



# Изделия IO Remote

Техническое описание

CANopen профиль CiA 401+  
Поддержка EN50325-5

Коды проекта **004\***<sub>h</sub>

Версия устройства **00110012**<sub>h</sub>

Москва, 2018

## Оглавление

<b>1. Основные характеристики изделий.....</b>	<b>4</b>
1.1 Технические данные.....	4
1.2 Назначение переключателей.....	4
1.2.1 Выбор протокола.....	4
1.2.2 Выбор номера CAN узла.....	4
1.2.3 Выбор индекса битовой скорости CAN сети.....	4
1.2.4 Режим очистки энергонезависимой памяти.....	5
1.3 Поддерживаемые CANopen протоколы.....	5
1.4 EDS файлы электронной спецификации устройств.....	6
<b>2. Соглашения по документации.....</b>	<b>7</b>
2.1 Принятые сокращения.....	7
2.2 Обозначение основных типов данных.....	8
2.3 Прочие соглашения.....	8
<b>3. Изменения в версиях изделий.....</b>	<b>9</b>
<b>4. Структура объектного словаря.....</b>	<b>11</b>
<b>5. Коммуникационный профиль CiA 301.....</b>	<b>18</b>
<b>6. Коммуникационный профиль EN50325-5.....</b>	<b>32</b>
6.1 Стандартные объекты EN50325-5.....	32
6.2 Дополнительные объекты безопасного протокола.....	37
<b>7. Работа с устройством по безопасному протоколу.....</b>	<b>39</b>
7.1 Перевод устройства в режим EN50325-5.....	39
7.2 Возврат устройства в режим CiA 301.....	39
7.3 NMT команды в режиме безопасного протокола.....	39
<b>8. Использование нескольких CAN сетей.....</b>	<b>41</b>
8.1 Режим «холодного» резервирования.....	41
<b>9. Прикладной профиль изделий IO Remote.....</b>	<b>42</b>
9.1 Объекты конфигурации устройства.....	42
9.2 Профиль цифрового ввода.....	43
9.2.1 Стандартизированные объекты профиля CiA 401.....	43
9.3 Профиль цифровых счетчиков.....	45
9.3.1 Объекты, определяемые производителем устройства.....	45
9.4 Профиль цифрового вывода.....	47
9.4.1 Стандартизированные объекты профиля CiA 401.....	47
9.4.2 Объекты, определяемые производителем устройства.....	48
9.4.3 Особенности инициализации профиля.....	49
9.4.4 Поведение устройства в режиме ошибки.....	49
9.5 Профиль аналогового ввода 16 разрядов.....	50
9.5.1 Стандартизированные объекты профиля CiA 401.....	50
9.5.2 Объекты, определяемые производителем устройства.....	52
9.6 Профиль аналогового вывода 16 разрядов.....	53
9.6.1 Стандартизированные объекты профиля CiA 401.....	53
9.6.2 Объекты, определяемые производителем устройства.....	54
9.6.3 Особенности инициализации профиля.....	56
9.6.4 Поведение устройства в режиме ошибки.....	56
<b>10. Индикация состояния устройства.....</b>	<b>57</b>
10.1 Зеленый светодиод (работа).....	57
10.2 Красный светодиод (ошибка).....	57
<b>11. Коды ошибок CANopen.....</b>	<b>58</b>
11.1 Коды ошибок при SDO обмене (SDO аборт код).....	58

11.2 Коды ошибок объекта ЕМСУ.....	59
<b>12. Предопределенное распределение идентификаторов.....</b>	<b>61</b>
12.1 Широковещательные объекты.....	61
12.2 Объекты класса равный-к-равному (peer-to-peer).....	61
12.3 Прочие объекты.....	62
12.4 Идентификаторы ограниченного использования.....	62
<b>13. Средства конфигурирования и тестирования.....</b>	<b>63</b>
13.1 Конфигурирование устройства на основе DCF файла.....	63
13.2 Модуль для устройств цифрового ввода-вывода и счетчиков.....	63
13.3 Модуль для устройств аналогового ввода-вывода.....	66
13.3.1 Проверка устройств аналогового ввода-вывода.....	68

## 1. Основные характеристики изделий

### 1.1 Технические данные

Число цифровых входов	--, 8, 16
Число цифровых счетчиков	--, 8, 16
Число цифровых выходов	--, 8, 16
Число аналоговых входов	2, 4, 8
Разрядность аналоговых входов (АЦП)	16
Число аналоговых выходов	2, 4, 8
Разрядность аналоговых выходов (ЦАП)	16
Частота внутреннего CANopen таймера	200 Гц (период 5 мС)
Индикация состояния (SiA 303 ч.3)	Зеленый и красный светодиоды
Сохранение параметров в энергонезависимой памяти	По команде
Поддержка безопасного протокола EN50325-5	Да

### 1.2 Назначение переключателей

#### 1.2.1 Выбор протокола

Осуществляется одиночным ползунковым переключателем.

Значение	Протокол
0 (OFF)	Modbus RTU
1 (ON)	CAN / CANopen

#### 1.2.2 Выбор номера CAN узла

Производится двумя 16-позиционными переключателями, которые определяют значения 4-х младших и 4-х старших бит номера CAN узла.

Значение	Номер CAN узла
0	127
1..127	Номер CAN узла от 1 до 127
128..254	127
255	Очистка энергонезависимой памяти

В случае сохранения номера CAN узла в энергонезависимой памяти (объекты 2110<sub>h</sub> и 1010<sub>h</sub>sub5<sub>h</sub>) его фактическое значение не будет зависеть от состояния переключателей. Начиная с версии 00110011<sub>h</sub> также поддерживаются устройства без аппаратных переключателей. Значение номера CAN узла по умолчанию для таких устройств: 127.

#### 1.2.3 Выбор индекса битовой скорости CAN сети

Выбор индекса битовой скорости CAN сети осуществляется счетверенным ползунковым переключателем. Младший бит индекса задается первым переключателем, старший — четвертым. Нулевое значение бита индекса соответствует состоянию переключателя OFF, единичное — ON.

Значение индекса	Скорость CAN сети
0	1000 Кбит/с
1	800 Кбит/с
2	500 Кбит/с
3	250 Кбит/с
4	125 Кбит/с
6	50 Кбит/с
7	20 Кбит/с
8	10 Кбит/с
15	Очистка энергонезависимой памяти
Другие значения	500 Кбит/с

В случае сохранения индекса битовой скорости в энергонезависимой памяти (объекты 211<sub>h</sub> и 1010<sub>h</sub>sub6<sub>h</sub>) его фактическое значение не будет зависеть от состояния переключателей. Начиная с версии 00110011<sub>h</sub> также поддерживаются устройства без аппаратных переключателей. Значение индекса битовой скорости по умолчанию для таких устройств: 2 (500 Кбит/с).

#### 1.2.4 Режим очистки энергонезависимой памяти

Для очистки энергонезависимой памяти с помощью переключателей должны быть установлены значения номера CAN узла 255 (FF<sub>h</sub>) и индекса битовой скорости CAN сети 15 (F<sub>h</sub>). При запуске устройства в режиме очистки загораются одновременно красный и зеленый светодиоды Status. Для возврата устройства в штатный режим нужно установить требуемые значения переключателей и перезапустить устройство (отключить и включить питание).

Для устройств без аппаратных переключателей режим очистки энергонезависимой памяти не поддерживается. Значения параметров по умолчанию могут быть восстановлены только программно посредством объектов 1011<sub>h</sub>sub[1<sub>h</sub>..6<sub>h</sub>].

### 1.3 Поддерживаемые CANopen протоколы

Протокол	Тип обмена	Варианты протокола
SDO	сервер	ускоренный, сегментированный.
PDO PDO RTR	поставщик, потребитель	периодический синхронный; аперiodический синхронный; синхронный с удаленным запросом; асинхронный с удаленным запросом; асинхронный по событию в устройстве.
SYNC	поставщик, потребитель	Без SYNC счетчика: SYNC кадры с длиной данных 0 байт. С использованием SYNC счетчика: SYNC кадры с длиной данных 1 байт (CiA 301 v. 4.2).
EMCY	поставщик	
NMT	потребитель	запуск устройства;

		останов устройства; переход в пред-операционное состояние; полная инициализация устройства; инициализация коммуникационной подсистемы устройства.
Контроль ошибок	поставщик	протокол загрузки; протокол сердцебиения; протокол охраны узла.
EN 50325-5	поставщик, потребитель	в устройстве поддерживаются два SRDO объекта.

#### 1.4 EDS файлы электронной спецификации устройств

Устройство	Имя EDS файла
Цифровой ввод: 16 входов	IOremote_DI_CiA401_EN50325-5_16in_16counters.eds
Цифровой вывод: 16 выходов	IOremote_DO_CiA401_EN50325-5_16out.eds
Цифровой ввод-вывод: 8 входов, 8 выходов	IOremote_DIO_CiA401_EN50325-5_8in_8counters_8out.eds
Аналоговый ввод: 8 входов 16 разрядов	IOremote_AI_CiA401_EN50325-5_8in_16bit.eds
Аналоговый вывод: 8 выходов 16 разрядов	IOremote_AO_CiA401_EN50325-5_8out_16bit.eds
Аналоговый ввод-вывод: 4 входа, 2 выхода 16 разрядов	IOremote_AIO_CiA401_EN50325-5_4in_2out_16bit.eds

## 2. Соглашения по документации

В семействе изделий IO Remote реализован прикладной CANopen профиль для модулей цифрового и аналогового ввода-вывода CiA 401 с расширениями. Изделия разработаны на основе стандартов международных организаций [CAN in Automation](#) и [CENELEC](#).

<b>CiA 301</b>	v. 4.2	Спецификация прикладного уровня и коммуникационного профиля CAN, определяющая функциональность CANopen устройств.
<b>EN 50325-5</b>	2010	Функционально безопасные коммуникации на основе CANopen.
<b>CiA 303 ч. 3</b>	v. 1.4	Проектные рекомендации по использованию светодиодов.
<b>CiA 306</b>	v. 1.3	Формат и содержимое электронных спецификаций (EDS, DCF), применяемых в конфигурационном инструментарии.
<b>CiA 401</b>	v. 3.0	CANopen профиль для модулей ввода-вывода общего назначения. Определяет цифровые и аналоговые устройства ввода-вывода.

Эталонной технологической силой обладают исключительно оригинальные версии стандартов, которые составлены на английском языке: © CAN in Automation (CiA) e. V.; © CENELEC. Переводы стандартов носят справочно-рекомендательный характер.

### 2.1 Принятые сокращения

<b>CiA</b>	Международная организация CAN in Automation - "CAN в автоматизации".
<b>CAN-ID</b>	Идентификатор CAN кадра канального уровня.
<b>COB-ID</b>	Идентификатор коммуникационного объекта CANopen.
<b>NMT</b>	Сетевой менеджер: определяет объекты управления CANopen сетью.
<b>PDO</b>	Объект данных процесса; обеспечивает обмен компактными данными (до 8 байт) в режиме жесткого реального времени.
<b>RTR</b>	Удаленный запрос объекта.
<b>SDO</b>	Сервисный объект данных; обеспечивает обмен большими объемами данных в режиме мягкого реального времени.
<b>EDS</b>	Файл электронной спецификации устройства.
<b>DCF</b>	Файл описания конфигурации устройства.
<b>LSB</b>	Наименее значимый (младший) бит или байт.
<b>MSB</b>	Наиболее значимый (старший) бит или байт.
<b>RO</b>	Доступ только по чтению.
<b>WO</b>	Доступ только по записи.
<b>RW</b>	Доступ по чтению и записи.
<b>RWR</b>	Доступ по чтению и записи, асинхронный доступ по чтению (для PDO и SRDO).
<b>RWW</b>	Доступ по чтению и записи, асинхронный доступ по записи (для PDO и SRDO).
<b>GFC</b>	Широковещательная команда прекращения безопасного протокола и перевода устройства в безопасное состояние по прикладному профилю.

<b>SCL</b>	Безопасный коммуникационный уровень.
<b>SCT</b>	Длительность цикла безопасности.
<b>SR</b>	Относящийся к безопасному протоколу EN50325-5.
<b>SRD</b>	Устройство с поддержкой безопасности.
<b>SRDO</b>	Безопасный объект данных.
<b>SRVT</b>	Время достоверности безопасного объекта данных.

Для подробного ознакомления с терминологией рекомендуется использовать CAN словарь, изданный на русском языке организацией CAN in Automation. Электронная версия словаря размещена [здесь](#).

## 2.2 Обозначение основных типов данных

<b>boolean</b>	Логическое значение true/false.
<b>integer8</b>	Целое 8 бит со знаком.
<b>unsigned8</b>	Беззнаковое целое 8 бит.
<b>integer16</b>	Целое 16 бит со знаком.
<b>unsigned16</b>	Беззнаковое целое 16 бит.
<b>integer32</b>	Целое 32 бита со знаком.
<b>unsigned32</b>	Беззнаковое целое 32 бита.
<b>integer64</b>	Целое 64 бита со знаком.
<b>unsigned64</b>	Беззнаковое целое 64 бита.
<b>real32</b>	32-х разрядное с плавающей точкой.
<b>real64</b>	64-х разрядное с плавающей точкой.
<b>vis-string</b>	Строка видимых ASCII символов (коды 0 и 20 <sub>h</sub> ..7E <sub>h</sub> ).
<b>octet-string</b>	Байтовая строка (коды 0..255).

## 2.3 Прочие соглашения

1. В словах данных наименее значимым (младшим) считается нулевой бит.

### 3. Изменения в версиях изделий

Версия устройства, определяемая производителем (revision number), размещается в объекте 1018<sub>h</sub>sub3<sub>h</sub>.

#### **Версия 00020001<sub>h</sub>.**

Введена возможность сохранения/восстановления номера CAN узла и индекса битовой скорости устройства. При этом используются объекты 1010<sub>h</sub>sub5<sub>h</sub>, 1011<sub>h</sub>sub5<sub>h</sub> и 1010<sub>h</sub>sub6<sub>h</sub>, 1011<sub>h</sub>sub6<sub>h</sub>.

#### **Версия 00020004<sub>h</sub>.**

Введена возможность очистки энергонезависимой памяти. Для этого с помощью переключателей нужно установить значения номера CAN узла 255 (FF<sub>h</sub>) и индекса битовой скорости CAN сети 15 (F<sub>h</sub>).

#### **Версия 00030005<sub>h</sub>.**

Устройство поддерживает версию 4.2 стандарта CiA 301 от 07 декабря 2007 г. Введен SYNC счетчик и два типа SYNC кадров с длиной данных 0 и 1 байт. Реализован объект 1019<sub>h</sub> (значение переполнения для SYNC счетчика) и субиндекс 6 в TPDO (начальное значение SYNC счетчика).

Для профилей аналогового ввода добавлены объекты в формате с плавающей точкой (6403<sub>h</sub>, 642E<sub>h</sub>, 642F<sub>h</sub>).

#### **Версия 00030006<sub>h</sub>.**

Внесены изменения в поведение аналоговых и цифровых выходов устройства при его нахождении в режиме ошибки.

#### **Версия 00040006<sub>h</sub>.**

Введен режим автоматического сброса короткого замыкания цифровых выходов с обнулением бита 1 (ток) регистра ошибок (объект 1001<sub>h</sub>).

При выходе устройства из режима ошибки регистр ошибок (объект 1001<sub>h</sub>) сбрасывается в ноль.

#### **Версия 00050007<sub>h</sub>.**

Для каждого цифрового входа задействован отдельный 32 разрядный счетчик импульсов. Сформирован профиль цифровых счетчиков как расширение профиля цифрового ввода. Соответственно, для таких устройств изменен код изделия, задаваемый производителем (объект 1018<sub>h</sub>sub2<sub>h</sub>).

Изменено значение кода ошибки для EMCY «устройство находится в режиме ошибки».

#### **Версия 00060007<sub>h</sub>.**

Устройство реализовано с использованием версии 2.3 CANopen библиотеки.

### **Версия 00070008h.**

Для устройств цифрового вывода расширена функциональность объекта 2011<sub>h</sub> (время подавления посылок ЕМСУ). Добавлен объект 2012<sub>h</sub>, который задает маску выдачи ЕМСУ при КЗ цифровых выходов.

Для устройств аналогового ввода-вывода изменено назначение субиндексов объекта 2000<sub>h</sub> (аппаратная конфигурация). Добавлены объекты конфигурации 2001<sub>h</sub> и 2002<sub>h</sub>.

