



СКБ ИС

---



**Абсолютный датчик  
углового положения  
с **CANopen** интерфейсом**

Техническое руководство



**СКБ ИС**

СКБ ИС  
195009, Россия, Санкт-Петербург,  
Кондратьевский пр. 2, литер А  
Тел. +7 (812) 540-03-09,  
Факс +7 (812) 540-29-33  
E-mail: [lir@skbis.ru](mailto:lir@skbis.ru)  
Интернет: [www.skbis.ru](http://www.skbis.ru).

# Оглавление

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>СЕТЬ CANOPEN И ПРОФИЛЬ ДАТЧИКА</b> .....	<b>7</b>
4.1	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....	7
4.2	СТРУКТУРА СООБЩЕНИЙ CANOPEN.....	8
4.3	ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПРОЦЕССА .....	9
4.4	ОБМЕН СЕРВИСНЫМИ ДАННЫМИ (РАБОТА С ОБЪЕКТНЫМ СЛОВАРЁМ).....	11
4.5	СЛУЖБА АВАРИЙНЫХ СООБЩЕНИЙ.....	12
4.6	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ СЕТИ И ЗАПУСК ПРОГРАММЫ ДАТЧИКА.....	14
4.7	КОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ.....	16
4.7.1	Протокол проверки узла.....	16
4.7.2	Протокол проверки связи.....	17
<b>5</b>	<b>ОБЪЕКТЫ ДАТЧИКА</b> .....	<b>18</b>
5.1	СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ОБЪЕКТНОГО СЛОВАРЯ.....	18
5.2	ОБЪЕКТНЫЙ СЛОВАРЬ.....	21
Объект 1000	Тип датчика .....	21
Объект 1001	Регистр ошибок .....	21
Объект 1003	Массив ошибок.....	21
Объект 1005	COB-ID объекта синхронизации SYNC.....	22
Объект 1008	Имя устройства.....	22
Объект 1009	Номер варианта конструктива .....	22
Объект 100A	Номер версии программы.....	22
Объект 100C	Период опроса (Guard time).....	22
Объект 100D	Множитель контрольного времени (Life time factor).....	23
Объект 1010	Сохранение параметров.....	23
Объект 1011	Восстановление параметров по умолчанию .....	24
Объект 1014	COB-ID объекта аварийных сообщений .....	24
Объект 1016	Контрольное время .....	25
Объект 1017	Период контрольных посылок.....	25
Объект 1018	Идентификаторы датчика.....	26
Объект 1029	Поведение при ошибке .....	27
Объект 1800	Параметры передачи объекта PDO1.....	28
Объект 1801	Параметры передачи объекта PDO2.....	29
Объект 1A00	Карта размещения информации PDO1.....	30
Объект 1A01	Карта размещения информации PDO2.....	30
Объект 2100	Индекс скорости обмена.....	30
Объект 2101	Номер узла.....	31
Объект 2800	Счётчик для дополнительной передачи PDO1 .....	31
Объект 2801	Счётчик для дополнительной передачи PDO2 .....	31
Объект 6000	Параметры функционирования.....	31
Объект 6001	Количество отсчётов на оборот .....	31
Объект 6002	Полный диапазон измерения .....	32
Объект 6003	Величина предустановки.....	32
Объект 6004	Величина угла.....	32
Объект 6200	Таймер для циклической передачи PDO1.....	32
Объект 6500	Режим функционирования .....	32
Объект 6501	Максимальное количество отсчётов на оборот.....	33
Объект 6502	Максимальное количество оборотов.....	33
Объект 6503	Сообщения об авариях.....	33
Объект 6504	Поддерживаемые сообщения об авариях.....	33
Объект 6505	Предупреждения .....	33
Объект 6506	Поддерживаемые предупреждения .....	34
Объект 6507	Профиль и версия программы.....	34
Объект 6508	Время работы датчика .....	34
Объект 6509	Величина смещения позиции.....	34
Объект 650B	Заводской номер датчика .....	34

<b>6</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ .....</b>	<b>35</b>
6.1	МЕХАНИЧЕСКИЕ .....	35
6.2	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ .....	35
<b>7</b>	<b>МЕХАНИЧЕСКОЕ КРЕПЛЕНИЕ ДАТЧИКА .....</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ И УСТАНОВКИ .....</b>	<b>37</b>
8.1	КЛЕММЫ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ. ....	37
8.2	ПРИСОЕДИНЕНИЕ КАБЕЛЯ.....	38

## 1 Введение

Настоящее руководство описывает технические параметры абсолютного углового датчика с CAN интерфейсом, производимого в СКБ ИС, а также программирование, установку параметров работы и подключение датчика.

Руководство описывает использование датчика и должно быть дополнено паспортом, который является неотъемлемой частью документации датчика.

## 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 Объект Объект для передачи данных и параметров
COB ID	COB identifier Идентификатор объекта передачи данных и параметров
DS	Draft standard Рекомендуемый стандарт, документ CiA
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory Электрически стираемое ПЗУ, энергонезависимая память
LSB	Least significant бит/byte Младший значащий бит/байт
MSB	Most significant бит/byte Старший значащий бит/байт
NMT	Network Management – Управление сетью. CAL элемент для конфигурации сети и обслуживания ошибок
Node ID	Номер CAN-узла, присвоенный датчику
OD	Объект Dictionary Словарь объектов передачи данных и параметров
PDO	Process Data Объект Объект передачи данных
RTR	Remote Transmission Request Удалённый запрос
SDO	Service Data Объект 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:

- 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

Руководство должно быть обязательно прочитано перед эксплуатацией датчика.

Датчик – точный измерительный прибор, использующийся для определения углового положения и количества оборотов и для перевода этих величин в соответствующие электрические сигналы для соответствующих систем. Датчик может использоваться только для этих целей.

Датчик должен устанавливаться и подсоединяться только квалифицированным персоналом. Также ознакомьтесь с инструкцией производителя устройства, на которое устанавливается датчик.

Перед эксплуатацией оборудования проверьте электрические соединения.

Датчик должен работать в оговорённых условиях. В частности питающее напряжение не должно превышать установленный предел.

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

Избегайте ударов по валу или по корпусу.

Избегайте скручивания или изгиба корпуса.

Никогда не делайте жёсткого соединения вала датчика с валом ведущего устройства, используйте для соединения муфту.

Не открывайте датчик для каких-либо механических изменений в нём.\*

Не делайте никаких изменений в электрической схеме датчика.

