствует "K158" – абсолютный преобразователь углового положения ЛИР-КА158

**Объект 1009 Номер варианта конструктива**

Описание	Номер варианта конструктива в ASCII
Тип данных	Строка
Доступ	Только для чтения
Значение	например, 30323330h = "0320"

**Объект 100A Номер версии программы**

Описание	Номер версии программы в ASCII
Тип данных	Строка
Доступ	Только для чтения
Значение	например, 31302E35h = "5.01"

## Объект 1010 Сохранение параметров

Поддерживает сохранение текущих параметров в энергонезависимой памяти.

Субиндекс	0
Описание	Наибольший субиндекс
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значение	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>			
1015h	0	Интервал запрета выдачи EMCY-сообщений	0
1017h	0	Период посылок передатчика (Producer Heartbeat Time)	0
1029h	0	Поведение при ошибке	1
1800h	2	Тип PDO1	FEh
1800h	5	Таймер для циклической передачи PDO1	203h
1801h	2	Тип PDO2	2
1801h	5	Таймер для циклической передачи PDO2	100h
2100h	0	Индекс скорости передачи данных	8 (1 MBaud)
2101h	0	Номер узла	1
2800h	0	Счётчик передач для PDO1	0
2801h	0	Счётчик передач для PDO2	0
<i>Параметры приложения</i>			
6000h	0	Параметры функционирования	0
6001h	0	Количество отсчётов на оборот	–
6002h	0	Полный диапазон измерений	–
6509h	0	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
Значение	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. 3.7).

Список параметров приведён 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

## Объект 1014 COB-ID объекта аварийных сообщений

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

## Объект 1015 Интервал запрета выдачи EMCY сообщений

Описание	Минимальный интервал, с которым возможна посылка аварийных сообщений (см. <a href="#">3.6</a> )
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 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
Значение	4

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

Субиндекс	2
Описание	Код продукта
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значение	009E0004h (ASCII соответствует 158.04)

Субиндекс	3
Описание	Номер разработки устройства
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значение.	00020001h (соответствует 2.1)

Субиндекс	4
Описание	Заводской номер
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значения	Например, 19062999h соответствует "25.403865" Старший байт – год выпуска и 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

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****Объект 1801      Параметры передачи объекта PDO2**

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

Субиндекс	1
Описание	Идентификатор (COB-ID), используемый PDO
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. Целое
Доступ	Только для чтения <sup>1</sup>
Значение	180h + номер узла (для PDO1) 280h + номер узла (для PDO2)

Субиндекс	2
Описание	Тип передачи PDO
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	FEh (для PDO1) 02h (для PDO2)
EEPROM	сохр.
Значения	n = 0      – синхронная, но не периодическая передача <sup>2</sup> 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 для передачи PDO в асинхронном режиме
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	203h (для PDO1) 100h (для PDO2)
EEPROM	сохр.
Значения	0      – циклическая передача выключена 1..FFFFh – длительность цикла передачи

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

<sup>2</sup> В режиме 0 происходит синхронная передача при каждом изменении угла, но только один раз, независимо от значения счётчика передач (см. [2800h](#) для PDO1 или [2801h](#) для PDO2).

**Объект 1A00      Карта размещения информации PDO1**

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

Субиндекс	1
Описание	Содержание PDO1
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значения	60040020h 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
Значение	1

Субиндекс	1
Описание	Содержание PDO2
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значения	60040020h 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.	8		
EEPROM	сохр.		
Значения	0 - 10 кбит/с	3 - 100 кбит/с	6 - 500 кбит/с
	1 - 20 кбит/с	4 - 125 кбит/с	7 - 800 кбит/с
	2 - 50 кбит/с	5 - 250 кбит/с	8 - 1 МБит/с

Для того, чтобы изменение скорости обмена 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.	1
EEPROM	сохр.
Значения	0 – запрещённое значение 1..127 – номер узла

Для того, чтобы изменение номера узла 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 – количество передач PDO1 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 – количество передач PDO2 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 определяет нарастающий счёт при вращении: 0 – по часовой стрелке 1 – против часовой стрелки Бит 2 – программное масштабирование (только для чтения)

Изменение бита 0 вызывает обнуление значения смещения (см. объект [6509h](#)).  
Подробнее о бите 2 см. описание объекта [6001h](#).

**Объект 6001      Количество отсчётов на оборот**

Описание	Количество отсчётов на оборот
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
EEPROM	сохр.
Значения	От 1 до $2^{24}$ (16777216) отсчётов

**Объект 6002      Полный диапазон измерения**

Описание	Количество отсчётов полного диапазона измерений
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
EEPROM	сохр.
Значения	От 1 до $2^{24}$ (16777216) отсчётов

При изменении параметра 6001h (6002h) изменяется также параметр 6002h (6001h) так, что значение 6002h равно произведению количества оборотов (объект 6502h) на количество отсчётов на оборот (объект 6001h).

При изменении параметра 6001h или 6002h значение смещения (объект 6509h) обнуляется.

При задании значения параметра 6001h или 6002h, не являющегося степенью числа 2, вычисление величины угла происходит программным пересчётом (умножением прочитанного со шкалы кода на вещественный коэффициент). При этом будет равен 1 2<sup>й</sup> бит параметра функционирования (см. объект [6000h](#)).

**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 <a href="#">6509h</a> )
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только запись
EEPROM	Не сохр.
Значения	0..n-1, где n – полный диапазон измерений (см. объект <a href="#">6002h</a> )

При изменении значения предустановки происходит изменение величины смещения (объект [6509h](#)), которая затем служит в качестве аддитивной составляющей. Значение объекта 6509h может сохраняться в ЭНП (см. [Объект 1010h](#)).

**Объект 6004      Значение позиции**

Описание	Величина положения в отсчётах
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значения	0..n-1, где n – полный диапазон измерений (см <a href="#">6002h</a> )

**Объект 6500      Режим функционирования**

Описание	Режим функционирования
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	Описание в <a href="#">6000h</a>

**Объект 6501      Максимальное количество отсчётов на оборот**

Описание	Максимальное количество отсчётов на один оборот
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	-
Значения	$100\ 0000h = 2^{24} = 16\ 777\ 216$ отсчётов

Максимальное значение определяется физическими характеристиками преобразователя. Рабочее значение может быть изменено (см. [6001h](#)).

**Объект 6502      Допустимое количество оборотов**

Описание	Количество различных оборотов
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения

**Объект 6509      Величина смещения позиции**

Описание	Вычисляется при предустановке (см. объект <a href="#">6003h</a> ) как разность между текущим и заданным значениями
Тип данных	32-разр. целое со знаком
Доступ	Только для чтения
Значения	$0..n-1$ , где $n$ – полный диапазон измерений (см. <a href="#">6002h</a> )

Изменение режима функционирования ([6000h](#)), диапазона измерения ([6002h](#)) или количества отсчётов ([6001h](#)) вызывает обнуление значения смещения

**Объект 650B      Заводской номер устройства**

Описание	Номер устройства, присвоенный производителем
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
Значения	Присваивается изготовителем например, 20h 01h DCh A5h соответствует “25.122021”

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