Для устройств аналогового вывода добавлен объект 2018<sub>h</sub> (состояние аналоговых выходов) и 2019<sub>h</sub> (время подавления посылок ЕМСУ при ошибке аналоговых выходов). Добавлены объекты 201A<sub>h</sub> и 201B<sub>h</sub>, которые задают маску выдачи ЕМСУ соответственно при КЗ и обрыве цепи аналоговых выходов.

### **Версия 00080009h.**

Устройство реализовано на основе версии 3.0 стандарта CiA 401.

Добавлен код ошибки 0080<sub>h</sub>: при переходе устройства в операционное NMT состояние общее прерывание для аналоговых входов или счетчиков (объекты 6423<sub>h</sub>, 2423<sub>h</sub>) запрещено.

Маска выходного фильтра (объект 6208<sub>h</sub>) исключена из списка объектов, которые могут быть сохранены в энергонезависимой памяти.

### **Версия 00090009h.**

Состояние PDO (действительно / не действительно) поддерживается вне зависимости от NMT состояния CAN узла.

### **Версия 0009000Ah.**

Внесены изменения в алгоритм работы с энергонезависимой памятью микроконтроллера.

### **Версия 000A000Ah.**

Предупреждения (ошибки с кодами 0001<sub>h</sub>..00FF<sub>h</sub>) также заносятся в список предопределенных ошибок (объект 1003<sub>h</sub>).

Допустимые значения объекта 6443<sub>h</sub> (режим ошибки для аналоговых выходов) ограничены нулем и единицей. В прежних версиях значения больше единицы были также допустимы и интерпретировались как ноль.

### **Версия 00100010h.**

Устройство реализовано с использованием версии 3.0 CANopen библиотеки. Добавлено расширение CANopen с поддержкой режимов безопасности на основе стандарта EN 50325-5: функционально безопасные коммуникации. Возможна работа по нескольким CAN шинам (до восьми) в режиме "холодного" резервирования.

### **Версия 00110011h.**

Сформированы устройства, которые поддерживают как аналоговые входы, так и аналоговые выходы. Добавлен объект конфигурации 2008<sub>h</sub>.

Обеспечена поддержка устройств без аппаратных переключателей для задания номера CAN узла и индекса битовой скорости CAN сети. Значения этих параметров устанавливаются программно (объекты 2110<sub>h</sub> и 2111<sub>h</sub>).

## 4. Структура объектного словаря

В таблице приведена общая структура объектного словаря изделий, согласно электронной спецификации устройства (EDS файл). Детальное описание объектов приведено в последующих разделах.

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Тип или диапазон данных	Тип доступа	PDO Srd	Сохранение
0002	-	Объект определения типа integer8 Используется в качестве объекта заполнения PDO	integer8	RWR RWW	да	---
0003	-	Объект определения типа integer16 Используется в качестве объекта заполнения PDO	integer16	RWR RWW	да	---
0004	-	Объект определения типа integer32 Используется в качестве объекта заполнения PDO	integer32	RWR RWW	да	---
0005	-	Объект определения типа unsigned8 Используется в качестве объекта заполнения PDO	unsigned8	RWR RWW	да	---
0006	-	Объект определения типа unsigned16 Используется в качестве объекта заполнения PDO	unsigned16	RWR RWW	да	---
0007	-	Объект определения типа unsigned32 Используется в качестве объекта заполнения PDO	unsigned32	RWR RWW	да	---
1000	-	Тип устройства	unsigned32	RO	-	-
1001	-	Регистр ошибок	unsigned8	RO	да	-
1002	-	Регистр статуса от производителя устройства	unsigned32	RO	да	-
1003	---	Список предопределенных ошибок	массив	---	---	---
1003	0	Число зарегистрированных ошибок	0-8	RW	-	-
1003	1-8	Поле описания ошибки	unsigned32	RO	-	-
1005	-	COB-ID объекта синхронизации SYNC	unsigned32	RW	-	com *
1006	-	Период объекта синхронизации в микросекундах	unsigned32	RW	-	com
1007	-	Окно синхронизации в микросекундах	unsigned32	RW	-	com
1008	-	Название устройства от производителя	vis-string	RO	-	-
1009	-	Версия «железа» устройства от производителя	vis-string	RO	-	-
100A	-	Версия программного обеспечения устройства от производителя	vis-string	RO	-	-
100C	-	Охранное время в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
100D	-	Множитель времени жизни	unsigned8	RW	-	com
1010	---	Сохранение параметров в энергонезависимой памяти	массив	---	---	---
1010	0	Число субиндексов параметра	6	RO	-	-
1010	1	Сохранить параметры	unsigned32	RW	-	-
1010	2	Сохранить коммуникационные параметры	unsigned32	RW	-	-
1010	3	Сохранить параметры приложения	unsigned32	RW	-	-
1010	4	---	unsigned32	RW	-	-
1010	5	Сохранить номер CAN узла устройства	unsigned32	RW	-	-
1010	6	Сохранить индекс битовой скорости устройства	unsigned32	RW	-	-
1011	---	Восстановление значений параметров по умолчанию	массив	---	---	---
1011	0	Число субиндексов параметра	6	RO	-	-
1011	1	Восстановить значения по умолчанию для параметров	unsigned32	RW	-	-
1011	2	Восстановить значения по умолчанию для коммуникационных параметров	unsigned32	RW	-	-
1011	3	Восстановить значения по умолчанию для параметров приложения	unsigned32	RW	-	-
1011	4	Восстановить значения по умолчанию для параметров: 1005 <sub>h</sub> , 1014 <sub>h</sub> , 1400 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub> , 1401 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub> , 1402 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub> , 1403 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub> , 1800 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub> , 1801 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub> , 1802 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub> , 1803 <sub>h</sub> sub1 <sub>h</sub>	unsigned32	RW	-	-
1011	5	Восстановить номер CAN узла по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	6	Восстановить индекс битовой скорости по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1014	-	COB-ID объекта EMCY	unsigned32	RW	-	com *
1015	-	Время подавления посылок EMCY, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	com

Марафон. Изделия IO Remote, версия 00110012h. 06 апреля 2018 г.

<b>1017</b>	-	Период сердцебиения в миллисекундах (поставщик)	unsigned16	RW	-	com
<b>1018</b>	---	Объект идентификации устройства	запись	---	---	---
1018	0	Число субиндексов объекта идентификации	4	RO	-	-
1018	1	Уникальный код, присвоенный производителю устройства	unsigned32	RO	-	-
1018	2	Код изделия, задаваемый производителем устройства	unsigned32	RO	-	-
1018	3	Версия устройства, задаваемая производителем	unsigned32	RO	-	-
1018	4	Серийный номер устройства, задаваемый производителем	unsigned32	RO	-	-
<b>1019</b>	-	Значение переполнения SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	com
<b>1029</b>	---	Поведение CAN устройства при возникновении ошибок	массив	---	---	---
1029	0	Число классов ошибок	1	RO	-	-
1029	1	Поведение при коммуникационной ошибке	unsigned8	RW	-	com
<b>11F0</b>	---	Параметры CAN сетей	массив	---	---	---
11F0	0	Число параметров CAN сетей	4	RO	-	-
11F0	1	Битовая маска физических CAN сетей	unsigned8	RO	-	-
11F0	2	Битовая маска свободных CAN сетей	unsigned8	RO	-	-
11F0	3	Битовая маска рабочих CAN сетей	unsigned8	RO	-	-
11F0	4	Номер активной CAN сети (0-7)	unsigned8	RO	-	-
<b>1200</b>	---	SDO параметры сервера	запись	---	---	---
1200	0	Число субиндексов SDO параметра	2	RO	-	-
1200	1	COB-ID от Клиента → Серверу (прием)	unsigned32	RO	-	-
1200	2	COB-ID от Сервера → Клиенту (передача)	unsigned32	RO	-	-
<b>1300</b>	-	Статус широкополосной GFC команды	unsigned8	RO	-	-
<b>1301</b>	---	Коммуникационный параметр первого SRDO	запись	---	---	---
1301	0	Число субиндексов SRDO параметра	6	RO	-	-
1301	1	Направление передачи SRDO	unsigned8	RO/RW	-	-
1301	2	Период обновления передаваемого SRDO Охранное время цикла безопасности для принимаемого SRDO	unsigned16	RO/RW	-	-
1301	3	Время достоверности SRVT для принимаемого SRDO	unsigned8	RO/RW	-	-
1301	4	Тип передачи SRDO	unsigned8	RO/RW	-	-
1301	5	COB-ID 1 (SRDO в основном формате)	unsigned32	RO/RW	-	-
1301	6	COB-ID 2 (SRDO в побитно-инвертированном формате)	unsigned32	RO/RW	-	-
<b>1302</b>	---	Коммуникационный параметр второго SRDO	запись	---	---	---
1302	0	Число субиндексов SRDO параметра	6	RO	-	-
1302	1	Направление передачи SRDO	unsigned8	RO/RW	-	-
1302	2	Период обновления передаваемого SRDO Охранное время цикла безопасности для принимаемого SRDO	unsigned16	RO/RW	-	-
1302	3	Время достоверности SRVT для принимаемого SRDO	unsigned8	RO/RW	-	-
1302	4	Тип передачи SRDO	unsigned8	RO/RW	-	-
1302	5	COB-ID 1 (SRDO в основном формате)	unsigned32	RO/RW	-	-
1302	6	COB-ID 2 (SRDO в побитно-инвертированном формате)	unsigned32	RO/RW	-	-
<b>1381</b>	---	Параметры отображения SRDO 1	массив	---	---	---
1381	0	Удвоенное число прикладных объектов	0-16	RO/RW	-	-
1381	1-16	Отображаемые SRDO объекты: нечётные субиндексы — в основном формате, чётные субиндексы — в побитно-инвертированном формате	unsigned32	RO/RW	-	-
<b>1382</b>	---	Параметры отображения SRDO 2	массив	---	---	---
1382	0	Удвоенное число прикладных объектов	0-16	RO/RW	-	-
1382	1-16	Отображаемые SRDO объекты: нечётные субиндексы — в основном формате, чётные субиндексы — в побитно-инвертированном формате	unsigned32	RO/RW	-	-
<b>13E0</b>	-	Дополнительные параметры GFC команды	unsigned8	RO/RW	-	-
<b>13E1</b>	-	Рабочий статус безопасного протокола	unsigned8	RO	-	-
<b>13FE</b>	-	Конфигурация SRD устройства достоверна	unsigned8	RO/RW	-	-
<b>13FF</b>	---	Подписи SRDO параметров	массив	---	---	---
13FF	0	Число SRDO	2	RO	-	-
13FF	1-2	Подпись (CRC) SRDO параметров	unsigned16	RO/RW	-	-
<b>1400</b>	---	Коммуникационные параметры принимаемого PDO 1 (RPDO 1)	запись	---	---	---

1400	0	Число субиндексов RPDO параметра	5	RO	-	-
1400	1	COB-ID RPDO 1	unsigned32	RW	-	com *
1400	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	com
1400	3	Время подавления PDO посылок. Не используется для RPDO.	unsigned16	RW	-	-
1400	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1400	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
<b>1401</b>	---	Коммуникационные параметры принимаемого PDO 2 (RPDO 2)	запись	---	---	---
1401	0	Число субиндексов RPDO параметра	5	RO	-	-
1401	1	COB-ID RPDO 2	unsigned32	RW	-	com *
1401	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	com
1401	3	Время подавления PDO посылок. Не используется для RPDO.	unsigned16	RW	-	-
1401	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1401	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
<b>1402</b>	---	Коммуникационные параметры принимаемого PDO 3 (RPDO 3)	запись	---	---	---
1402	0	Число субиндексов RPDO параметра	5	RO	-	-
1402	1	COB-ID RPDO 3	unsigned32	RW	-	com *
1402	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	com
1402	3	Время подавления PDO посылок. Не используется для RPDO.	unsigned16	RW	-	-
1402	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1402	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
<b>1403</b>	---	Коммуникационные параметры принимаемого PDO 4 (RPDO 4)	запись	---	---	---
1403	0	Число субиндексов RPDO параметра	5	RO	-	-
1403	1	COB-ID RPDO 4	unsigned32	RW	-	com *
1403	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	com
1403	3	Время подавления PDO посылок. Не используется для RPDO.	unsigned16	RW	-	-
1403	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1403	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
<b>1600</b>	---	Параметр отображения RPDO 1	запись	---	---	---
1600	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	com
1600	1-8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>1601</b>	---	Параметр отображения RPDO 2	запись	---	---	---
1601	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1601	1-8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>1602</b>	---	Параметр отображения RPDO 3	запись	---	---	---
1602	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1602	1-8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>1603</b>	---	Параметр отображения RPDO 4	запись	---	---	---
1603	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1603	1-8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>1800</b>	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 1 (TPDO 1)	запись	---	---	---
1800	0	Число субиндексов TPDO параметра	6	RO	-	-
1800	1	COB-ID TPDO 1	unsigned32	RW	-	com *
1800	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	com
1800	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	com
1800	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1800	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
1800	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	com
<b>1801</b>	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 2 (TPDO 2)	запись	---	---	---
1801	0	Число субиндексов TPDO параметра	6	RO	-	-
1801	1	COB-ID TPDO 2	unsigned32	RW	-	com *
1801	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	com
1801	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	com
1801	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1801	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
1801	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	com

<b>1802</b>	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 3 (TPDO3)	запись	---	---	---
1802	0	Число субиндексов TPDO параметра	6	RO	-	-
1802	1	COB-ID TPDO3	unsigned32	RW	-	com*
1802	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	com
1802	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	com
1802	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1802	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
1802	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	com
<b>1803</b>	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 4 (TPDO 4)	запись	---	---	---
1803	0	Число субиндексов TPDO параметра	6	RO	-	-
1803	1	COB-ID TPDO 4	unsigned32	RW	-	com*
1803	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	com
1803	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	com
1803	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1803	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	com
1803	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	com
<b>1A00</b>	---	Параметр отображения TPDO 1	запись	---	---	---
1A00	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A00	1-8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>1A01</b>	---	Параметр отображения TPDO 2	запись	---	---	---
1A01	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A01	1-8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>1A02</b>	---	Параметр отображения TPDO 3	запись	---	---	---
1A02	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A02	1-8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>1A03</b>	---	Параметр отображения TPDO 4	запись	---	---	---
1A03	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A03	1-8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
<b>2000</b>	---	Аппаратная конфигурация устройства	массив	---	---	---
2000	0	Число конфигурационных параметров	4, 7	RO	-	-
2000	1	Число входных цифровых блоков по 8 бит	unsigned8	RO	-	-
2000	2	Число выходных цифровых блоков по 8 бит	unsigned8	RO	-	-
2000	3	Число аналоговых входов	unsigned8	RO	-	-
2000	4	Число аналоговых выходов	unsigned8	RO	-	-
2000	5	Индекс типа устройства аналогового ввода-вывода	unsigned8	RO	-	-
2000	6	Разрядность аналоговых входов	unsigned8	RO	-	-
2000	7	Разрядность аналоговых выходов	unsigned8	RO	-	-
<b>2001</b>	---	Индекс диапазона аналогового ввода	массив	---	---	---
2001	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
2001	1-8	Индекс диапазона для аналоговых входов 1-8	unsigned8	RO	-	-
<b>2002</b>	---	Индекс частоты выборки (сэмплирования) для АЦП аналоговых входов	массив	---	---	---
2002	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
2002	1-8	Индекс частоты выборки для АЦП аналоговых входов 1-8	unsigned8	RO	-	-
<b>2008</b>	---	Индекс диапазона аналогового вывода	массив	---	---	---
2008	0	Число аналоговых выходов	8	RO	-	-
2008	1-8	Индекс диапазона для аналоговых выходов 1-8	unsigned8	RO	-	-
<b>2010</b>	---	Состояние цифровых выходов по 8 бит	массив	---	---	---
2010	0	Число цифровых выходов по 8 бит	1-2	RO	-	-
2010	1-2	Состояние цифровых выходов	unsigned8	RO	-	-
<b>2011</b>	-	Время подавления посылок EMCY при КЗ цифровых выходов	unsigned16	RW	-	com
<b>2012</b>	---	Маска формирования EMCY при КЗ для цифровых выходов по 8 бит	массив	---	---	---
2012	0	Число цифровых выходов по 8 бит	1-2	RO	-	-
2012	1-2	Маска формирования EMCY	unsigned8	RW	-	com
<b>2018</b>	-	Состояние аналоговых выходов	unsigned8	RO	-	-
<b>2019</b>	-	Время подавления посылок EMCY для аналоговых выходов	unsigned16	RW	-	com
<b>201A</b>	---	Маска формирования EMCY при КЗ для аналоговых выходов	unsigned8	RW	-	com