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

Для подключения датчика используйте только сигнальный кабель с витыми парами (CAN+ с CAN- и 0V с +24V).

Не производите подключения и отключения во время работы датчика.

---

\* Пользователь должен снимать крышку только для присоединения кабелей и установки адреса и скорости передачи.

## 4 Сеть CANopen и профиль датчика

### 4.1 Общая информация

CAN-шина (Controller Area Network) разработана фирмами BOSCH и Intel для обеспечения быстрой, недорогой передачи данных в автомобильных приложениях. В настоящее время CAN-шина 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 (телеграммы), 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/сек при длине кабеля до 40м.
- Возможность работы в режиме реального времени, определено максимальное время задержки для сообщений с высоким приоритетом. Обычно <120мкс для 1Мбит/сек.
- Теоретически 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.
- Приоритете 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-телеграмма 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 (transmit)	180h + Node ID	1 <sup>й</sup> объект данных процесса (Process Data Объект) для передачи данных в режиме реального времени
PDO2 (transmit)	280h + Node ID	2 <sup>й</sup> объект данных процесса
SDO (transmit)	580h + Node ID	Служебный объект (Service Data Объект) для чтения параметров через объектный словарь
SDO (receive)	600h + Node ID	Служебный объект (Service Data Объект) 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 датчика в режиме реального времени одному или нескольким потребителям.

Структура PDO-сообщения:

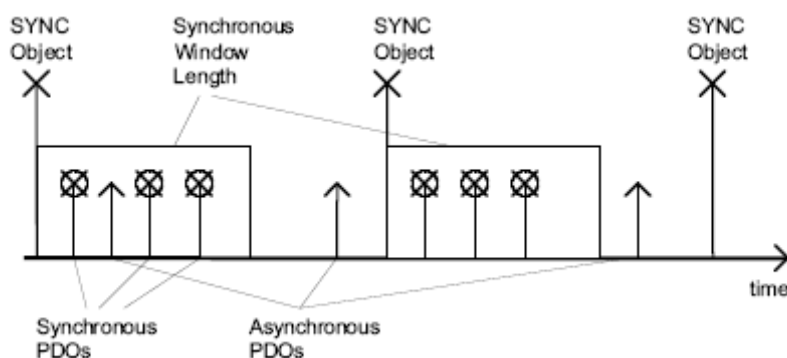
	COB ID	Длина	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
PDO1	180h + node ID	4	LSB	x	x	MSB
PDO2	280h + node ID	4	LSB	x	x	MSB

Байты Байт1 – Байт4 содержат 32-битовое беззнаковое значение позиции с учётом смещения (см. объект [6509h](#), стр. 34).

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 каждую принятую SYNC телеграмму; при значении n передача происходит на каждую n-ю SYNC телеграмму, когда объект [2800h / 2801h](#) содержит 0.

Если объект [2800h / 2801h](#) имеет ненулевое значение k, то передача данных происходит только k раз. Счётчик передач PDO телеграммы обнуляется в случае изменения позиции или по команде NMT сброс. Так, при изменении позиции, PDO телеграмма передаётся n раз. Если n=1, передача происходит при каждом изменении позиции.

**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		
<i>асинхронный режим</i>			
FEh	0	x	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
<i>синхронный режим</i>			
0	x	x	Передача PDO выключена
2	x	0	Передача PDO на каждую 2 <sup>ю</sup> SYNC телеграмму
3	x	12h	Передача 18 раз (=12h) по каждой 3 <sup>й</sup> SYNC телеграмме
<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 каждой 2 <sup>й</sup> SYNC телеграмме

Передача PDO также выключена, когда MSB (бит 31) объекта **1800h/1801h** – субиндекс 1 равен 1.

Запись в объект **1800h/1801h** субиндекс 1 влияет только на этот старший бит.

#### 4.4 Обмен сервисными данными (работа с объектным словарём)

Все параметры датчика хранятся в объектном словаре (см. раздел 5 “Объекты датчика”).

Адреса параметров (индексы) стандартизированы, они могут быть прочитаны или изменены путём чтения/записи сервисных объектов (Service Data Объектс – 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 Датчик → Мастер  
или **600h+nodeID** для передачи Мастер → Датчик.

**DLC** – длина кода параметра в байтах

Байт 1 – Код команды, определяет действие с параметром:

Команда	Описание
22h	Установка параметра датчика
40h	Запрос величины параметра
43h	Ответ на запрос параметра
60h	Подтверждение датчиком 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	Доступ к объекту неудачный 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 датчика 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 (кода датчика)
- 7510 Ошибка связи по CAN-линии (busoff)
- 8130 Ошибка от охранного протокола NodeGuard (см. п.4.7)

Байт 3: Регистр ошибок (см. объект [1001h](#), стр.21)

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

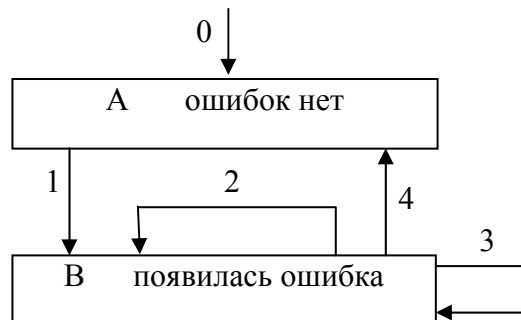
Байты 5..4: Аварии (см. объект [6503h](#), стр.33)

- Бит 0 Недействительный код положения
- Бит 1 Аппаратная ошибка

Байты 7..6: Предупреждения (см. объект [6505h](#), стр.33)