<b>201B</b>	---	Маска формирования ЕМСУ при обрыве цепи для аналоговых выходов	unsigned8	RW	-	com
<b>2020</b>	---	Сопоставление физических и логических счетчиков	массив	---	---	---
2020	0	Число логических счетчиков	6	RO	-	-
2020	1-6	Номер физического счетчика	unsigned8	RW	-	-
<b>2021</b>	---	Значения логических счетчиков	массив	---	---	---
2021	0	Число логических счетчиков	6	RO	-	-
2021	1-6	Значение логического счетчика	unsigned32	RO	да	-
<b>2022</b>	-	Маска сброса (обнуления) физических счетчиков	unsigned16	WO	да	-
<b>2030</b>	---	Индекс таймера скорости изменения значения ЦАП	массив	---	---	---
2030	0	Число аналоговых выходов	8	RO	-	-
2030	1-8	Индекс таймера скорости изменения значения ЦАП для аналоговых выходов 1-8	unsigned8	RW	-	app
<b>2031</b>	---	Индекс шага скорости изменения значения ЦАП	массив	---	---	---
2031	0	Число аналоговых выходов	8	RO	-	-
2031	1-8	Индекс шага скорости изменения значения ЦАП для аналоговых выходов 1-8	unsigned8	RW	-	app
<b>2110</b>	-	Номер CAN узла для сохранения в энергонезависимой памяти	unsigned8	RW	-	sub5
<b>2111</b>	-	Индекс битовой скорости для сохранения в энергонезависимой памяти	unsigned8	RW	-	sub6
<b>2402</b>	---	Чтение и переустанов физических счетчиков	массив	---	---	---
2402	0	Число физических счетчиков	8, 16	RO	-	-
2402	1-16	Чтение и переустанов физических счетчиков 1-16	unsigned32	RW	-	-
<b>2421</b>	---	Маска разрешения прерывания для физических счетчиков	массив	---	---	---
2421	0	Число физических счетчиков	8, 16	RO	-	-
2421	1-16	Маска разрешения прерывания для физических счетчиков 1-16	unsigned8	RW	-	app
<b>2422</b>	---	Маска счетчиков для которых произошло прерывание. Каждому счетчику сопоставлен один бит маски.	массив	---	---	---
2422	0	Число 32-разрядных банков источников прерывания счетчиков	1	RO	-	-
2422	1	Первый банк источников прерывания для счетчиков 1-16	unsigned32	RO	-	-
<b>2423</b>	-	Общее разрешение прерывания для счетчиков	boolean	RW	-	com
<b>2424</b>	---	Верхняя уставка прерывания для физических счетчиков	массив	---	---	---
2424	0	Число физических счетчиков	8, 16	RO	-	-
2424	1-16	Верхняя уставка прерывания для физических счетчиков 1-16	unsigned32	RW	-	app
<b>2426</b>	---	Уставка разности возникновения прерывания для физических счетчиков.	массив	---	---	---
2426	0	Число физических счетчиков	8, 16	RO	-	-
2426	1-16	Уставка разности возникновения прерывания для физических счетчиков 1-16	unsigned32	RW	-	app
<b>6000</b>	---	Чтение цифровых входов по 8 бит	массив	---	---	---
6000	0	Число цифровых входов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6000	1-2	Чтение цифровых входов, всего до 16 бит	unsigned8	RO	да	-
<b>6002</b>	---	Инверсия уровня цифровых входов по 8 бит	массив	---	---	---
6002	0	Число цифровых входов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6002	1-2	Инверсия уровня цифровых входов, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	app
<b>6005</b>	-	Общее разрешение прерывания для цифровых входов	boolean	RW	-	com
<b>6006</b>	---	Маска прерывания по любому изменению логического уровня 8 битовых входов	массив	---	---	---
6006	0	Число цифровых входов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6006	1-2	Маски прерывания по любому изменению, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	app
<b>6007</b>	---	Маска прерывания по изменению уровня 8 битовых входов с логического нуля на логическую единицу	массив	---	---	---
6007	0	Число цифровых входов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6007	1-2	Маски прерывания по изменению 0 → 1, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	app
<b>6008</b>	---	Маска прерывания по изменению уровня 8 битовых входов с логической единицы на логический ноль	массив	---	---	---
6008	0	Число цифровых входов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6008	1-2	Маска прерывания по изменению 1 → 0, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	app
<b>6200</b>	---	Запись цифровых выходов по 8 бит	массив	---	---	---
6200	0	Число цифровых выходов по 8 бит	1-2	RO	-	-

6200	1-2	Запись цифровых выходов, всего до 16 бит	unsigned8	RWW	да	app
<b>6202</b>	---	Инверсия уровня цифровых выходов по 8 бит	массив	---	---	---
6202	0	Число цифровых выходов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6202	1-2	Инверсия уровня цифровых выходов, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	app
<b>6206</b>	---	Режим ошибки для цифровых выходов по 8 бит	массив	---	---	---
6206	0	Число цифровых выходов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6206	1-2	Режим ошибки цифровых выходов, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	app
<b>6207</b>	---	Значение при возникновении ошибки для выходов по 8 бит	массив	---	---	---
6207	0	Число цифровых выходов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6207	1-2	Значение при ошибке для цифровых выходов, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	app
<b>6208</b>	---	Маска фильтра для выходов по 8 бит	массив	---	---	---
6208	0	Число цифровых выходов по 8 бит	1-2	RO	-	-
6208	1-2	Маска фильтра для цифровых выходов, всего до 16 бит	unsigned8	RW	-	-
<b>6401</b>	---	Чтение 16-разрядных аналоговых входов	массив	---	---	---
6401	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
6401	1-8	Чтение 16-разрядных аналоговых входов 1-8	integer16	RO	да	-
<b>6403</b>	---	Чтение аналоговых входов в формате с плавающей точкой	массив	---	---	---
6403	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
6403	1-8	Чтение аналоговых входов 1-8 в формате с плавающей точкой	real32	RO	да	-
<b>6411</b>	---	Запись 16-разрядных аналоговых выходов	массив	---	---	---
6411	0	Число аналоговых выходов	8	RO	-	-
6411	1-8	Запись 16-разрядных аналоговых выходов 1-8	integer16	RWW	да	app
<b>6421</b>	---	Маска разрешения прерывания для аналоговых входов	массив	---	---	---
6421	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
6421	1-8	Маска разрешения прерывания для аналоговых входов 1-8	unsigned8	RW	-	app
<b>6422</b>	---	Маска аналоговых входов, по которым произошло прерывание. Каждому аналоговому каналу сопоставлен один бит маски.	массив	---	---	---
6422	0	Число 32-разрядных банков источников прерывания	1	RO	-	-
6422	1	Первый банк источников прерывания аналоговых входов 1-8	unsigned32	RO	-	-
<b>6423</b>	-	Общее разрешение прерывания для аналоговых входов	boolean	RW	-	com
<b>6424</b>	---	Целочисленная верхняя уставка возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6424	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
6424	1-8	Значение верхней уставки для аналоговых входов 1-8	integer32	RW	-	app
<b>6425</b>	---	Целочисленная нижняя уставка возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6425	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
6425	1-8	Значение нижней уставки для аналоговых входов 1-8	integer32	RW	-	app
<b>6426</b>	---	Без-знаковая уставка абсолютной разности возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6426	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
6426	1-8	Значение уставки абсолютной разности аналоговых входов 1-8	unsigned32	RW	-	app
<b>642E</b>	---	Величина смещения для аналоговых данных в формате с плавающей точкой	массив	---	---	---
642E	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
642E	1-8	Величина смещения для аналоговых входов 1-8	real32	RW	-	app
<b>642F</b>	---	Масштабирующий множитель для аналоговых данных в формате с плавающей точкой	массив	---	---	---
642F	0	Число аналоговых входов	8	RO	-	-
642F	1-8	Масштабирующий множитель для аналоговых входов 1-8	real32	RW	-	app
<b>6443</b>	---	Режим ошибки для аналоговых выходов	массив	---	---	---
6443	0	Число аналоговых выходов	8	RO	-	-
6443	1-8	Режим ошибки для аналоговых выходов 1-8	unsigned8	RW	-	app
<b>6444</b>	---	Целочисленное значение аналоговых выходов при ошибке	массив	---	---	---
6444	0	Число аналоговых выходов	8	RO	-	-
6444	1-8	Целочисленное значение аналоговых выходов 1-8 при ошибке	integer32	RW	-	app

*Примечания.*

1. В таблице приведены все возможные объекты устройств. В конкретных реализациях изделия часть объектов может отсутствовать.

2. Возможность сохранения в энергонезависимой памяти для коммуникационных параметров отмечена словом **com**, для параметров приложения - **app**. Дополнительным символом \* отмечены коммуникационные параметры, значения по умолчанию которых могут быть восстановлены отдельно.
3. Тип доступа RO/RW подразумевает доступ только по чтению (RO) в операционном NMT состоянии и RW доступ в пред-операционном NMT состоянии устройства.

## 5. Коммуникационный профиль CiA 301

### 0002<sub>h</sub> - 0007<sub>h</sub>

Объекты определения типов данных.

Размеры объектов 0002<sub>h</sub> и 0005<sub>h</sub> составляют 1 байт; 0003<sub>h</sub> и 0006<sub>h</sub> - 2 байта, 0004<sub>h</sub> и 0007<sub>h</sub> - 4 байта. Используются в качестве dummy (пустых) объектов заполнения PDO или SRDO.

Занимают количество байт, соответствующее длине объекта. Запись любого значения завершается успешно без каких-либо последствий, а по чтению всегда возвращается ноль.

### 1000<sub>h</sub>

Тип устройства.

Значение по умолчанию: 00%%0191<sub>h</sub>.

Структура объекта:

Дополнительная информация			Общая информация об устройстве
Специальная функциональность	М	Функциональность ввода-вывода	Номер профиля устройства
00 <sub>h</sub>	0/1	01 <sub>h</sub> - 0F <sub>h</sub>	0191 <sub>h</sub> = 401 <sub>d</sub>
31	24 23	22	16 15
			0

Маска функциональности ввода-вывода:

бит 16: цифровой ввод,

бит 17: цифровой вывод,

бит 18: аналоговый ввод,

бит 19: аналоговый вывод.

Бит 23, PDO отображение:

0 – PDO отображение полностью соответствует профилю CiA 401.

1 – используется не стандартное PDO отображение (дополнительно).

Устанавливается в 1 для устройств цифрового ввода (PDO отображение счетчиков).

### 1001<sub>h</sub>

Регистр ошибок.

Бит	Назначение
0	Общая ошибка
1	Ток
2	Напряжение
3	Температура
4	Коммуникационная ошибка
5	Определяется профилем устройства
6	Зарезервировано (всегда 0)
7	Определяется производителем устройства

Регистр ошибок сбрасывается (значение регистра обнуляется) при выходе устройства из режима ошибки (объект 1029<sub>h</sub>) либо его перезапуске NMT командой Reset Node.

Бит 1 (ток) устанавливается и сбрасывается по состоянию КЗ цифровых и аналоговых выходов, либо обрыва нагрузки аналоговых выходов.

### 1002<sub>h</sub>

Регистр статуса от производителя устройства.

Значение по умолчанию: 00000000<sub>h</sub>.

Задаёт значение статусного регистра, определяемое производителем устройства.

### 1003<sub>h</sub>

Список предопределённых ошибок.

Ведёт историю ошибок устройства. Большинство этих ошибок также передается в CAN сеть с помощью объекта срочного сообщения EMCY.

Субиндекс 0 содержит число зарегистрированных ошибок (0..8). Запись нуля в субиндекс 0 удаляет историю ошибок. Запись других значений запрещена. Вновь зарегистрированная ошибка записывается по субиндексу 1, а предыдущие сдвигаются вниз по списку.

Сохраняется до восьми последних ошибок.

Поле описания ошибки состоит из 16-разрядного кода ошибки и 16-разрядной дополнительной информации, назначение которой определяется производителем устройства:

Дополнительная информация	Код ошибки
31	16 15 0

### 1005<sub>h</sub>

COB-ID объекта синхронизации SYNC.

Значение по умолчанию: 80<sub>h</sub>.

X	0/1	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	11-битовый идентификатор
		1	29-битовый идентификатор	
31	30	29	28-11	10-0

Биты	Значение	Описание
31	X	Не используется
30	0	Устройство НЕ генерирует SYNC
	1	Устройство генерирует SYNC
29	0	Используется 11-битовый CAN-ID
	1	Используется 29-битовый CAN-ID
28 - 0	X	29-битовый CAN-ID расширенного формата кадра
10 - 0	X	11-битовый CAN-ID основного формата кадра

Установ бит 29 в значение 1 запрещен. Соответствующая попытка завершается SDO аборт кодом 0609 0030<sub>h</sub> (неверное значение параметра). Первая посылка SYNC кадра производится после установка бита 30 в 1 в течение одного периода внутреннего CANopen таймера. Кроме того, если активирован SYNC счетчик (объект 1019<sub>h</sub>), его значение сбрасывается в единицу. Изменение бит 0-28 запрещено в случае, когда устройство осуществляет генерацию SYNC (бит 30 = 1). Такая попытка завершается SDO аборт кодом 0601 0000<sub>h</sub> (доступ к объекту не поддерживается).

### 1006<sub>h</sub>

Период объекта синхронизации SYNC в микросекундах.

Значение по умолчанию: 0.

Устройство НЕ генерирует SYNC (бит 30 объекта 1005<sub>h</sub> сброшен в 0):

Задаёт контрольный интервал поступления SYNC посылок. Если в течение контрольного интервала не принято ни одного SYNC кадра любого вида, регистрируется ошибка синхронизации. Установ нулевого значения прекращает SYNC контроль.

Устройство генерирует SYNC (бит 30 объекта 1005<sub>h</sub> установлен в 1):

Задаёт период коммуникационного цикла (SYNC интервал). Установ нулевого значения прекращает генерацию SYNC посылок и сбрасывает значение SYNC счетчика (объект 1019<sub>h</sub>) в единицу. При изменении периода синхронизации на значение, отличное от нуля, передача SYNC посылок возобновляется в течение одного периода внутреннего CANopen таймера.

Фактическое разрешение объекта синхронизации определяется разрешением внутреннего CANopen таймера. Если период синхронизации задан меньшим, нежели период таймера, но отличен от нуля, генерация SYNC посылок будет осуществляться с частотой таймера. В остальных случаях фактический период генерации будет равен целому числу тиков таймера, но не превышать заданного значения периода объекта синхронизации.

### **1007<sub>h</sub>**

Окно синхронизации в микросекундах.

Значение по умолчанию: 0 (объект не используется).

Задаёт длительность временного окна для синхронных PDO. Установ нулевого значения прекращает использование окна синхронизации. Если длительность окна превышает период объекта синхронизации (1006<sub>h</sub>), оно также не будет оказывать влияние на обработку синхронных PDO.

При поступлении объекта синхронизации SYNC для синхронных PDO выполняются следующие операции:

1. Запись в объектный словарь (активация) значений объектов, принятых синхронными RPDO в предшествующем SYNC цикле.
2. Постановка соответствующих синхронных TPDO на отправку в CAN сеть.
3. Прием синхронных RPDO для активации в последующем SYNC цикле.

Если какие-либо из указанных действий для части PDO не были завершены по истечении окна синхронизации, дальнейшая обработка этих PDO не производится. В п. 2 истечение временного окна контролируется по моменту размещения TPDO в выходном CANopen кэше. Фактическая отправка TPDO в CAN сеть может произойти с некоторой задержкой.

Длительность временного окна определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера. Поскольку SYNC объект принимается из CAN сети не зависимо от таймерного сигнала, фактическая длительность окна “дрожит” в пределах одного периода таймера.

### **1008<sub>h</sub>**

Название устройства от производителя.

Значение по умолчанию: нет.

### **1009<sub>h</sub>**

Версия «железа» устройства от производителя.

Значение по умолчанию: нет.

### **100A<sub>h</sub>**

Версия программного обеспечения устройства от производителя.

Значение по умолчанию: нет.

### **100C<sub>h</sub>**

Охранное время в миллисекундах.

Значение по умолчанию: 0.

Произведение охранного времени на множитель времени жизни (объект 100D<sub>h</sub>) определяет время жизни для протокола охраны работоспособности узла. Значение 0 означает, что объект не используется.

Охранное время определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера и округляется в большую сторону.

### **100D<sub>h</sub>**

Множитель времени жизни.

Значение по умолчанию: 0.

Произведение охранного времени (объект 100C<sub>h</sub>) на множитель времени жизни определяет время жизни для протокола охраны работоспособности узла. Значение 0 означает, что объект не используется.

### **1010<sub>h</sub>**

Сохранение параметров в энергонезависимой памяти.

#### Субиндекс 1:

Сохранить параметры.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (сохранение параметров по команде).

Сохраняются параметры, определяемые субиндексами 2 и 3. Действие не распространяется на субиндексы 5 и 6.

#### Субиндекс 2:

Сохранить коммуникационные параметры.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (сохранение параметров по команде).

#### Субиндекс 3:

Сохранить параметры приложения.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (сохранение параметров по команде).

#### Субиндекс 4:

---

Значение: 00000000<sub>h</sub> (нет сохранения параметров).

При получении правильной подписи для данного субиндекса возвращается SDO аборт код 0606 0000<sub>h</sub> (отказ в доступе из-за аппаратной ошибки).

#### Субиндекс 5:

Сохранить номер CAN узла устройства.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (сохранение параметров по команде).

Сохраняет в энергонезависимой памяти номер CAN узла устройства, который загружается из объекта 2110<sub>h</sub>. После сохранения и перезапуска устройства номер CAN узла не будет определяться аппаратными переключателями.

#### Субиндекс 6:

Сохранить индекс битовой скорости устройства.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (сохранение параметров по команде).

Сохраняет в энергонезависимой памяти индекс битовой скорости устройства, который загружается из объекта 2111<sub>h</sub>. После сохранения и перезапуска устройства индекс битовой скорости не будет определяться аппаратными переключателями.

Для того, чтобы избежать возможных ошибок, сохранение параметров выполняется только после осуществления специальной записи по соответствующему субиндексу (передачи подписи). Она должна содержать ASCII код «save», упакованный в 32-разрядное слово:

e	v	a	s
65 <sub>h</sub>	76 <sub>h</sub>	61 <sub>h</sub>	73 <sub>h</sub>
MSB		LSB	

После получения правильной подписи устройство осуществляет фактическое сохранение параметров, определяемых соответствующим субиндексом. Если сохранение произвести не удалось, возвращается SDO аборт код 0606 0000<sub>h</sub> (отказ в доступе из-за аппаратной ошибки). Если же неверной оказывается подпись, сохранение параметров не производится и возвращается аборт код 0800 0020<sub>h</sub> (данные не могут быть переданы приложению).

При доступе по чтению соответствующие субиндексы возвращают информацию о возможностях сохранения данных в следующем формате:

Биты	Значение	Описание
31 - 2	0	Зарезервированы.
1	0	Устройство не сохраняет параметры в автономном режиме.
	1	Устройство производит сохранение в автономном режиме.
0	0	Устройство не сохраняет параметры по команде.
	1	Устройство производит сохранение по команде.

Сохраненные значения параметров будут считываться из энергонезависимой памяти и устанавливаться каждый раз при получении устройством NMT команд Reset Node, Reset Communication (для субиндексов 2, 4, 5, 6) либо при включении питания.

После сохранения коммуникационных параметров значения CAN-ID, загружаемые из энергонезависимой памяти, станут статическими, то есть не будут зависеть от номера CAN узла устройства. Для обеспечения такой зависимости необходимо восстановить значения по умолчанию соответствующих параметров (объект 1011<sub>h</sub>sub4<sub>h</sub>).

## 1011<sub>h</sub>

Восстановление значений параметров по умолчанию.

### Субиндекс 1:

Восстановить значения параметров по умолчанию.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

Восстанавливаются значения параметров по умолчанию для субиндексов 2, 3 и 4. Действие не распространяется на субиндексы 5 и 6.

### Субиндекс 2:

Восстановить значения по умолчанию для коммуникационных параметров.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

### Субиндекс 3:

Восстановить значения по умолчанию для параметров приложения.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

### Субиндекс 4:

Восстановить значения по умолчанию для параметров:

1005<sub>h</sub>,

1014<sub>h</sub>,

1400<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>, 1401<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>, 1402<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>, 1403<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>,

1800<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>, 1801<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>, 1802<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>, 1803<sub>h</sub>sub1<sub>h</sub>.

Значения по умолчанию для этих параметров задают предопределенное распределение идентификаторов соответствующих коммуникационных объектов. При этом учитывается номер CAN узла устройства.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

Субиндекс 5:

Восстановить номер CAN узла по умолчанию.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

После восстановления и перезапуска устройства номер CAN узла будет задаваться аппаратными переключателями.

Субиндекс 6:

Восстановить индекс битовой скорости по умолчанию.

Значение: 00000001<sub>h</sub> (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

После восстановления и перезапуска устройства индекс битовой скорости будет задаваться аппаратными переключателями.

Для того, чтобы избежать возможных ошибок, восстановление значений по умолчанию выполняется только после осуществления специальной записи по соответствующему субиндексу (передачи подписи). Она должна содержать ASCII код «load», упакованный в 32-разрядное слово:

d	a	o	l
64 <sub>h</sub>	61 <sub>h</sub>	6F <sub>h</sub>	6C <sub>h</sub>
MSB		LSB	

После получения правильной подписи устройство подготавливается к восстановлению параметров по умолчанию, определяемых соответствующим субиндексом. Если эта операция прошла не удачно, возвращается SDO аборт код 0606 0000<sub>h</sub> (отказ в доступе из-за аппаратной ошибки). Если же неверной оказывается подпись, возвращается аборт код 0800 0020<sub>h</sub> (данные не могут быть переданы приложению).

Значения по умолчанию станут действительными только после выдачи в адрес устройства NMT команд Reset Node, Reset Communication (для субиндексов 2, 4, 5, 6) либо отключения и включения питания.

При доступе по чтению соответствующие субиндексы возвращают информацию о возможности восстановления значений по умолчанию в следующем формате:

Биты	Значение	Описание
31 - 1	0	Зарезервированы.
0	0	Устройство не восстанавливает значения параметров по умолчанию.
	1	Устройство производит восстановление параметров по умолчанию.

**1014<sub>h</sub>**

СОВ-ID объекта EMCY.

Значение по умолчанию: 80<sub>h</sub> + (номер CAN узла).

0/1	0	0	0 0	11-битовый идентификатор
		1	29-битовый идентификатор	
31	30	29	28-11	10-0

Биты	Значение	Описание
------	----------	----------

31	0 1	Объект EMCY существует / действителен Объект EMCY не существует / не действителен
30	0	Зарезервирован (всегда 0)
29	0 1	Используется 11-битовый CAN-ID Используется 29-битовый CAN-ID
28 - 0	X	29-битовый CAN-ID расширенного формата кадра
10 - 0	X	11-битовый CAN-ID основного формата кадра

Установ бита 29 в значение 1 запрещен. Соответствующая попытка завершается SDO аборт кодом 0609 0030<sub>h</sub> (неверное значение параметра). Изменение бит 0-28 запрещено если EMCY действителен (бит 31 = 0). Такая попытка завершается SDO аборт кодом 0601 0000<sub>h</sub> (доступ к объекту не поддерживается).

### 1015<sub>h</sub>

Время подавления посылок EMCY.

Значение по умолчанию: 0.

Объект задается в виде множителя 100 мкс временных интервалов.

Срочные сообщения, возникающие во время подавления EMCY, не передаются в CAN сеть даже по истечении этого времени. Каждое событие ошибки, однако, фиксируется в регистре ошибок (объект 1001<sub>h</sub>) и заносится в список предопределенных ошибок (объект 1003<sub>h</sub>).

Время подавления определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера.

Поскольку объект EMCY может порождаться независимо от таймерного сигнала, время подавления “дрожит” в пределах одного периода таймера.

### 1017<sub>h</sub>

Период сердцебиения в миллисекундах (поставщик).

Значение по умолчанию: 0.

Установ нулевого значения прекращает выдачу посылок сердцебиения.

Фактическое разрешение периода сердцебиения определяется разрешением внутреннего CANopen таймера. Если период сердцебиения задан меньшим, нежели период таймера, но отличен от нуля, генерация посылок сердцебиения будет осуществляться с частотой таймера. В остальных случаях фактический период генерации будет равен целому числу тиков таймера, но не превышать заданного значения периода сердцебиения.

### 1018<sub>h</sub>

Объект идентификации.

#### Субиндекс 1:

Содержит уникальный код, присвоенный производителю устройства организацией CAN in Automation: 000000BE<sub>h</sub>.

#### Субиндекс 2:

Содержит код изделия, задаваемый производителем.

Состоит из двух полей:

Код проекта	Вариант изделия
31	16 15 0

Код проекта	Описание
0041 <sub>h</sub>	Цифровой ввод, счетчики и цифровой вывод R2DIO
0042 <sub>h</sub>	Аналоговый ввод-вывод R2AIO 16 разрядов

**Субиндекс 3:**

Содержит версию устройства, задаваемую производителем.

Состоит из двух полей:

Главная версия	Подверсия
31	16 15 0

Биты 16 - 31 — главная версия. Определяет поведение устройства с точки зрения CANopen протокола. Если CANopen функциональность устройства изменяется, номер главной версии увеличивается.

Биты 0 - 15 — подверсия. Задаёт различные варианты устройства с одинаковой CANopen функциональностью.

Главная версия и подверсия устанавливаются не зависимо друг от друга. Изменение номера главной версии не приводит к сбросу текущей подверсии устройства.

**Субиндекс 4:**

Содержит серийный номер устройства, задаваемый производителем.

**1019<sub>h</sub>**

Значение переполнения для SYNC счетчика.

Значение по умолчанию: 0.

Определяет максимальное значение SYNC счетчика:

Значение	Описание
0	SYNC кадры должны иметь длину поля данных 0 байт. SYNC счетчик не разрешен.
1	Зарезервировано.
2..240	SYNC кадры должны иметь длину поля данных 1 байт. SYNC счетчик активирован. Поле данных содержит значение счетчика.
241..255	Зарезервированы.

Если значение объекта превышает 1, принимаемые и передаваемые SYNC кадры должны иметь длину поля данных 1 байт. В случае, если длины поля данных не соответствует ожидаемой, SYNC кадр не обрабатывается приложением и выдается сообщение EMCY с кодом ошибки 8240<sub>h</sub> (неподходящая длина данных SYNC кадра).

Изменение объекта 1019<sub>h</sub> запрещено, если значение периода объекта синхронизации 1006<sub>h</sub> отлично от нуля. Такая попытка завершается SDO аборт кодом 0800 0022<sub>h</sub> (данные не могут быть переданы приложению вследствие текущего состояния устройства).

**1029<sub>h</sub>**

Поведение устройства при возникновении ошибок.

Значение по умолчанию: 0.

Задаёт коммуникационные режимы устройства при возникновении серьезных ошибок и сбоев. Такие ошибки рассматриваются как отказ устройства.

**Субиндекс 1:**

Поведение при коммуникационной ошибке.

Обрабатываются следующие события:

- CAN контроллер переходит в состояние отключения от шины (bus-off).
- Регистрируется превышение времени жизни в протоколе охраны работоспособности узла.
- Переполнен выходной CANopen кэш (ошибка не определена стандартом CiA 301).

Субиндекс (класс ошибки) может принимать следующие значения:

- 0 переход в пред-операционное состояние (только если текущее – операционное).
- 1 состояние не изменяется.
- 2 переход в состояние останова.

Если при возникновении ошибки переполнения CANopen кэша устройство находится в состоянии, отличном от операционного, производится логическое отключение канального уровня CAN сети по записи. При этом все кадры данных, как ожидающие передачи, так и направляемые в CAN сеть аннулируются. Устройство логически вновь подключается к CAN сети при получении любой адресованной ему NMT команды.

### 1200<sub>h</sub>

SDO параметры сервера.

#### Субиндекс 1:

COB-ID от Клиента → Серверу (прием).

Значение: 600<sub>h</sub> + (номер CAN узла).

#### Субиндекс 2:

COB-ID от Сервера → Клиенту (передача).

Значение: 580<sub>h</sub> + (номер CAN узла).

Оба субиндекса имеют одинаковую структуру:

0/1	0	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	11-битовый идентификатор
		1	29-битовый идентификатор	
31	30	29	28-11	10-0

Биты	Значение	Описание
31	0	SDO существует / действителен
	1	SDO не существует / не действителен
30	0	Значение CAN-ID определяется статически
	1	Значение CAN-ID определяется динамически
29	0	Используется 11-битовый CAN-ID
	1	Используется 29-битовый CAN-ID
28 - 0	X	29-битовый CAN-ID расширенного формата кадра
10 - 0	X	11-битовый CAN-ID основного формата кадра

SDO действителен, когда бит 31 равен нулю как для субиндекса 1, так и для субиндекса 2. SDO параметры сервера всегда принимают значения, задаваемые предопределенным распределением идентификаторов. Они не доступны по записи и не подлежат сохранению в энергонезависимой памяти.

### 1400<sub>h</sub> – 1403<sub>h</sub>

Коммуникационные параметры принимаемых PDO (RPDO 1 — RPDO 4).

### 1800<sub>h</sub> – 1803<sub>h</sub>

Коммуникационные параметры передаваемых PDO (TPDO 1 — TPDO 4).

#### Субиндекс 1:

PDO COB-ID.

Значения по умолчанию для действительных PDO:

1400<sub>h</sub> (RPDO 1): 200<sub>h</sub> + (номер CAN узла);

1401<sub>h</sub> (RPDO 2): 300<sub>h</sub> + (номер CAN узла);

1402<sub>h</sub> (RPDO 3): 400<sub>h</sub> + (номер CAN узла);

1403<sub>h</sub> (RPDO 4): 500<sub>h</sub> + (номер CAN узла).

1800<sub>h</sub> (TPDO 1): 180<sub>h</sub> + (номер CAN узла);  
 1801<sub>h</sub> (TPDO 2): 280<sub>h</sub> + (номер CAN узла);  
 1802<sub>h</sub> (TPDO 3): 380<sub>h</sub> + (номер CAN узла);  
 1803<sub>h</sub> (TPDO 4): 480<sub>h</sub> + (номер CAN узла).

0/1	0/1	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	11-битовый идентификатор
		1	29-битовый идентификатор	
31	30	29	28-11	10-0

Биты	Значение	Описание
31	0	PDO существует / действителен
	1	PDO не существует / не действителен
30	0	Удаленный запрос PDO (RTR) разрешен
	1	Удаленный запрос PDO (RTR) запрещен
29	0	Используется 11-битовый CAN-ID
	1	Используется 29-битовый CAN-ID
28 - 0	X	29-битовый CAN-ID расширенного формата кадра
10 - 0	X	11-битовый CAN-ID основного формата кадра

Установ бита 29 в значение 1 запрещен. Соответствующая попытка завершается SDO аборт кодом 0609 0030<sub>h</sub> (неверное значение параметра). Изменение бит 0-28 и бита 30 запрещено если PDO действителен (бит 31 = 0). Такая попытка завершается SDO аборт кодом 0601 0000<sub>h</sub> (доступ к объекту не поддерживается). Если PDO отображение деактивировано (субиндекс 0 параметров отображения установлен в ноль), перевод PDO в действительное состояние не возможен и завершается SDO аборт кодом 0800 0020<sub>h</sub> (данные не могут быть переданы приложению).

Субиндекс 2:

Тип приема или передачи PDO.

Значение по умолчанию: 255.

Тип приема/передачи	Прием или передача PDO				
	циклический	а-циклический	синхронный	а-синхронный	только RTR
0		X	X		
1-240	X		X		
241-251	зарезервированы				
252			X		X
253				X	X
254				X	
255				X	

Синхронные RPDO (тип приема 0-240) активируются (обновляют принятые данные) при получении очередного SYNC объекта после приема самого RPDO. RPDO типа 254 и 255 обновляют принятые данные (активируются) сразу после получения.