- Бит 2 Сброс по сторожевому таймеру

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



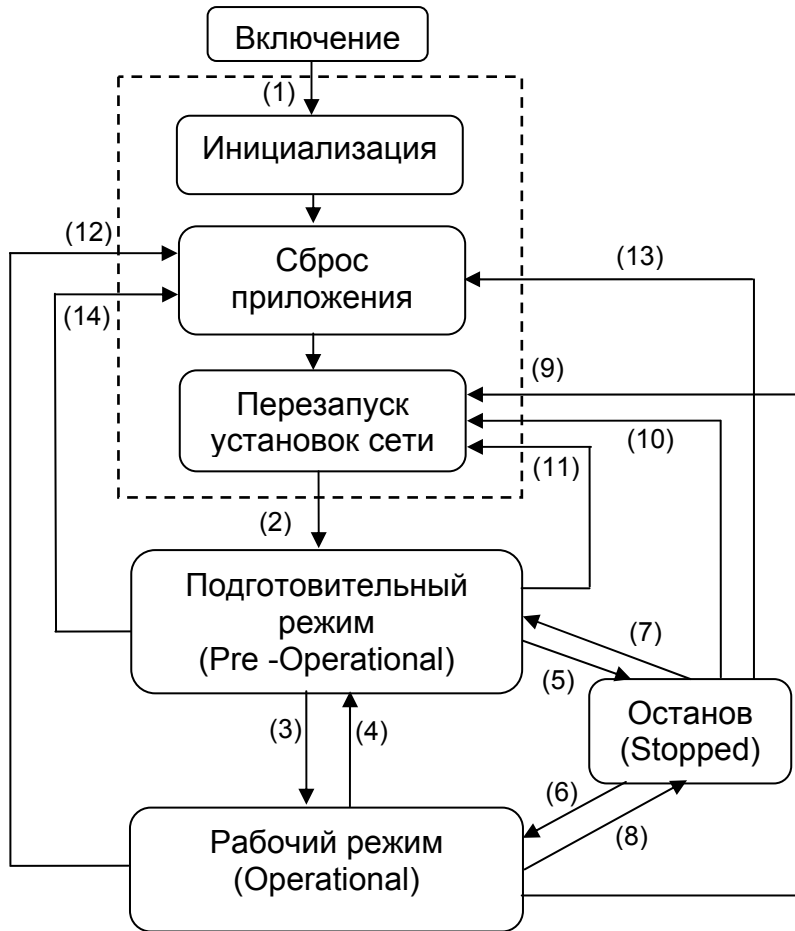
В зависимости от переходов между этими состояниями будут передаваться следующие *аварийные сообщения*:

0. После инициализации датчика, в случае отсутствия ошибок, датчик переходит в состояние А (нет ошибок), и сообщения об ошибке не посылаются.
1. Обнаружена ошибка, указанная в первых трёх байтах *аварийного сообщения*. Датчик 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). Датчик 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. Датчик переходит в состояние отсутствия ошибок А и передаёт *аварийное сообщение* с кодом ошибки 0000.

## 4.6 Инициализация сети и запуск программы датчика.

Датчик является сетевым устройством, которое может находиться в определённых состояниях. Конечный автомат может быть представлен следующей диаграммой NMT-состояний:



После включения датчик проходит три стадии инициализации и переходит в Подготовительный режим. В конце инициализации датчик даёт оповещение в CAN-сети посредством посылки стартового сообщения (Boot-up message) на стадии (2). Это сообщение имеет структуру:

COB-ID	DLC	Байт 1
700h+node ID	1	00h

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

Возможность обмена сообщениями в различных режимах приведена в таблице:

	ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ	ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ	РАБОЧИЙ	ОСТАНОВ
PDO			x	
SDO		x	x	
SYNC		x	x	
Emergency Объект		x	x	
Boot-up Объект	x			
NMT		x	x	x

x – сервис может функционировать

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)

Перезапуск может быть запущен двумя способами – перезапуск узла и перезапуск сетевых установок. Первый режим вызывает инициализацию параметров связи с индексами от 1000h до 2FFFh. Во втором режиме происходит инициализация параметров датчика 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 в 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.31) и *Индекс скорости обмена* (объект [2100h](#), стр.30) инициализируются особым способом. Сначала величина *Номер узла* читается по поворотным переключателям. Если величина не равна 0, то она принимается, и значение *Индекса скорости обмена* также читается по переключателям. Если *Номер узла* по переключателям равен 0, 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	Переключатель
8	1000 кБит	7
7	800 кБит	6
6	500 кБит	5
5	250 кБит	4
4	125 кБит	3
3	100 кБит	2
2	50 кБит	1
1	20 кБит	0
0	10 кБит	-

## 4.7 Контроль работоспособности.

Датчик 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 датчик настроен на нерегулярную передачу данных; в противном случае работоспособность может определяться по наличию переданных данных.

### 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 датчика через регулярные отрезки времени – период опроса (Guard time). Отклик датчика содержит код состояния узла и переключаемый бит и имеет следующую структуру:

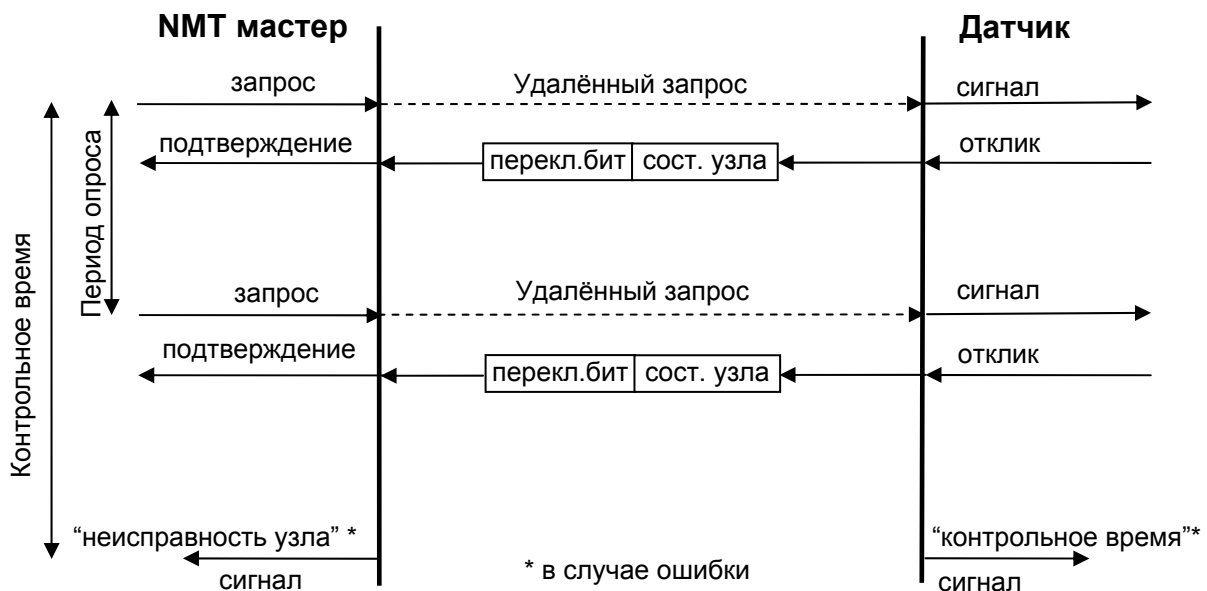
COB-ID	Длина	Байт 1
700+node ID	1	Перекл. бит (7) + Сост. узла (6..0)

**Состояние узла** может принимать значения:

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

**Переключаемый бит** меняет значение после каждого запроса.

Контрольное время (Node Life Time) определяется как произведение интервала Guard Time и множителя Lifetime Factor. Если датчик не откликается в течение контрольного времени, то посредством службы Emergency Service (стр. 12) генерируется сообщение об ошибке.