Синхронные TPDO (тип передачи 0-240 и 252) означает привязку выдачи PDO к объекту синхронизации SYNC. Асинхронная передача такой привязки не предусматривает. Тип передачи 0 означает, что передача PDO не будет периодической, однако остается привязанной к SYNC объекту. Значения 1-240 определяют периодическую передачу, причем тип передачи задает число SYNC посылок, которые должны быть получены для инициализации (выдачи) TPDO. После записи данного субиндекса выполняется

ресинхронизация соответствующего TPDO. Типы передачи 252 и 253 означают, что PDO передается только при наличии удаленного запроса (RTR). Причем PDO типа 252 будет передан лишь при получении - вслед за RTR - очередного SYNC объекта. Эти два значения типов передачи возможны только для TPDO. Тип 254 для TPDO означает, что асинхронное событие, которое инициирует передачу, определяется производителем. Тип 255 подразумевает, что соответствующее событие задается в профиле устройства. Попытка изменения типа передачи на значение, не поддерживаемое устройством, завершается SDO аборт-кодом 0609 0030<sub>h</sub> (неверное значение параметра).

#### Субиндекс 3:

Время подавления посылок TPDO.

Значение по умолчанию: 0 (объект не используется).

Может использоваться для TPDO типов 254 и 255. Объект задается в виде числа (множителя) 100 мкс временных интервалов.

Изменение объекта запрещено если TPDO действителен (бит 31 COB-ID = 0). Такая попытка завершается SDO аборт-кодом 0601 0000<sub>h</sub> (доступ к объекту не поддерживается).

Время подавления определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера.

Поскольку TPDO может порождаться не зависимо от таймерного сигнала, время подавления “дрожит” в пределах одного периода таймера.

В случае использования субиндекса для RPDO запись любого значения завершается успешно без каких-либо последствий, а по чтению всегда возвращается ноль.

#### Субиндекс 4:

Зарезервирован.

Запись любого значения завершается успешно без каких-либо последствий, а по чтению всегда возвращается ноль.

#### Субиндекс 5:

Таймер события в миллисекундах.

Значение по умолчанию: 0 (объект не используется).

Может использоваться для TPDO типов 254 и 255. Задает максимальный интервал времени между передачей TPDO при отсутствии в системе других событий, вызывающих передачу этого TPDO.

Разрешение таймера события определяется разрешением внутреннего CANopen таймера.

Если длительность таймера события задана меньшей, нежели период таймера, но отлична от нуля, генерация TPDO будет осуществляться с частотой внутреннего CANopen таймера. В остальных случаях фактический период генерации будет равен целому числу тиков внутреннего CANopen таймера, но не превышать заданного значения таймера события.

Поскольку TPDO является асинхронным, интервал до первого таймерного TPDO “дрожит” в пределах одного периода таймера.

В случае использования субиндекса для RPDO задает контрольный интервал времени приема соответствующего RPDO. Если в течение установленного времени не поступило ни одного RPDO, регистрируется ошибка истечения контрольного времени. Интервал времени переустанавливается только после успешной записи всех данных из RPDO в объектный словарь приложения (активации RPDO).

Для синхронных RPDO при выборе контрольного интервала следует учитывать дополнительные обстоятельства. Во-первых, активация синхронных RPDO производится при получении очередного SYNC объекта после приема самих RPDO, то есть задержка активации может достигать одного периода SYNC. Во-вторых, установ временного окна для синхронных PDO (объект 1007<sub>h</sub>) может привести к тому, что RPDO, поступившие по истечении окна синхронизации, не будут приняты к обработке.

Контрольный интервал времени определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера. Поскольку RPDO принимается не зависимо от таймерного сигнала, фактическая длительность интервала “дрожит” в пределах одного периода таймера.

#### Субиндекс 6:

Стартовое значение SYNC счетчика.

Значение по умолчанию: 0.

Объект определен только для передаваемых PDO.

Нулевое значение объекта означает, что SYNC счетчик не используется для данного TPDO.

Значения от 1 до 240 определяют, что для данного TPDO учитывается значение SYNC счетчика. Если SYNC счетчик не разрешен (объект 1019<sub>h</sub>), значение данного субиндекса игнорируется. В случае активного SYNC счетчика первым SYNC кадром считается тот, значение счетчика которого совпадает со стартовым. После записи данного субиндекса выполняется ресинхронизация соответствующего TPDO.

Изменение объекта запрещено если TPDO действителен (бит 31 COB-ID = 0). Такая попытка завершается SDO аборт-кодом 0601 0000<sub>h</sub> (доступ к объекту не поддерживается).

#### **1600<sub>h</sub> – 1603<sub>h</sub>**

Параметры отображения принимаемых PDO (RPDO 1 — RPDO 4).

#### **1A00<sub>h</sub> – 1A03<sub>h</sub>**

Параметры отображения передаваемых PDO (TPDO 1 — TPDO 4).

Субиндекс 0 фиксирует число действительных записей PDO отображения, то есть число прикладных объектов, которые передаются или принимаются соответствующим PDO. Для каждого PDO зарезервировано восемь записей отображения, которое является байт-ориентированным и может быть сконфигурировано необходимым для приложения образом. Субиндексы начиная с 1<sub>h</sub> содержат описание прикладных объектов PDO отображения в следующем формате:

Индекс прикладного объекта	Суб-индекс	Длина объекта (бит)
31	16 15	8 7 0

Любая попытка записи не поддерживаемых значений завершается выдачей SDO аборт кода. Причина этого может заключаться в стремлении записать индекс и субиндекс не существующего объекта, неверной длине прикладного объекта, либо не правильной длине всего PDO. Последняя не должна превышать 8 байт (64 бита). Возможно включение в PDO отображение объектов определения типов данных 0002<sub>h</sub>..0007<sub>h</sub>. Это позволяет при необходимости выравнивать размещения прикладных объектов в PDO.

Изменить параметры PDO отображения можно как в пред-операционном, так и в операционном состоянии устройства. Для этого нужно выполнить следующие операции:

1. Перевести PDO в не действительное состояние, записав 1 в бит 31 PDO COB-ID соответствующего коммуникационного параметра PDO (см. замечания).
2. Запретить PDO отображение, установив субиндекс 0 в значение 0.
3. Изменить PDO отображение, модифицировав соответствующие субиндексы.
4. Разрешить PDO отображение, записав в субиндекс 0 число отображаемых объектов.
5. Перевести PDO в действительное состояние, записав 0 в бит 31 PDO COB-ID соответствующего коммуникационного параметра PDO.

При выполнении п. 2 п. 1 будет исполнен автоматически и может быть опущен. В то же время, выполнение п. 5 является обязательным.

Если при выполнении п. 3 или п. 4 возникает ошибка (соответствующий прикладной объект не существует, не может быть отображен в PDO, имеет неподходящий размер и др.), устройство отвечает SDO аборт кодом 0604 0041<sub>h</sub> (объект не может быть отображен в PDO),

либо SDO аборт кодом 0604 0042<sub>h</sub> (полная длина отображаемых объектов превышает максимальный размер PDO).

Когда устройство принимает RPDO, длина которого превышает записанную в PDO отображении, используется необходимое число первых байт RPDO. Если же число байт принятого PDO оказывается меньшим, нежели количество байт отображения, данные не обрабатываются и выдается сообщение EMCY с кодом ошибки 8210<sub>h</sub> (PDO не может быть обработан из-за ошибки длины данных).

Значения параметров отображения по умолчанию.

RPDO1 (цифровые выходы):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1600	0	Число отображаемых объектов	1 или 2
	1	Запись цифровых выходов, биты 1 - 8	6200 01 08
	2	Запись цифровых выходов, биты 9 - 16	6200 02 08

TPDO1 (цифровые входы):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A00	0	Число отображаемых объектов	1 или 2
	1	Чтение цифровых входов, биты 1 - 8	6000 01 08
	2	Чтение цифровых входов, биты 9 - 16	6000 02 08

RPDO2 (сброс физических счетчиков):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1601	0	Число отображаемых объектов	1
	1	Маска сброса физических счетчиков 1 - 16	2022 00 10

TPDO2 — TPDO4 (логические счетчики 32 разряда):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A01	0	Число отображаемых объектов	2
	1	Логический счетчик 1	2021 01 20
	2	Логический счетчик 2	2021 02 20
1A02	0	Число отображаемых объектов	2
	1	Логический счетчик 3	2021 03 20
	2	Логический счетчик 4	2021 04 20
1A03	0	Число отображаемых объектов	2
	1	Логический счетчик 5	2021 05 20
	2	Логический счетчик 6	2021 06 20

RPDO2, RPDO3 (аналоговые выходы 16 разрядов):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1601	0	Число отображаемых объектов	4
	1	Запись аналогового выхода 1	6411 01 10
	2	Запись аналогового выхода 2	6411 02 10
	3	Запись аналогового выхода 3	6411 03 10
	4	Запись аналогового выхода 4	6411 04 10
1602	0	Число отображаемых объектов	4
	1	Запись аналогового выхода 5	6411 05 10
	2	Запись аналогового выхода 6	6411 06 10
	3	Запись аналогового выхода 7	6411 07 10
	4	Запись аналогового выхода 8	6411 08 10

TPDO2, TPDO3 (аналоговые входы 16 разрядов):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A01	0	Число отображаемых объектов	4
	1	Чтение аналогового входа 1	6401 01 10
	2	Чтение аналогового входа 2	6401 02 10
	3	Чтение аналогового входа 3	6401 03 10
	4	Чтение аналогового входа 4	6401 04 10
1A02	0	Число отображаемых объектов	4
	1	Чтение аналогового входа 5	6401 05 10
	2	Чтение аналогового входа 6	6401 06 10
	3	Чтение аналогового входа 7	6401 07 10
	4	Чтение аналогового входа 8	6401 08 10

Тип и число отображаемых в PDO прикладных объектов зависят от типа устройства.

## 6. Коммуникационный профиль EN50325-5

В каждом устройстве поддерживаются два SRDO. Соответственно, число CAN узлов, работающих в режиме безопасного протокола, не должно превышать тридцати двух, а допустимый номер CAN узла лежит в пределах от 1 до 32.

PDO отображение объектов коммуникационного профиля EN50325-5 запрещено.

### 6.1 Стандартные объекты EN50325-5

#### 1300<sub>h</sub>

Статус широковещательной GFC команды.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO
Значения параметра	00 <sub>h</sub> нет GFC команды 01 <sub>h</sub> устройство сгенерировало GFC команду либо приняло из сети GFC команду
Значение по умолчанию	00 <sub>h</sub>

Прием GFC команды из сети прекращают работу устройства по безопасному протоколу и переводит его в безопасное состояние (режим ошибки) по прикладному профилю.

Прекращение работы по безопасному протоколу сопровождается EMCY с кодом ошибки 8190<sub>h</sub> (безопасный протокол остановлен). Режим безопасного протокола также отображается объектом 13E1<sub>h</sub>.

Дополнительные параметры GFC команды задаются объектом 13E0<sub>h</sub>.

#### 1301<sub>h</sub>, 1302<sub>h</sub>

Коммуникационные параметры SRDO.

##### Субиндекс 1:

Направление передачи SRDO.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	00 <sub>h</sub> SRDO не действителен 01 <sub>h</sub> SRDO действителен для передачи 02 <sub>h</sub> SRDO действителен для приема
Значение по умолчанию	1301 <sub>h</sub> : 01 <sub>h</sub> 1302 <sub>h</sub> : 02 <sub>h</sub>

##### Субиндекс 2:

Период обновления передаваемого SRDO.

Охранное время цикла безопасности SCT для принимаемого SRDO.

Тип данных	UNSIGNED16
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	Задается в миллисекундах > 0
Значение по умолчанию	25 <sub>d</sub> для передаваемых SRDO 50 <sub>d</sub> для принимаемых SRDO

Субиндекс 3:

Время достоверности SRVT для принимаемого SRDO.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	Задается в миллисекундах > 0
Значение по умолчанию	20 <sub>d</sub>

Субиндекс 4:

Тип передачи SRDO.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO
Значения параметра	254 <sub>d</sub>
Значение по умолчанию	254 <sub>d</sub>

Субиндекс 5:

COB-ID 1 (SRDO в основном формате).

Тип данных	UNSIGNED32
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	101 <sub>h</sub> – 17F <sub>h</sub> , только <u>нечётные</u> значения
Значение по умолчанию	1301 <sub>h</sub> : 000000FF <sub>h</sub> + (2 * Node-ID) для узлов сети 1..32 1302 <sub>h</sub> : 000000FF <sub>h</sub> + (2 * (Node-ID + 32)) для узлов сети 1..32

Субиндекс 6:

COB-ID 2 (SRDO в побитно-инвертированном формате).

Тип данных	UNSIGNED32
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	102 <sub>h</sub> – 180 <sub>h</sub> , только <u>чётные</u> значения
Значение по умолчанию	1301 <sub>h</sub> : 00000100 <sub>h</sub> + (2 * Node-ID) для узлов сети 1..32 1302 <sub>h</sub> : 00000100 <sub>h</sub> + (2 * (Node-ID + 32)) для узлов сети 1..32

**1381<sub>h</sub>, 1382<sub>h</sub>**

Параметры отображения SRDO.

В SRDO может быть отображен любой объект, допускающий PDO отображение.

Субиндекс 0<sub>h</sub> фиксирует число действительных записей SRDO отображения, то есть удвоенное число прикладных объектов, которые передаются или принимаются соответствующим SRDO. Для каждого SRDO зарезервировано восемь прикладных объектов. Субиндексы начиная с 1<sub>h</sub> содержат описание прикладных объектов SRDO отображения в следующем формате:

Индекс прикладного объекта	Субиндекс	Длина объекта (бит)
31	16 15	8 7 0

Нечётный и чётный субиндексы содержат описание одного и того же прикладного объекта соответственно в основном и побитно-инвертированном форматах.

Субиндекс 0:

Число действительных записей SRDO отображения.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	от 0 до 16, только чётные значения
Значение по умолчанию	Определяется профилем устройства

Субиндекс 1:

Первый прикладной объект SRDO отображения.

Тип данных	UNSIGNED32
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии или субиндекс 0 не равен нулю RW в пред-операционном NMT состоянии и субиндекс 0 равен нулю
Значения параметра	Первый прикладной объект в основном формате
Значение по умолчанию	Определяется профилем устройства

Субиндекс 2:

Первый прикладной объект SRDO отображения.

Тип данных	UNSIGNED32
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии или субиндекс 0 не равен нулю RW в пред-операционном NMT состоянии и субиндекс 0 равен нулю
Значения параметра	Первый прикладной объект в побитно-инвертированном формате
Значение по умолчанию	Определяется профилем устройства

Субиндексы 3 и 4:

Второй прикладной объект SRDO отображения.

...

Субиндексы 15 и 16:

Восьмой прикладной объект SRDO отображения.

Попытка записи не поддерживаемых значений завершается выдачей SDO аборт кода. Причина этого может заключаться в стремлении записать индекс и субиндекс не существующего объекта, неверной длине прикладного объекта, либо не правильной длине всего SRDO. Последняя не должна превышать 8 байт (64 бита). Возможно включение в SRDO отображение объектов определения типов данных 0002<sub>h</sub>..0007<sub>h</sub>. Это позволяет при необходимости выравнивать размещения прикладных объектов в SRDO.

Изменять параметры SRDO отображения можно только в пред-операционном состоянии устройства. Для этого используется следующая процедура:

1. Запретить SRDO отображение, установив субиндекс 0 в значение ноль.
2. Изменить SRDO отображение, модифицировав соответствующие субиндексы.
3. Разрешить SRDO отображение, записав в субиндекс 0 удвоенное число отображаемых прикладных объектов.

Если при выполнении п. 2 или п. 3 возникает ошибка (соответствующий прикладной объект не существует, не может быть отображен в SRDO, имеет неподходящий размер и др.), устройство отвечает SDO аборт кодом 0604 0041<sub>h</sub> (объект не может быть отображен в

SRDO), либо SDO аборт кодом 0604 0042<sub>h</sub> (полная длина отображаемых объектов превышает максимальный размер SRDO).

Когда устройство принимает SRDO, длина которого превышает записанную в SRDO отображении, используется необходимое число первых байт SRDO. Если же число байт принятого SRDO оказывается меньшим, нежели количество байт отображения, данные не обрабатываются и выдается сообщение EMCY с кодом ошибки 8211<sub>h</sub> (SRDO не может быть обработан из-за ошибки длины данных).

Значения параметров отображения по умолчанию.

SRDO1 (передача, цифровые входы):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1381	0	Число отображаемых объектов	2 или 4
	1	Чтение цифровых входов, биты 1 - 8	6000 01 08
	2	Чтение цифровых входов, биты 1 - 8	9FFF FE F7
	3	Чтение цифровых входов, биты 9 - 16	6000 02 08
	4	Чтение цифровых входов, биты 9 - 16	9FFF FD F7

SRDO2 (прием, цифровые выходы):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1382	0	Число отображаемых объектов	2 или 4
	1	Запись цифровых выходов, биты 1 - 8	6200 01 08
	2	Запись цифровых выходов, биты 1 - 8	9DFF FE F7
	3	Запись цифровых выходов, биты 9 - 16	6200 02 08
	4	Запись цифровых выходов, биты 9 - 16	9DFF FD F7

SRDO1, SRDO2 (аналоговые входы 16 разрядов):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1381	0	Число отображаемых объектов	8
	1	Чтение аналогового входа 1	6411 01 10
	2	Чтение аналогового входа 1	9BEE FE EF
	3	Чтение аналогового входа 2	6411 02 10
	4	Чтение аналогового входа 2	9BEE FD EF
	5	Чтение аналогового входа 3	6411 03 10
	6	Чтение аналогового входа 3	9BEE FC EF
	7	Чтение аналогового входа 4	6411 04 10
	8	Чтение аналогового входа 4	9BEE FB EF
1382	0	Число отображаемых объектов	8
	1	Чтение аналогового входа 5	6411 05 10
	2	Чтение аналогового входа 5	9BEE FA EF
	3	Чтение аналогового входа 6	6411 06 10

	4	Чтение аналогового входа 6	9BEE F9 EF
	5	Чтение аналогового входа 7	6411 07 10
	6	Чтение аналогового входа 7	9BEE F8 EF
	7	Чтение аналогового входа 8	6411 08 10
	8	Чтение аналогового входа 8	9BEE F7 EF

SRDO1, SRDO2 (аналоговые выходы 16 разрядов):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1381	0	Число отображаемых объектов	8
	1	Запись аналогового выхода 1	6401 01 10
	2	Запись аналогового выхода 1	9BFE FE EF
	3	Запись аналогового выхода 2	6401 02 10
	4	Запись аналогового выхода 2	9BFE FD EF
	5	Запись аналогового выхода 3	6401 03 10
	6	Запись аналогового выхода 3	9BFE FC EF
	7	Запись аналогового выхода 4	6401 04 10
	8	Запись аналогового выхода 4	9BFE FB EF
1382	0	Число отображаемых объектов	8
	1	Запись аналогового выхода 5	6401 05 10
	2	Запись аналогового выхода 5	9BFE FA EF
	3	Запись аналогового выхода 6	6401 06 10
	4	Запись аналогового выхода 6	9BFE F9 EF
	5	Запись аналогового выхода 7	6401 07 10
	6	Запись аналогового выхода 7	9BFE F8 EF
	7	Запись аналогового выхода 8	6401 08 10
	8	Запись аналогового выхода 8	9BFE F7 EF

### 13FE<sub>h</sub>

Конфигурация SRD устройства достоверна.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	A5 <sub>h</sub> конфигурация SRD устройства достоверна другие значения: конфигурация не достоверна
Значение по умолчанию	00 <sub>h</sub>

SRD устройство становится готовым к работе в режиме безопасного протокола после успешной записи значения A5<sub>h</sub> в объект 13FE<sub>h</sub>. Если значение A5<sub>h</sub> записывается в устройство, конфигурация которого не состоятельна, выдается SDO аборт код 0604 0043<sub>h</sub> (общая несовместимость параметров).

Для начала работы по безопасному протоколу следует передать в адрес сконфигурированного устройства (либо ширококвещательную) NMT команду Start Remote Node.

### 13FF<sub>h</sub>

Подписи SRDO параметров.

Подпись должна быть задана для каждого SRDO, в том числе не действительного (субиндекс 1 коммуникационного параметра SRDO равен нулю).

Субиндекс 01<sub>h</sub>:

Подпись первого SRDO.

Тип данных	UNSIGNED16
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	Подпись (CRC) SRDO параметров (1301 <sub>h</sub> , 1381 <sub>h</sub> )
Значение по умолчанию	0000 <sub>h</sub>

Субиндекс 02<sub>h</sub>:

Подпись второго SRDO.

Тип данных	UNSIGNED16
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	Подпись (CRC) SRDO параметров (1302 <sub>h</sub> , 1382 <sub>h</sub> ).
Значение по умолчанию	0000 <sub>h</sub>

При попытке записи неверной подписи устройство отвечает SDO аборт кодом 0609 0030<sub>h</sub> (неверное значение параметра).

## 6.2 Дополнительные объекты безопасного протокола

### 13E0<sub>h</sub>

Дополнительные параметры GFC команды.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO в операционном NMT состоянии RW в пред-операционном NMT состоянии
Значения параметра	00 <sub>h</sub> штатная обработка GFC в соответствии с EN50325-5 01 <sub>h</sub> устройство <u>не</u> принимает (игнорирует) GFC команду 02 <sub>h</sub> устройство <u>не</u> отправляет GFC команду (см. замечания) 03 <sub>h</sub> устройство <u>не</u> принимает и <u>не</u> отправляет GFC команду
Значение по умолчанию	00 <sub>h</sub>

Запрет GFC команды предоставляет возможность мастеру сети обрабатывать отказы устройств в индивидуальном порядке.

Если значение данного объекта отлично от 00<sub>h</sub>, при успешной записи объекта 13FE<sub>h</sub> (конфигурация SRD устройства достоверна) выдается предупреждающее EMCY с кодом 00FF<sub>h</sub>.

Значение параметра 02<sub>h</sub> или 03<sub>h</sub> означает, что устройство не отправляет GFC команду в CAN сеть, но прекращает работу по безопасному протоколу и переводит устройство в безопасное состояние соответственно прикладному профилю. Прекращение работы по безопасному протоколу сопровождается передачей EMCY с кодом ошибки 8190<sub>h</sub> (безопасный протокол остановлен). Рабочий статус безопасного протокола также отображается объектом 13E1<sub>h</sub>.

**13E1<sub>h</sub>**

Рабочий статус безопасного протокола.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO
Значения параметра	00 <sub>h</sub> безопасный протокол остановлен 01 <sub>h</sub> безопасный протокол работает штатно

## 7. Работа с устройством по безопасному протоколу

### 7.1 Перевод устройства в режим EN50325-5

Устройство должно быть явно переведено в режим работы по безопасному протоколу EN50325-5. До совершения необходимых операций устройство находится в режиме CANopen CiA 301. Для запуска безопасного протокола следует:

1. Перевести устройство в пред-операционное NMT состояние.
2. При необходимости перевести соответствующие PDO в не действительное состояние (записать 1 в бит 31 PDO COB-ID)..
3. При необходимости сконфигурировать SRDO объекты устройства.
4. Записать конфигурационную подпись для каждого SRDO в объект 13FF<sub>h</sub>.
5. Записать значение A5<sub>h</sub> в объект 13FE<sub>h</sub> (конфигурация SRD устройства достоверна).
6. Передать в адрес устройства, либо широковещательную NMT команду Start Remote Node.

П. 4 должен быть выполнен для всех SRDO, в том числе не действительных (субиндекс 1 коммуникационного параметра SRDO равен нулю). При успешном выполнении п. 5 и п. 6 устройство начинает работу в режиме безопасного протокола, статус которого отображается объектом 13E1<sub>h</sub>. Если устройство по какой-либо причине переходит в безопасное состояние по прикладному профилю, работа по протоколу EN50325-5 также завершается и для ее возобновления требуется вновь выполнить п. 6.

Устройство прекращает работу по протоколу EN50325-5 и переходит в безопасное состояние по прикладному профилю при возникновении любой ошибки протокола, выходе устройства из операционного NMT состояния, а также при получении GFC команды.

Следует учитывать, что режим безопасного протокола EN50325-5 не запрещает работу с прикладными объектами по протоколу CiA 301. Так, если один и тот же прикладной объект отображен как в PDO, так и в SRDO он будет обслуживаться по обоим протоколам. Для исключения недоразумений рекомендуется перевести соответствующие PDO в не действительное состояние до запуска безопасного протокола.

### 7.2 Возврат устройства в режим CiA 301

Для останова безопасного протокола и перевода устройства в режим CANopen CiA 301 нужно выполнить следующие операции:

1. Перевести устройство в пред-операционное NMT состояние.
2. Записать значение 00<sub>h</sub> в объект 13FE<sub>h</sub> (конфигурация SRD устройства не достоверна).
3. При необходимости перевести соответствующие PDO в действительное состояние (записать 0 в бит 31 PDO COB-ID).
4. Передать в адрес устройства, либо широковещательную NMT команду Start Remote Node.

При выполнении п. 1 работа по протоколу EN50325-5 прекращается и устройство переходит в безопасное состояние по прикладному профилю. Соответственно, может быть выдана GFC команда (если не запрещено объектом 13E0<sub>h</sub>) и будет отправлено EMCY с кодом ошибки 8190<sub>h</sub> (безопасный протокол остановлен).

### 7.3 NMT команды в режиме безопасного протокола

При работе безопасного протокола действуют ограничения для NMT команд. Отрабатываются только команды Enter Pre-Operational и Start Remote Node. Таким образом, для останова либо пере-инициализации CAN узла, в котором активирован безопасный протокол (операционное состояние), необходимо сначала перевести данный узел в пред-операционное состояние NMT командой Enter Pre-Operational.

Марафон. Изделия IO Remote, версия 00110012h. 06 апреля 2018 г.

NMT команда Start Remote Node осуществляет (пере)запуск и (пере)синхронизацию безопасного протокола.

## 8. Использование нескольких CAN сетей

Устройство может использовать любую физическую CAN сеть (один из восьми каналов CAN контроллера) в режиме "холодного" резервирования. Выбор активной CAN сети производится в процессе инициализации и дальнейшая работа осуществляется только по выбранной сети. Режим "холодного" резервирования обеспечивает полную совместимость со стандартами CiA 301 и EN 50325-5. Коммуникационные объекты, которые обеспечивают работу нескольких CAN сетей, размещаются по индексам  $11F0_h..11FF_h$ .

### **11F0<sub>h</sub>**

Параметры CAN сетей.

Нумерация сетей осуществляется в диапазоне от 0 до 7.

Тип данных	UNSIGNED8
Тип доступа	RO

#### Субиндекс 1:

Битовая маска физических CAN сетей.

Задается константой, которая определяет конфигурацию CAN контроллеров устройства.

Единичное значение бита маски указывает наличие соответствующей CAN сети.

#### Субиндекс 2:

Битовая маска свободных CAN сетей.

Определяет CAN сети из числа физических (субиндекс 1), которые не заняты другими приложениями.

#### Субиндекс 3:

Битовая маска рабочих CAN сетей.

Определяет CAN сети из числа свободных (субиндекс 2), которые запущены в работу.

В режиме "холодного" резервирования устанавливается единственный бит маски, соответствующий номеру активной CAN сети (субиндекс 4).

#### Субиндекс 4:

Номер активной CAN сети.

Диапазон значений от 0 до 7. В режиме "холодного" резервирования соответствует установленному биту маски рабочих CAN сетей (субиндекс 3).

### 8.1 Режим «холодного» резервирования

В режиме «холодного» резервирования на этапе инициализации производится выбор CAN сети, по которой будет осуществляться работа по протоколу CANopen. Для этого используется следующая процедура:

1. Осуществляется поиск свободных CAN сетей из числа физических. При этом формируется битовая маска  $11F0_{hsub2_h}$ .
2. Производится инициализация каждой из сетей, найденных в п. 1. Тем самым формируется битовая маска рабочих CAN сетей ( $11F0_{hsub3_h}$ ).
3. При переходе устройства в пред-операционное состояние в каждую рабочую CAN сеть отправляется сообщение загрузки (boot-up протокол).
4. При приеме первого CAN кадра по любой из рабочих сетей она становится активной ( $11F0_{hsub4_h}$ ) и весь последующий CAN обмен производится только по этой сети.
5. Все остальные рабочие сети освобождаются.

## 9. Прикладной профиль изделий IO Remote

### 9.1 Объекты конфигурации устройства

#### **2000<sub>h</sub>**

Аппаратная конфигурация устройства.

##### Субиндекс 1:

Число входных цифровых блоков по 8 бит: от 0 до 2.

##### Субиндекс 2:

Число выходных цифровых блоков по 8 бит: от 0 до 2.

##### Субиндекс 3:

Число аналоговых входов: 0 или 8.

##### Субиндекс 4:

Число аналоговых выходов: 0 или 8.

##### Субиндекс 5, только для аналогового ввода-вывода:

Индекс типа устройства аналогового ввода-вывода.

##### Субиндекс 6, только для аналогового ввода-вывода:

Разрядность аналоговых входов, бит.

##### Субиндекс 7, только для аналогового ввода-вывода:

Разрядность аналоговых выходов, бит.

#### **2110<sub>h</sub>**

Номер CAN узла для сохранения в энергонезависимой памяти.

Значение по умолчанию: номер CAN узла, установленный при инициализации устройства.

Значение номера CAN узла сохраняется в энергонезависимой памяти посредством объекта 1010<sub>h</sub>sub5<sub>h</sub>.

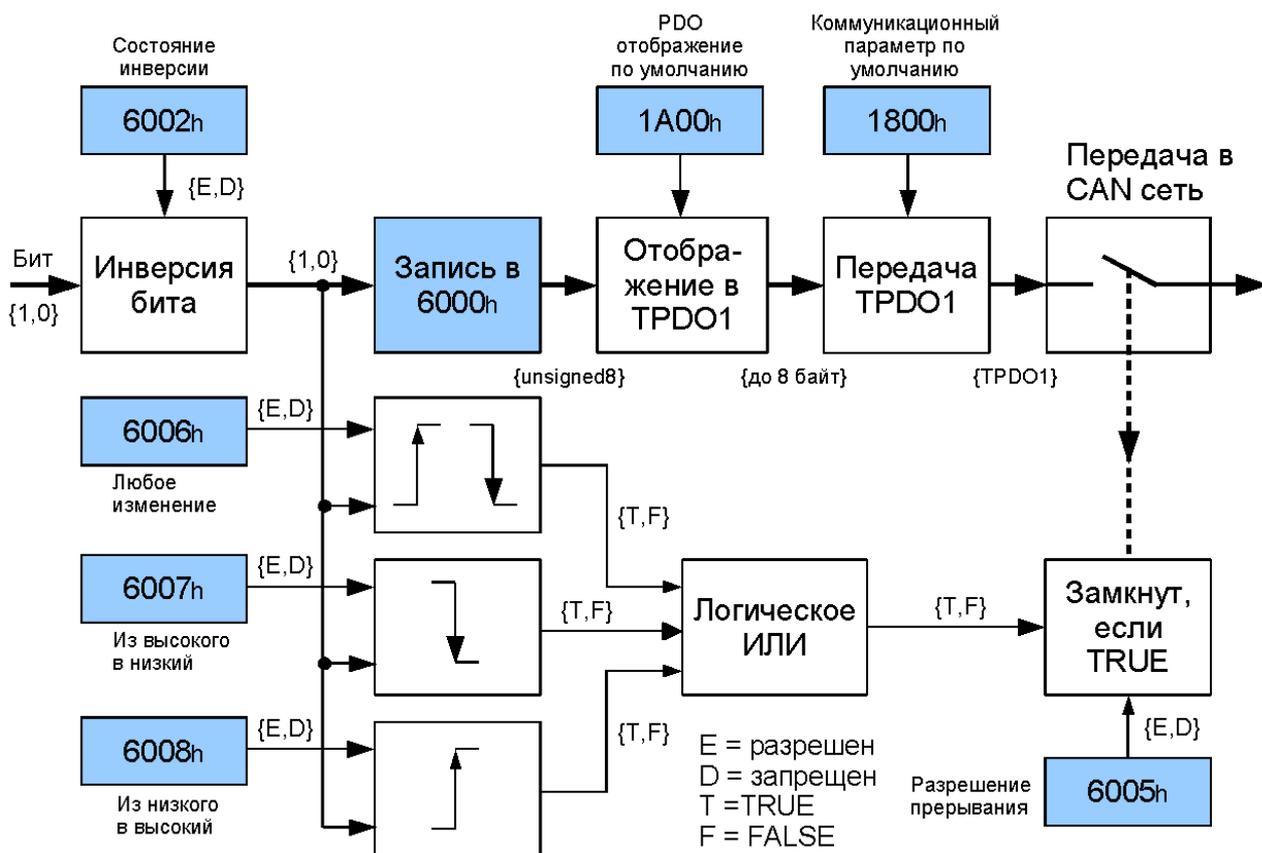
#### **2111<sub>h</sub>**

Индекс битовой скорости для сохранения в энергонезависимой памяти.