Протокол проверки узла использует следующие объекты датчика:

Объект	Параметр	Описание
<a href="#">100Ch</a>	Период опроса (Guard time)	0 – Протокол проверки узла не используется 1..FFFh – период опроса, мсек
<a href="#">100Dh</a>	Множитель (Lifetime factor)	0 – Протокол проверки узла не используется 1..FFh – множитель



#### 4.7.2 Протокол проверки связи.

Этот протокол рекомендован ассоциацией CiA как новый протокол. Протокол определяет службу контроля над ошибками (Error Control Service) без необходимости использования удалённых запросов. Передатчик периодически посылает сообщения (Heartbeat messages) следующей структуры:

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

Состояния узла определены так же, как в протоколе проверки узла (Node Guarding protocol) (стр. [16](#)).

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

Объект	Параметр	Описание
<a href="#">1016h</a> <a href="#">суб1</a>	Контрольное время потребителя (Consumer heartbeat time)	Определяет допустимый интервал ожидания посылок в мсек. Должен быть больше периода посылок передатчика.
<a href="#">1017h</a>	Период посылок передатчика (Producer heartbeat time)	Определяет время в мсек циклических посылок передатчика. Если равно 0, то протокол не используется.

В датчике угла ЛИР-ДА158 передатчиком является датчик, а потребителем должен быть управляющий контроллер.



Невозможно использовать одновременно оба протокола контроля работоспособности в одном датчике.

Если все 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 и при инициализации датчика при перезапуске или включении. В этом случае включение протокола определяется по наличию ненулевых значений в указанных объектах, сохранённых в EEPROM.

## 5 Объекты датчика

### 5.1 Сводная таблица объектного словаря.

В таблице использованы следующие обозначения:

<b>Объект</b>	Шестнадцатиричные индекс и субиндекс объекта
<b>Наименование</b>	Название объекта
<b>Тип</b>	ARR – массив; U $nn$ – беззнаковое целое; I $nn$ – целое ( $nn$ – количество бит).
<b>Аттр.</b>	ro – только для чтения; rw – для чтения и записи.
<b>По умолч.</b>	Величина по умолчанию.
<b>Доп. информация</b>	Дополнительные пояснения

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

Объект	Наименование	Тип	Аттр	По умолч.	Доп. информация	Стр.
1000h	Тип устройства	U32	ro	00010196h	Однооборотный датчик (по CiA)	21
1001h	Регистр ошибок	U8	ro	0h	бит 0 = общая ошибка бит 4 = ошибка связи бит 5 = ошибка по NodeGuard бит 7 = ошибка EEPROM	21
1003h	Поля стека ошибок	ARR			Содержит 8 последних ошибок или предупреждений	21
00h	Наибольший субиндекс	U8	rw	0h	Кол-во сохранённых сообщений (0..8)	21
01h	Последнее сообщение	U32	ro		Ошибка или предупреждение: 1000h Общая ошибка 5530h Ошибка EEPROM 6010h Перезапуск по сторожевому таймеру 7320h Ошибка позиции 8130h Ошибка охранного таймера	21
..	..	..	..	..	..	
08h	Самое старое сообщение	U32	ro		Ошибка или предупреждение	21
1005h	COB ID объекта синхронизации	U32	ro	80h	Идентификатор объекта синхронизации	22
1008h	Имя устройства	U32	ro	"L158"	Абсолютный датчик углового положения ЛИР-ДА158	22
1009h	Вариант конструктива	U32	ro	значение	Номер варианта в ASCII коде	22
100Ah	Версия программы	U32	ro	значение	Номер версии программы в ASCII коде	22
100Ch	Период опроса	U16	rw	0h	Период опроса датчика на контроль работоспособности в мсек	22
100Dh	Множитель контрольного времени	U8	rw	0h	Множитель для вычисления контрольного времени отклика датчика	23
1010h	Сохранение параметров	ARR				23
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	3h	Кол-во вариантов сохранения = 3	23
01h	Все параметры	U32	rw		Сохранить все параметры	23
02h	Параметры связи	U32	rw		Сохранить параметры связи	23
03h	Параметры приложения	U32	rw		Сохранить параметры приложения	23
1011h	Восстановление пар-ров По умолч.	ARR				24
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	3h	No. of reset possibilities = 3	24
01h	Все параметры	U32	rw		Восстановить все параметры	24
02h	Параметры связи	U32	rw		Восстановить параметры связи	24
03h	Параметры приложения	U32	rw		Восстановить параметры приложения	24
04h	Кол-во записей в EEPROM	U32	ro		Количество попыток записи в энергонезависимую память	24
1014h	COB ID объекта аварийных сообщений	U32	ro	80h+NodeID	Идентификатор объекта аварийных сообщений	24
1016h	Контрольное время	ARR				25
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	1h		25
01h	Контрольное время проверки работоспособности датчика	U32	rw	0h	Биты 0..15 Контрольное время в мсек Биты 16..23 номер узла Биты 24..32 не используются	25

Объект	Наименование	Тип	Аттр	По умолч.	Доп. информация	Стр.
1017h	Период посылок	U16	rw	0h	Период посылок контролируемого на работоспособность датчика в мсек	25
1018h	Идентификатор датчика	U32	ro			26
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	4h		26
01h	ID производителя	U32	ro	значение	Идентификатор производителя, установленный CiA	26
02h	Тип датчика	U32	ro	000CA001h 000CB001h	= однооборотный ЛИР158А-CAN = многооборотный ЛИР158А-CAN	26
03h	Номер разработки	U32	ro	значение	Номер разработки датчика	26
04h	Заводской номер	U32	ro	значение	Заводской номер	26
1029h	Поведение при ошибке	ARR			Реакция датчика на ошибку	27
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	1h		27
01h	Ошибка связи	U8	ro	1h	1h = не изменять режим	27
1800h	Параметры передачи объекта PDO1	REC				28
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	5h		28
01h	COB ID	U32	ro	180h+ ID	Идентификатор объекта = 180h+node ID	28
02h	Тип PDO1	U8	rw	FEh	FEh = определённый пользователем циклический режим	28
05h	Таймер передачи PDO1	U16	rw	203h	Время цикла (период передачи) в мсек	28
1801h	Параметры передачи объекта PDO2	REC				29
00h	Наибольший субиндекс	U8	ro	5h		29
01h	COB ID	U32	ro	280h+ ID	Идентификатор объекта = 280h+node ID	29
02h	Тип PDO2	U8	rw	2h	2h = синхронный режим передачи	29
05h	Таймер передачи PDO2	U16	rw	100h	Время цикла (период передачи) в мсек	29
1A00h	Карта размещения информации PDO1	ARR				30
00h	Количество объектов, отображаемых в PDO1	U8	ro	1h		30
01h	Содержание PDO1	U32	ro	60040020h	Описывает содержимое PDO1, см. в <a href="#">описании объекта</a>	30
1A01h	Карта размещения информации PDO2	ARR				30
00h	Количество объектов, отображаемых в PDO2	U8	ro	1h		30
01h	Содержание PDO2	U32	ro	60040020h	Описывает содержимое PDO2, см. в <a href="#">описании объекта</a>	30