Значение по умолчанию: индекс битовой скорости, установленный при инициализации устройства.

Значение индекса битовой скорости сохраняется в энергонезависимой памяти посредством объекта 1010<sub>h</sub>sub6<sub>h</sub>.

## 9.2 Профиль цифрового ввода



### 9.2.1 Стандартизированные объекты профиля SiA 401

Устройство поддерживает до 16 цифровых входов в формате 8-битовых данных (байт). Соответственно, число субиндексов объектов цифрового ввода - один или два.

#### 6000<sub>h</sub>

Чтение цифровых входов по 8 бит.

Значение по умолчанию: нет.

Производит чтение цифровых входов после операции инверсии (объект 6002<sub>h</sub>). До двух байт данных отображаются в TPDO 1.

#### 6002<sub>h</sub>

Инверсия уровня цифровых входов по 8 бит.

Значение по умолчанию: 0<sub>h</sub>.

Бит = 1 — полярность цифрового входа инвертируется.

Бит = 0 — полярность входа не инвертируется.

#### 6005<sub>h</sub>

Общее разрешение прерывания для цифровых входов.

Значение по умолчанию: TRUE.

Разрешает или запрещает общее прерывание (передачу TPDO), не влияя на индивидуальные маски прерываний (объекты 6006<sub>h</sub>, 6007<sub>h</sub>, 6008<sub>h</sub>).

Значение = TRUE — прерывание разрешено.

Значение = FALSE — прерывание запрещено.

#### **6006<sub>h</sub>**

Маска прерывания по любому изменению логического уровня цифровых входов.

Значение по умолчанию: FF<sub>h</sub>.

Бит = 1 — прерывание разрешено.

Бит = 0 — прерывание запрещено.

#### **6007<sub>h</sub>**

Маска прерывания по изменению уровня цифровых входов с логического нуля на логическую единицу (положительный перепад). Если была произведена инверсия уровней посредством объекта 6002<sub>h</sub>, положительный логический перепад будет соответствовать отрицательному физическому.

Значение по умолчанию: 0<sub>h</sub>.

Бит = 1 — прерывание разрешено.

Бит = 0 — прерывание запрещено.

#### **6008<sub>h</sub>**

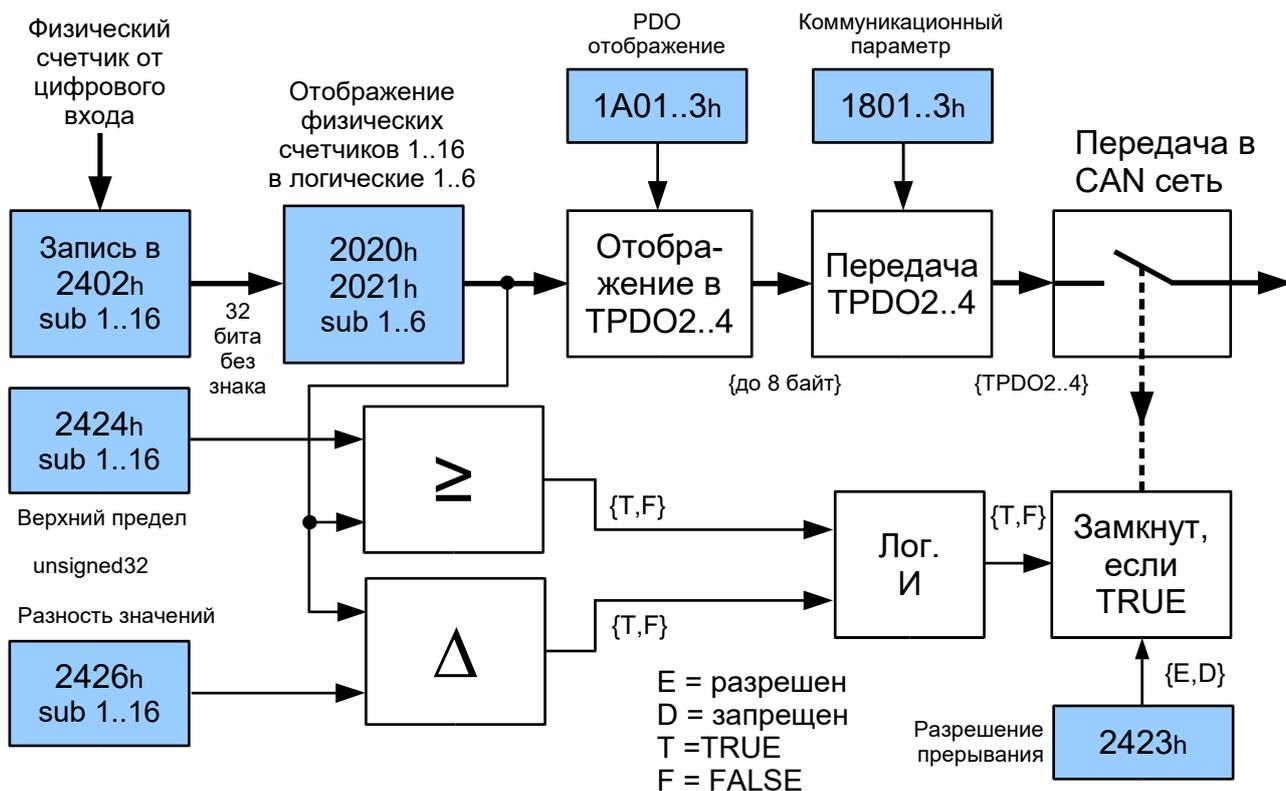
Маска прерывания по изменению уровня цифровых входов с логической единицы на логический ноль (отрицательный перепад). Если была произведена инверсия уровней посредством объекта 6002<sub>h</sub>, отрицательный логический перепад будет соответствовать положительному физическому.

Значение по умолчанию: 0<sub>h</sub>.

Бит = 1 — прерывание разрешено.

Бит = 0 — прерывание запрещено.

## 9.3 Профиль цифровых счетчиков



### 9.3.1 Объекты, определяемые производителем устройства

#### 2020<sub>h</sub>

Сопоставление физических и логических счетчиков.

Значения по умолчанию: 1..6 для субиндексов 1..6 соответственно.

Объект позволяет переназначать физические счетчики, значения которых передаются посредством TPDO без переконфигурирования PDO отображения.

#### 2021<sub>h</sub>

Чтение 32-разрядных логических счетчиков.

Значения по умолчанию: нет.

Возвращает значение физического счетчика, заданного в соответствующем субиндексе объекта 2020<sub>h</sub>. Только логические счетчики могут отображаться в TPDO.

#### 2022<sub>h</sub>

Маска сброса физических счетчиков.

Доступна только по записи.

Битам 0..15 маски сопоставляются физические счетчики 1..16. Установ биты в единицу производит сброс (обнуление) соответствующего счетчика. Маска сброса может отображаться в RPDO.

#### 2402<sub>h</sub>

Чтение и переустановка 32-разрядных физических счетчиков.

Значение по умолчанию: нет.

Число счетчиков совпадает с количеством бит профиля цифрового ввода (0, 8 или 16). Для отображения в TPDO физические счетчики сопоставляются логическим (объект 2020<sub>h</sub>). Запись параметра вызывает переустанов счетчика на заданное значение.

#### 2421<sub>h</sub>

Маска разрешения прерывания физических счетчиков.

Значение по умолчанию: 7<sub>h</sub> (прерывания разрешены).

Определяет, какие события будут вызывать прерывание (передачу TPDO) для соответствующего канала физического счетчика.

Биты	Значение	Описание
5-7	---	Зарезервированы.
3,4	---	Не используются.
2	0/1	Значение изменилось более абсолютной разности (2426 <sub>h</sub> ).
1	0/1	Не используется для счетчиков.
0	0/1	Значение превышает верхний предел (2424 <sub>h</sub> ).

#### 2422<sub>h</sub>

Маска физических счетчиков, по которым произошло прерывание.

Каждому физическому счетчику сопоставлен один бит маски.

Значение по умолчанию: 0.

Бит = 1 — произошло прерывание (выдача TPDO).

Бит = 0 — нет прерывания.

Каждое чтение маски сбрасывает все установленные значения (обнуляет маску).

#### 2423<sub>h</sub>

Общее разрешение прерывания для счетчиков.

Значение по умолчанию: FALSE.

Разрешает и запрещает общее прерывание (передачу TPDO), не влияя на индивидуальные маски прерываний (объект 2421<sub>h</sub>).

Значение = TRUE — прерывание разрешено.

Значение = FALSE — прерывание запрещено.

#### 2424<sub>h</sub>

Верхняя уставка прерывания для физических счетчиков.

Значение по умолчанию: 0.

Прерывание (передача TPDO) будет сгенерировано, когда значение счетчика станет больше либо равным уставке. Если это условие продолжает выполняться, новое прерывание генерируется при каждом изменении значения счетчика, но с учетом возможного дополнительного условия по разности значений (объект 2426<sub>h</sub>).

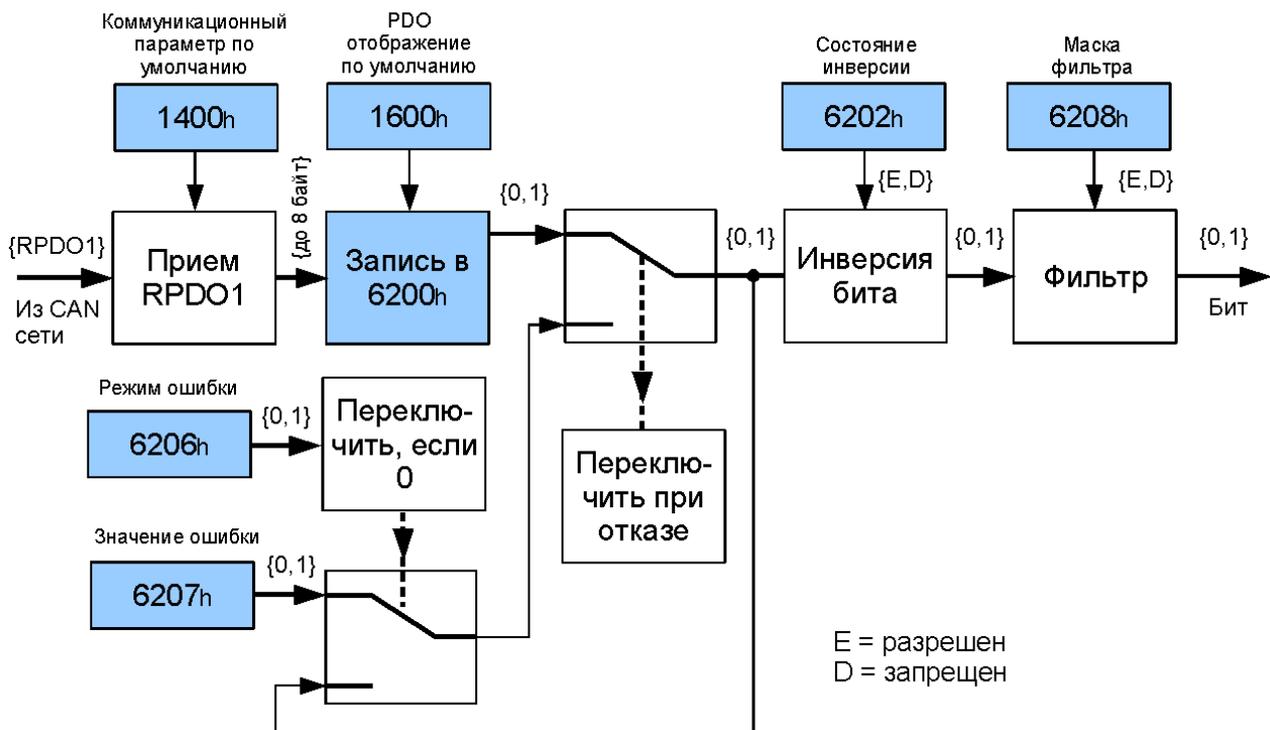
#### 2426<sub>h</sub>

Уставка разности возникновения прерывания для физических счетчиков.

Значение по умолчанию: 0.

Накладывает дополнительные ограничения на момент генерации прерывания (передачи TPDO) при выполнении условий, задаваемых объектом 2424<sub>h</sub>. Теперь будет учитываться изменение значения счетчика относительно последнего переданного данного. Новое TPDO передается, когда это изменение достигает уставки разности. Значение объекта 2426<sub>h</sub> учитывается, когда установлен бит 2 в соответствующей маске разрешения прерывания (объект 2421<sub>h</sub>).

## 9.4 Профиль цифрового вывода



### 9.4.1 Стандартизированные объекты профиля SiA 401

Устройство поддерживает до 16 цифровых выходов в формате 8-битовых данных (байт). Соответственно, число субиндексов объектов цифрового вывода - один или два.

#### 6200<sub>h</sub>

Запись цифровых выходов по 8 бит.

Значение по умолчанию: 0<sub>h</sub>.

Производит запись групп по 8 цифровых выходов. До двух байт данных отображаются RPDO 1.

#### 6202<sub>h</sub>

Инверсия уровня цифровых выходов по 8 бит.

Значение по умолчанию: 0<sub>h</sub>.

Бит = 1 — полярность цифрового выхода инвертируется.

Бит = 0 — полярность выхода не инвертируется.

#### 6206<sub>h</sub>

Режим ошибки для цифровых выходов по 8 бит.

Значение по умолчанию: FF<sub>h</sub>.

Определяет поведение цифровых выходов при переходе устройства в режим ошибки.

Бит = 1 — бит принимает логический уровень, определенный в объекте 6207<sub>h</sub>.

Бит = 0 — значение бита не изменяется.

#### 6207<sub>h</sub>

Значение при возникновении ошибки для цифровых выходов по 8 бит.

Значение по умолчанию: 0<sub>h</sub>.

Определяет значения цифровых выходов, которые устанавливаются при переходе устройства в режим ошибки, если это разрешено объектом 6206<sub>h</sub>.

Бит = 0 — выход примет значение 0 при наличии разрешения в объекте 6206<sub>h</sub>.

Бит = 1 — выход примет значение 1 при наличии разрешения в объекте 6206<sub>h</sub>.

#### 6208<sub>h</sub>

Маска фильтра для цифровых выходов по 8 бит.

Значение по умолчанию: FF<sub>h</sub>.

Задаёт дополнительный конфигурируемый выходной фильтр.

Бит = 1 — выход устанавливается на принятое и обработанное значение.

Бит = 0 — принятое значение игнорируется и логический уровень выхода не изменяется.

### 9.4.2 Объекты, определяемые производителем устройства

#### 2010<sub>h</sub>

Состояние цифровых выходов по 8 бит.

Значение объекта обновляется вне зависимости от способа обработки соответствующих ЕМСУ (объекты 2011<sub>h</sub>, 2012<sub>h</sub>).

Значение по умолчанию: нет.

Чтение (состояние выхода):

Бит = 1 — короткое замыкание (КЗ) цифрового выхода.

Бит = 0 — норма.

#### 2011<sub>h</sub>

Время подавления посылок ЕМСУ при КЗ цифровых выходов.

Значение по умолчанию: 10000.

Минимальное значение: 1000.

Максимальное значение: 65535.

Объект задается в виде множителя 100 мкс временных интервалов.

Дополнительное значение: 0.

При обнаружении состояния КЗ цифровых выходов предпринимается попытка сброса этого состояния и передается сообщение с кодом ошибки 2320<sub>h</sub>. В случае ликвидации КЗ очищается бит 1 (ток) регистра ошибки (объект 1001<sub>h</sub>).

Если значение объекта равно нулю, сообщение передается при каждом изменении состояния цифровых выходов (объект 2010<sub>h</sub>). Когда оно отлично от нуля, срочные сообщения отправляются периодически, а поток ЕМСУ при постоянном КЗ выхода определяется совокупностью значений объектов 2011<sub>h</sub> и 1015<sub>h</sub>.