### Объекты датчика (по DS 406 CiA)

Объект	Наименование	Тип	Аттр	По умолч.	Доп. информация	Стр.
2100h	Индекс скорости передачи	U8	rw	8h	После установки параметра нужно сохранить память EEPROM и сделать перезапуск 0=10 кбит/сек      5=250 кбит/сек 1=20 кбит/сек      6=500 кбит/сек 2=50 кбит/сек      7=800 кбит/сек 3=100 кбит/сек     8=1000 кбит/сек 4=125 кбит/сек	30
2101h	Идентификатор узла	U8	rw	1h	Возможные значения 1 -127 После установки параметра нужно сохранить память EEPROM и сделать перезапуск	31
2800h	Счётчик для дополнительной передачи PDO1	U8	rw	0h	Количество повторов передачи одинаковых данных для PDO1	31
2801h	Счётчик для дополнительной передачи PDO2	U8	rw	0h	Количество повторов передачи одинаковых данных для PDO2	31
6000h	Параметры функционирования	U16	rw	0h	Бит 0 – направление счёта	31
6001h	разрешение датчика (отсчётов)	U32	ro	значение	разрешение, отсчётов на оборот: напр. 20000h соотв. 17-битному датчику	31
6002h	Полный диапазон измерения (отсчётов)	U32	ro	значение	Полный диапазон измерения: 20000h для 17битного однооборотного датчика	32
6003h	Величина предустановки (отсчётов)	U32	rw	0h	Величина предустановки для задания смещения отсчёта	32
6004h	Позиция (отсчётов)	U32	ro		Положение вала датчика с учётом смещения (отсчётов)	32
6200h	Таймер передачи PDO1	U16	rw	203h	Идентичен объекту <a href="#">1800h</a> , субинд. 5	32
6500h	Режим работы	U16	ro	4h	Бит 0 – направление вращения	32
6501h	Максимальное разрешение	U32	ro	значение	Максимальное разрешение, отсчётов на оборот	33
6502h	Достижимое количество оборотов	U32	ro	значение	Максимальное количество оборотов (для однооборотных датчиков =1)	33
6503h	Сообщения об авариях	U16	ro	0h	Поддерживаемые сообщения - см. объект <a href="#">6504h</a>	33
6504h	Поддерживаемые сообщения об авариях	U16	ro	5h	Поддерживаются следующие сообщения: Бит 0 = Ошибочные данные позиции Бит 2 = Срабатывание сторожевого таймера	33
6505h	Предупреждения	U16	ro	0h	Поддерживаемые предупреждения: см. объект <a href="#">6506h</a>	33
6506h	Поддерживаемые предупреждения	U16	ro	0h	Поддерживаются следующие предупреждения: Бит 2 = состояние сторожевого таймера	34
6507h	Номера версий профиля и программы	U32	ro	напр. 01050201h	Байты 0..1: Версия профиля =2.01 = 0201h Байты 2..3: Верс. программы = 1.05 = 0105h	34
6508h	Время работы датчика	U32	ro	0h	Время в 0,1 часа от последнего перезапуска	34
6509h	Смещение показаний датчика	U32	ro	0h	Смещение вычисляется во время предустановки, см. объект <a href="#">6003h</a>	34
650Vh	Заводской номер	U32	ro	значение	То же, что и объект <a href="#">1018h</a> субинд. 4	34

## 5.2 Объектный словарь.

### Объект 1000 Тип датчика

Описание	Содержит информацию о типе и профиле датчика
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	10196h
Значения	Байт 0&1 = 0196h – профиль по SiA Байт 2 = 01h – абсолютный однооборотный датчик угла

### 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 0 – общая ошибка или ошибка величины угла Бит 4 – ошибка связи Бит 5 – ошибка по протоколу NodeGuard Бит 7 – ошибка памяти EEPROM

При чтении значения объекта сбрасываются все установленные биты ошибок. Таким образом определяется, что ошибки, соответствующие прочитанным битам, появились в интервале между последним и предыдущим прочтениями объекта.

### Объект 1003 Массив ошибок

Субиндекс	0
Описание	Количество ошибок
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0h
EEPROM	не сохр.
Значения	0..8

Субиндекс	1..8
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 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0h
EEPROM	не сохр.
Значения	

**Объект 1005 COB-ID объекта синхронизации SYNC**

Описание	COB-ID объекта синхронизации
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	80h
Значения	Бит 31 – X (незначащий) 30 – 1 устройство производит SYNC-сообщения 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	Константа
По умолч.	L158
Значения	например, 4Ch 31h 35h 38h соответствует "L158" – абсолютный датчик углового положения ЛИР-ДА158

**Объект 1009 Номер варианта конструктива**

Описание	Номер варианта конструктива в ASCII
Тип данных	Строка
Доступ	Константа
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	Константа
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 <a href="#">100Ch</a> .
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. Целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – Протокол проверки узла не используется 1..FFFFh – значение множителя

## Объект 1010 Сохранение параметров

Данный объект поддерживает сохранение параметров в энергонезависимой памяти. Для предотвращения непреднамеренной записи используется ключевое слово «save», а объект имеет вид:

СОВ-ID	Длина	Команда	Объект		Субиндекс	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3
			L	H					
600h+node ID	8	22h	10h	10h	01..03	73h 's'	61h 'a'	76h 'v'	65h 'e'

Субиндекс	0
Описание	Наибольший субиндекс
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	4

Субиндексы 01..03 позволяют выбрать категорию сохраняемых параметров:

01h	Сохранение всех параметров
02h	Сохранение параметров связи
03h	Сохранение параметров приложения

Объекты, сохраняемые в EEPROM:

Объект	Субиндекс	Описание	По умолч.
<i>Параметры связи</i>			
100Ch	0h	Период опроса (Guard Time)	0h
100Dh	0h	Множитель (Life Time Factor)	0h
1016h	1h	Контрольное время потребителя (Consumer Heartbeat time)	0h
1017h	0h	Период посылок передатчика (Producer Heartbeat Time)	0h
1029h	1h	Поведение при ошибке	1h
1800h	2h	Тип PDO1	FEh
1800h	5h	Таймер для циклической передачи PDO1	203h
1801h	2h	Тип PDO2	2h
1801h	5h	Таймер для циклической передачи PDO2	100h
2100h	0h	Индекс скорости передачи данных	8h = 1Mbaud
2101h	0h	Номер узла	1h
2800h	0h	Счётчик передач для PDO1	0h
2801h	0h	Счётчик передач для PDO2	0h
<i>Параметры приложения</i>			
6000h	0h	Параметры функционирования	0h
6003h	0h	Величина предустановки	0h
6509h	0h	Величина смещения	0h

## Объект 1011 Восстановление параметров по умолчанию

Данный объект поддерживает восстановление параметров, заданных по умолчанию и сохранение их в энергонезависимой памяти EEPROM. Для предотвращения непреднамеренной перезаписи используется ключевое слово "load". Объект имеет вид:

COB-ID	Длина	Команда	Объект		Субиндекс	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3
			L	H					
600h+node ID	8	22h	11h	10h	01..03	6Ch 'l'	6Fh 'o'	61h 'a'	64h 'd'

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

Субиндексы 01..03 позволяют выбрать категорию восстанавливаемых параметров:

01h	Восстановление всех параметров
02h	Восстановление параметров связи
03h	Восстановление параметров приложения

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

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

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

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

## Объект 1014 COB-ID объекта аварийных сообщений

Описание	Идентификатор объекта аварийных сообщений
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	константа
По умолч.	80h + номер узла



**Объект 1016      Контрольное время**

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

Субиндекс	1
Описание	Контрольное время проверки работоспособности датчика
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	Бит 0..15 – контрольное время в мсек

**Объект 1017      Период контрольных посылок**

Описание	Период посылок в мсек контролируемого на работоспособность датчика 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 мсек

**Объект 1018      Идентификаторы датчика**

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

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

Субиндекс	2
Описание	Тип датчика
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
По умолч.	009E000Dh
Доступ	Константа
Значения	009E000Dh соответствует 158.14 (2 старших байта, точка, 2 младших)

Субиндекс	3
Описание	Номер разработки датчика
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	00010000h
Значения	00010000 (1.0)

Субиндекс	4
Описание	Заводской номер
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	Присваивается изготовителем
Значения	например, 07h 01h DCh A5h соответствует "07.122021"

**Объект 1029      Поведение при ошибке**

Субиндекс	0
Описание	Наибольшее значение субиндекса
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. Целое
Доступ	Константа
По умолч.	1

Субиндекс	1
Описание	Поведение при ошибке связи
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	1
EEPROM	сохр.
Значения	0 – переход в подготовительный режим 1 – не изменять режим

Объект определяет поведение при потере связи по CAN-линии.

При значении 0 датчик пытается послать аварийное сообщение об ошибке и переходит в предварительный режим.

При значении 1 датчик не изменяет режим, также посылается аварийное сообщение, и начинает мигать красный светодиод.

При потере связи также устанавливается бит 4 объекта 1001h, а также дополняется массив ошибок – объект 1003h.

## Объект 1800      Параметры передачи объекта PDO1

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

Субиндекс	1
Описание	Идентификатор (COB-ID), используемый PDO1
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. Целое
Доступ	Константа <sup>*)</sup>
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 = 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
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	203h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – циклическая передача выключена 1..FFFFh – длительность цикла передачи

\* Возможна запись в объект 1800h / 1801h субиндекс 1, но при этом изменяется только старший (31й) бит данных – разрешение/запрет передачи PDO1.  
См. также п. 4.3 «[Передача данных процесса](#)».

**Объект 1801      Параметры передачи объекта PDO2**

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

Субиндекс	1
Описание	Идентификатор (COB-ID), используемый PDO2
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
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 = 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
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	100h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – циклическая передача выключена 1..FFFFh – длительность цикла передачи

**Объект 1A00      Карта размещения информации PDO1**

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

Субиндекс	1
Описание	Содержание PDO1
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
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	Константа
По умолч.	1

Субиндекс	1
Описание	Содержание PDO2
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
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-шины После установки скорости передачи, память EEPROM должна быть сохранена, и датчик перезапущен	
Тип данных	Беззнаковое 8-разр. целое	
Доступ	Чтение / запись	
По умолч.	8h	
EEPROM	сохр.	
Значения	0 = 10 кбит/сек      5 = 250 кбит/сек 1 = 20 кбит/сек      6 = 500 кбит/сек 2 = 50 кбит/сек      7 = 800 кбит/сек 3 = 100 кбит/сек     8 = 1 МБит/сек 4 = 125 кбит/сек	

### 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..255 – номер узла

### Объект 2800      Счётчик для дополнительной 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 по внутреннему таймеру 1..n..255 – значение PDO1 передаётся n раз после изменения

### Объект 2801      Счётчик для дополнительной 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 PDO1 выключен, передача данных циклическая по внутреннему таймеру 1..n..255 – значение PDO1 передаётся n раз после каждого 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

### Объект 6001      Количество отсчётов на оборот

Описание	Возможное количество отсчётов на оборот
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
Значения	например, 20000h соответствует $2^{17}=131072$ отсчёта

**Объект 6002      Полный диапазон измерения**

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

**Объект 6003      Величина предустановки**

Описание	Позволяет приспособить шкалу датчика к механической системе путём установки величины текущего угла в заданное значение и вычисление величины смещения (см. объект <a href="#">6509h</a> )
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	0..полный диапазон измерений-1 (см. объект <a href="#">6002h</a> )

**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..полный диапазон измерений-1 (см. объект <a href="#">6002h</a> )

**Объект 6200      Таймер для циклической передачи PDO1**

Описание	Таймер для PDO1 (см. объект <a href="#">1800h-5</a> )
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Чтение / запись
По умолч.	203h
EEPROM	сохр.
Значения	0 – циклическая передача выключена 1..FFFFh – период циклической передачи в мсек

**Объект 6500      Режим функционирования**

Описание	Режим функционирования( см. объект <a href="#">6000h</a> )
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
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	-
Значения	например, 20000h соответствует 217=131072 отсчёта

**Объект 6502      Максимальное количество оборотов**

Описание	Максимально возможное количество оборотов датчика
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	1

**Объект 6503      Сообщения об авариях**

Описание	Текущее (последнее) сообщение об аварии
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	не сохр.
Значения	В соответствии с поддерживаемыми сообщениями (см. объект <a href="#">6504h</a> )

**Объект 6504      Поддерживаемые сообщения об авариях**

Описание	Возможные коды сообщений об авариях
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. Целое
Доступ	Константа
По умолч.	0x0001
Значения	Бит 0 – неверное значение позиции (угла), аппаратная ошибка датчика

**Объект 6505      Предупреждения**

Описание	Текущее (последнее) предупреждение
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	не сохр.
Значения	В соответствии с поддерживаемыми предупреждениями (см. объект <a href="#">6506h</a> )

**Объект 6506 Поддерживаемые предупреждения**

Описание	Возможные коды предупреждений
Тип данных	Беззнаковое 16-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	0x0004
Значения	Бит 2 – сброс по сторожевому таймеру

**Объект 6507 Профиль и версия программы**

Описание	Номера версий профиля и программы датчика
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	01000100h
Value	Биты 0..15 – номер версии профиля (01) Биты 16..31 – номер версии программы (01)

**Объект 6508 Время работы датчика**

Описание	Время работы датчика от последнего перезапуска (1 = 0,1 часа)
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	Не сохр.
Значения	0..FFFF FFFFh

**Объект 6509 Величина смещения позиции**

Описание	Вычисляется по значению текущего угла и предустановки (см. объект <a href="#">6003h</a> )
Тип данных	32-разр. целое со знаком
Доступ	Только для чтения
По умолч.	0
EEPROM	сохр.
Значения	0..полный диапазон измерений - 1 (см. объект <a href="#">6002h</a> )

**Объект 650B Заводской номер датчика**

Описание	Номер датчика, присвоенный производителем
Тип данных	Беззнаковое 32-разр. целое
Доступ	Константа
По умолч.	Присваивается изготовителем
Значения	например, 07h 01h DCh A5h соответствует “07.122021”

См. также [объект 1018, субиндекс 4](#).

## 6 Технические данные

### 6.1 Механические

Диаметр корпуса, мм	58
Класс защиты	IP64, IP65
Диаметр вала, мм	6
Максимальная скорость, мин <sup>-1</sup>	10 000
Момент трогания ротор, Н·см	1
Момент инерции, кг·м <sup>2</sup>	1.7·10 <sup>-6</sup>
Макс. нагрузка на вал, N	Осевая – 10, радиальная – 20
Вес, г	400
Габаритные размеры, мм	67.5 x 60 x 84
Рабочая температура, °C	0...50
Вибрационные ускорения, м/сек <sup>2</sup>	≤ 100 (при 55...2000Гц)
Ударные ускорения, м/сек <sup>2</sup>	≤ 300 (10 мсек)
Рекомендуемые муфты	ЛИР-801, ЛИР-825

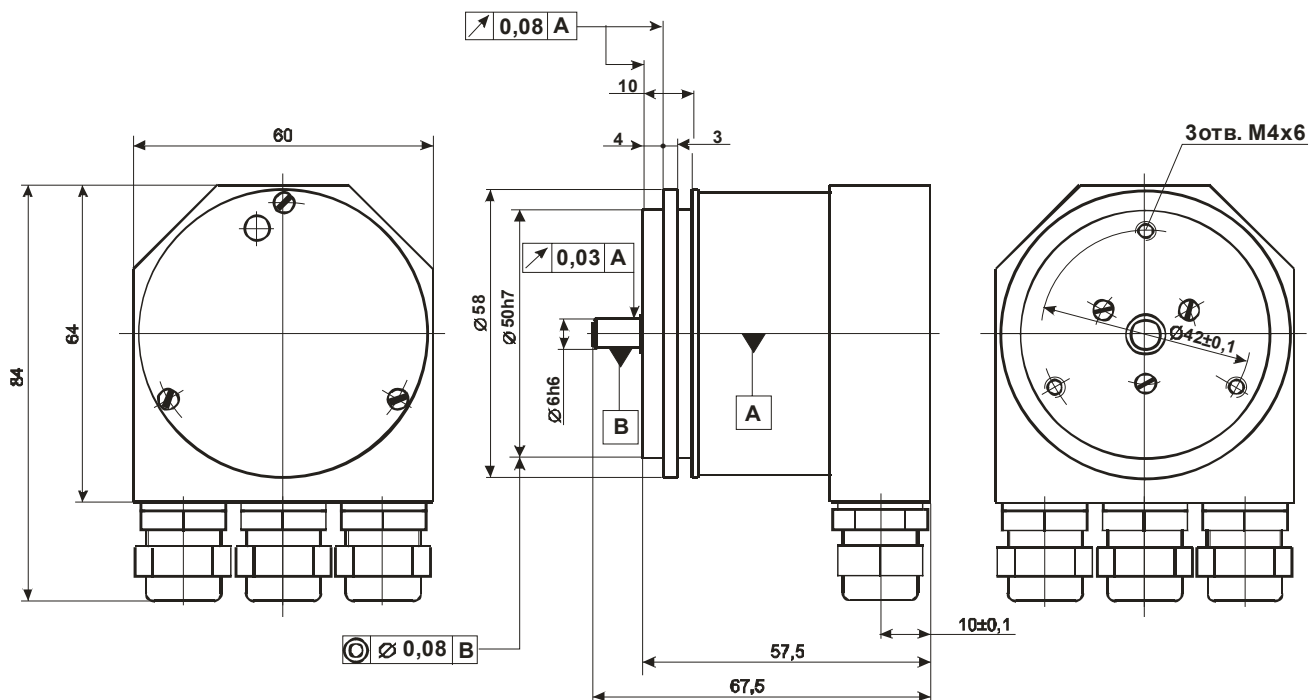
### 6.2 Электрические

Номинальное напряжение питания, В	24
Допустимое напряжение питания, В	от 10 до 30
Ток потребления, мА	80 (при U <sub>пит</sub> =24В)
Рабочая скорость, мин <sup>-1</sup>	3000
Разрешение, бит	от 10 до 17
Выходной код	Двоичный
Присоединение	3 кабельных ввода
Интерфейс	CAN
Протокол обмена данными	CANopen, в соответствии со стандартами CiA DS-301, DS-406
Скорость обмена, бит/сек	10 <sup>*)</sup> , 20, 50, 100, 125, 250, 500, 800, 1000
Устанавливаемый номер CAN-узла	от 1 до 99 посредством переключателей или от 1 до 127 через EEPROM

\*) конфигурируется только через EEPROM.

## Механическое крепление датчика

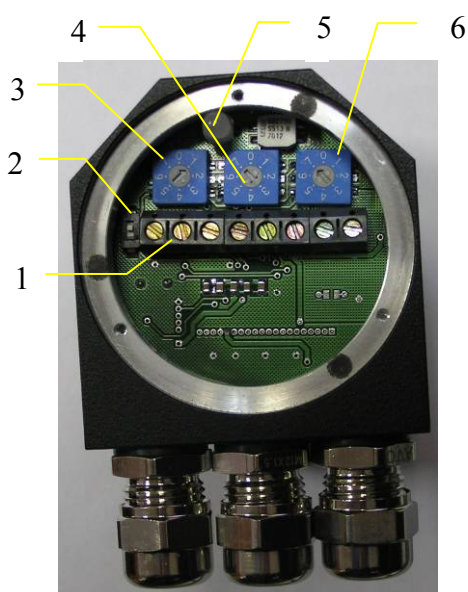
- Соедините вал датчика и вал привода, используя соответствующую муфту. Концы валов не должны соприкасаться. Муфта должна быть способна компенсировать смещения в рабочем диапазоне температур и механических люфтов. Обратите внимание на допуски осевых и радиальных нагрузок на вал и на муфту. Рекомендуемые муфты – ЛИР-801, ЛИР-825.
- Закрепите винтами корпус датчика, используя три крепёжных отверстия на фланце, обратите внимание на размер и длину резьбы (M4x6).
- Затяните винты крепления корпуса и муфты.



## 7 Электрические соединения и установки

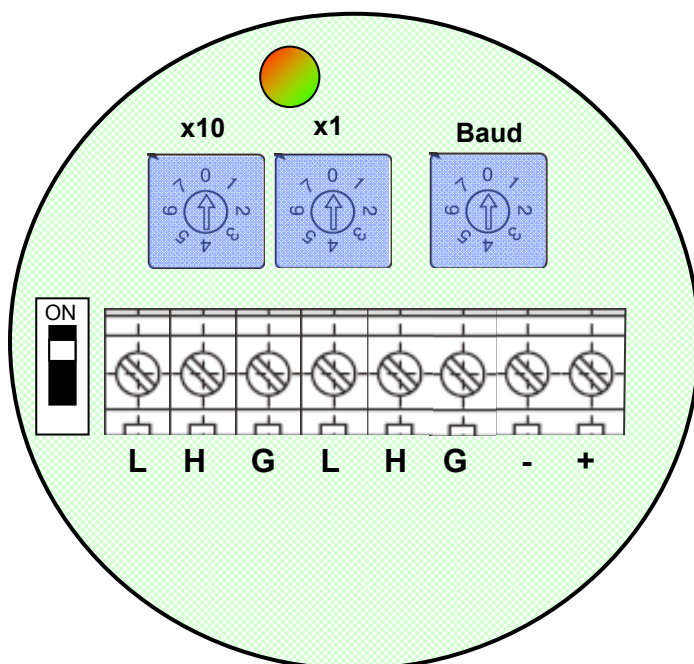
### 7.1 Клеммы и переключатели.

Для электрических присоединений необходимо снять крышку датчика, которая крепится тремя винтами. Доступ к клеммам и переключателям показан на рисунке:



Электрические соединители и установочные переключатели:

- 1 - Клеммная колодка для присоединения к CAN-шине и питанию
- 2 - Выключатель нагрузочного сопротивления
- 3 - Круговые переключатели для
- 4 - установки адреса узла
- 5 - Двухцветный индикатор ошибки и состояния датчика
- 6 - Круговой переключатель установки скорости обмена данными



x10 x1	Круговые переключатели для установки адреса узла
Baud	Круговой переключатель установки скорости обмена данными
L	Контакты подключения линии L CAN-шины
H	Контакты подключения линии H CAN-шины
G	Контакты подключения линии «земля» CAN-шины
-	0 питающего напряжения
+	24 В питающего напряжения

Возможна установка адреса узла в десятичном виде с использованием круговых переключателей, маркированных как “x10” и “x1”. Допустимые адреса – от 1 до 99. Если установлен адрес 0, то используется значения адреса и скорости обмена из энергонезависимой памяти (EEPROM) или значения по умолчанию.

Переключатель “Baud” используется для установки [Индекса скорости передачи](#). Соответствие между индексами и скоростями обмена приведено на стр.15.

Однополюсный **переключатель**, расположенный слева, используется для подключения терминального резистора номиналом 120 Ом в случае, если датчик является последним устройством на CAN-шине.

**Клеммный блок** используется для подключения проводов CAN-линии (три контакта для входного кабеля и три – для выходного), а также для подключения питания отдельным кабелем (два контакта). Обозначения контактов промаркированы на печатной плате, описание см. в таблице на стр.37.

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

ЗЕЛЁНЫЙ	КРАСНЫЙ	Значение
ВЫКЛ	ВЫКЛ	Нет питания
ВКЛ	ВЫКЛ	Рабочий режим
МИГАЕТ	ВЫКЛ	Подготовительный режим
Х	МИГАЕТ	Нет подключения к CAN-шине
ВЫКЛ	ВКЛ	Ошибка EEPROM

## 7.2 Присоединение кабеля.

На датчике расположены три кабельных ввода. Левый и средний вводы предназначены для подключения входного и выходного CAN-кабеля, правый – для кабеля питания. Подсоединять кабели рекомендуется в следующем порядке:

- Зачистите кабель в соответствии с рисунком. Размеры даны в миллиметрах.



- Ослабьте гайку кабельного ввода.
- Вставьте кабель внутрь уплотнения ввода.
- Подключите проводники к соответствующим контактам клеммного блока.
- Затяните гайку кабельного ввода и винты клеммного блока.
- Повторите для оставшихся двух кабелей.

Экран CAN-кабеля следует, в зависимости от конкретной конфигурации CAN-линии, подключить к клеммам земли (G) или соединить с корпусом датчика посредством кабельного ввода.

**Не прилагайте чрезмерных усилий при затяжке винтов клеммного блока!**



Для заметок

---