Для устройства R2DIO задаваемое производителем поле ошибки ЕМСУ содержит информацию о состоянии КЗ выходов. Байт 3 ЕМСУ - состояние КЗ выходов 1..8, байт 4 - КЗ выходов 9..16.

#### 2012<sub>h</sub>

Маска формирования сообщения ЕМСУ при КЗ для цифровых выходов по 8 бит.

Значение по умолчанию: FF<sub>h</sub>.

Бит = 1 — сообщение ЕМСУ при КЗ передается в CAN сеть.

Бит = 0 — КЗ регистрируется в списке ошибок (объект 1003<sub>h</sub>) без передачи ЕМСУ.

### 9.4.3 Особенности инициализации профиля

При инициализации устройства на каждый цифровой выход выводится:  
Значение по умолчанию.

При условии, что не проводилось сохранения параметров приложения в энергонезависимой памяти, либо значения параметров по умолчанию были восстановлены (объект 1011<sub>h</sub> субиндексы 1 или 3).

Значение объекта 6200<sub>h</sub>, сохраненное в энергонезависимой памяти.

При условии, что было проведено сохранение параметров приложения в энергонезависимой памяти (объект 1010<sub>h</sub> субиндексы 1 или 3).

### 9.4.4 Поведение устройства в режиме ошибки.

Устройство переходит в режим ошибки в следующих случаях:

- при останове CAN узла NMT командой Stop Remote Node;
- при отказах, обрабатываемых с использованием объекта 1029<sub>h</sub> (поведение устройства при возникновении ошибок).
- при получении GFC команды (если активирован протокол EN50325-5).
- при ошибках протокола EN50325-5 (когда он активирован).

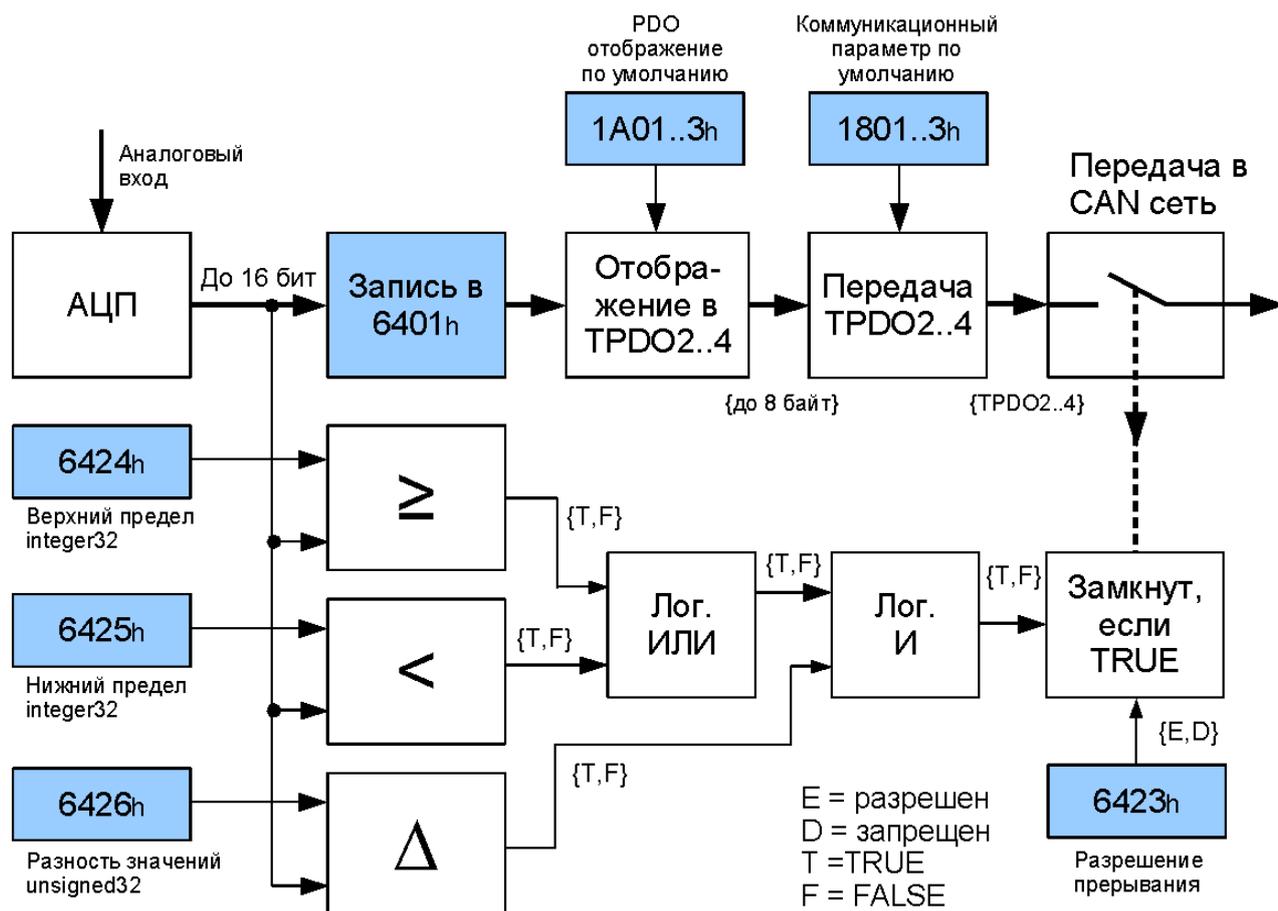
Если переход в режим ошибки происходит при активированном протоколе EN50325-5, генерируется GFC команда и работа по безопасному протоколу прекращается.

Цифровые выходы возвращаются в штатный режим обслуживания при переводе устройства в операционное состояние (NMT команда Start Remote Node) либо его перезапуске (NMT команда Reset Node). Переход устройства в пред-операционное состояние (NMT команда Enter Pre-Operational), а также перезапуск его коммуникационной подсистемы (NMT команда Reset Communication) не обеспечивают выхода из режима ошибки.

В режиме ошибки попытка записи объектов 6200<sub>h</sub>, 6202<sub>h</sub>, 6206<sub>h</sub>, 6207<sub>h</sub> и 6208<sub>h</sub> отвергается с выдачей SDO аборт кода 0800 0022<sub>h</sub> (данные не могут быть переданы приложению вследствие текущего состояния устройства). Кроме того, если устройство находится в операционном NMT состоянии, передается EMCY с кодом ошибки FF80<sub>h</sub> (устройство находится в режиме ошибки). Если значение объекта 6200<sub>h</sub> принимается с использованием PDO протокола, соответствующее RPDO игнорируется и считается не принятым.

При выходе из режима ошибки регистр ошибок (объект 1001<sub>h</sub>) сбрасывается в ноль.

## 9.5 Профиль аналогового ввода 16 разрядов



### 9.5.1 Стандартизированные объекты профиля SiA 401

Устройство поддерживает восемь каналов аналогового ввода. Соответственно, формируется восемь субиндексов объектов аналогового ввода.

#### 6401<sub>h</sub>

Чтение 16-разрядных аналоговых входов.

Значение по умолчанию: нет.

Производит считывание аналоговых данных разрядностью до 16 бит. Группы по 4 канала отображаются в соответствующий TPDO (каналы 1-4 в TPDO2, каналы 5-8 в TPDO3). Если фактическая разрядность аналоговых данных меньше 16 бит, они выравниваются влево.

#### 6403<sub>h</sub>

Чтение 16-разрядных аналоговых входов в формате с плавающей точкой (real32).

Значение по умолчанию: нет.

Значение объекта 6403<sub>h</sub> рассчитывается по формуле:

$$(\text{Объект } 6403_h) = (\text{Объект } 6401_h) * (\text{Объект } 642F_h) + (\text{Объект } 642E_h)$$

#### 6421<sub>h</sub>

Маска разрешения прерывания для аналоговых входов.

Значение по умолчанию: 7<sub>h</sub> (прерывания разрешены).

Определяет, какие события будут вызывать прерывание (передачу TPDO) для соответствующего канала аналоговых входов.

Биты	Значение	Описание
5-7	0	Зарезервированы.
3,4	0/1	Не используются.
2	0/1	Значение изменилось более абсолютной разности (6426 <sub>h</sub> ).
1	0/1	Значение менее нижнего предела (6425 <sub>h</sub> ).
0	0/1	Значение превышает верхний предел (6424 <sub>h</sub> ).

#### 6422<sub>h</sub>

Маска аналоговых входов, по которым произошло прерывание. Каждому аналоговому каналу сопоставлен один бит маски.

Значение по умолчанию: 0.

Бит = 1 — произошло прерывание (выдача TPDO).

Бит = 0 — нет прерывания.

Каждое чтение маски сбрасывает все установленные значения (обнуляет маску).

#### 6423<sub>h</sub>

Общее разрешение прерывания для аналоговых входов.

Значение по умолчанию: FALSE.

Разрешает и запрещает общее прерывание (передачу TPDO), не влияя на индивидуальные маски прерываний (объект 6421<sub>h</sub>).

Значение = TRUE — прерывание разрешено.

Значение = FALSE — прерывание запрещено.

#### 6424<sub>h</sub>

Целочисленная верхняя уставка прерывания от аналоговых входов.

Значение по умолчанию: 0.

Прерывание (передача TPDO) будет сгенерировано, когда значение аналогового входа (с учетом выравнивания) станет больше либо равным уставке. Если это условие продолжает выполняться, новое прерывание генерируется при каждом изменении аналоговой величины, но с учетом возможного дополнительного условия по разности значений (объект 6426<sub>h</sub>).

Значение данного объекта не масштабируется объектами 642E<sub>h</sub> и 642F<sub>h</sub>.

#### 6425<sub>h</sub>

Целочисленная нижняя уставка прерывания от аналоговых входов.

Значение по умолчанию: 0.

Прерывание (передача TPDO) будет сгенерировано, когда значение аналогового входа (с учетом выравнивания) станет меньше уставки. Если это условие продолжает выполняться, новое прерывание генерируется при каждом изменении аналоговой величины, но с учетом возможного дополнительного условия по разности значений (объект 6426<sub>h</sub>).

Значение данного объекта не масштабируется объектами 642E<sub>h</sub> и 642F<sub>h</sub>.

#### 6426<sub>h</sub>

Без-знаковая уставка абсолютной разности возникновения прерывания от аналоговых входов.

Значение по умолчанию: 0.

Накладывает дополнительные ограничения на момент генерации прерывания (передачи TPDO) при выполнении условий, задаваемых объектами 6424<sub>h</sub> и 6425<sub>h</sub>. Теперь будет

учитываться изменение аналогового значения относительно последнего переданного уровня. Новое TPDO передается, когда это изменение достигает уставки разности. Значение данного объекта не масштабируется объектами 642E<sub>h</sub> и 642F<sub>h</sub>.

#### 642E<sub>h</sub>

Величина смещения для аналоговых данных в формате с плавающей точкой (объект 6403<sub>h</sub>).

Значение по умолчанию: 0.0

Значение объекта 6403<sub>h</sub> рассчитывается по формуле:

$$(\text{Объект } 6403_h) = (\text{Объект } 6401_h) * (\text{Объект } 642F_h) + (\text{Объект } 642E_h)$$

#### 642F<sub>h</sub>

Масштабирующий множитель для аналоговых данных в формате с плавающей точкой (объект 6403<sub>h</sub>).

Значение по умолчанию: 1.0

Значение объекта 6403<sub>h</sub> рассчитывается по формуле:

$$(\text{Объект } 6403_h) = (\text{Объект } 6401_h) * (\text{Объект } 642F_h) + (\text{Объект } 642E_h)$$

### 9.5.2 Объекты, определяемые производителем устройства

#### 2001<sub>h</sub>

Индекс диапазона аналогового ввода для каналов 1..8.

Одинаков для всех каналов аналогового ввода.

Значение объекта	Диапазон аналогового ввода
0	0..+10 В
1	0..+5 В
2	0..+2,5 В
3 – 7	не используются
8	4–20 мА (0..10В)
9	4–20 мА (0..5В)
10	4–20 мА (0..2,5В)
11 – 15	не используются

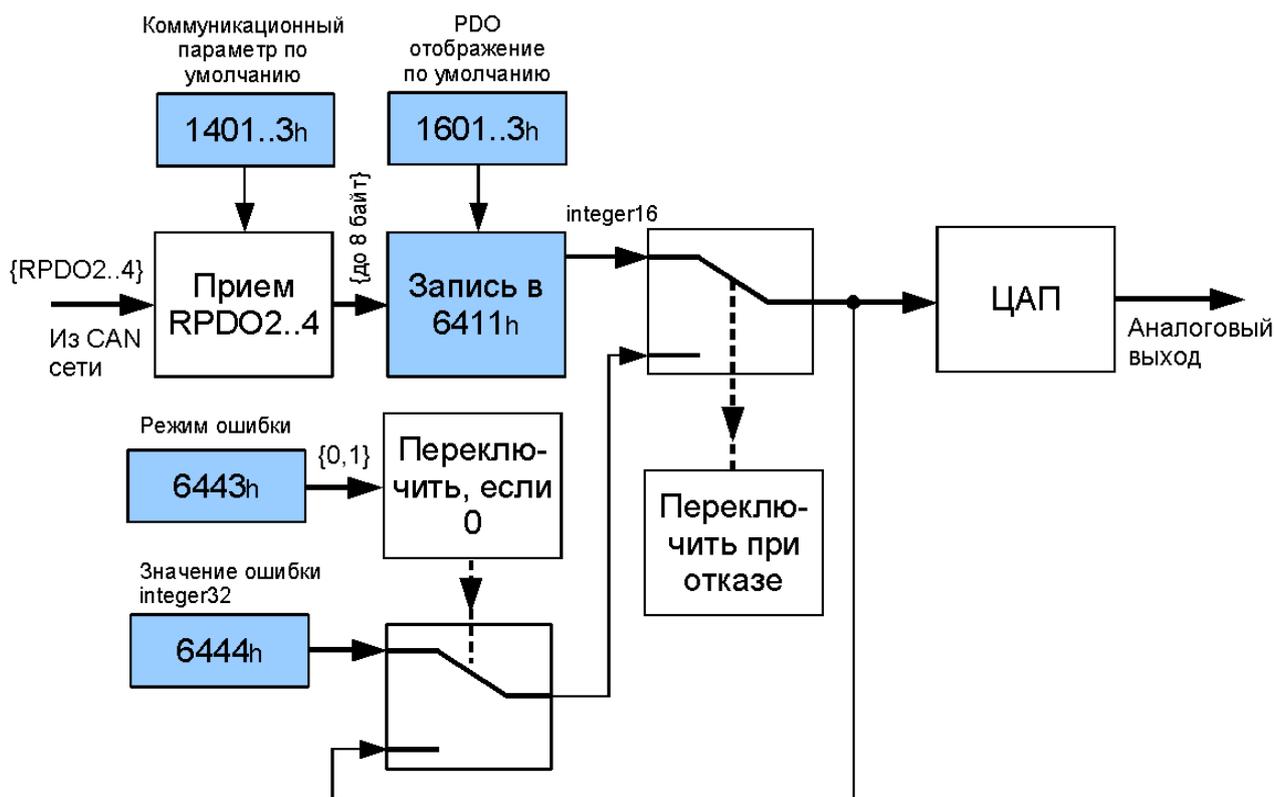
#### 2002<sub>h</sub>

Индекс частоты выборки (сэмплирования) для АЦП аналоговых входов 1..8.

Одинаков для всех каналов аналогового ввода.

Значение объекта	Частота выборки, Гц
0	2,5
1	5
2	10
3	25
4	30
5	50
6	100
7	500

## 9.6 Профиль аналогового вывода 16 разрядов



### 9.6.1 Стандартизированные объекты профиля SiA 401

Устройство поддерживает восемь каналов аналогового вывода. Соответственно, формируется восемь субиндексов объектов аналогового вывода.

#### 6411<sub>h</sub>

Запись 16-разрядных аналоговых выходов.

Значение по умолчанию: 0.

Производит вывод аналоговых данных разрядностью до 16 бит. Группы по 4 канала отображаются в соответствующий RPDO (каналы 1-4 в RPDO2, каналы 5-8 в RPDO3). Если фактическая разрядность аналоговых данных меньше 16 бит, они выравниваются влево.

#### 6443<sub>h</sub>

Режим ошибки для аналоговых выходов.

Значение по умолчанию: 1.

Определяет поведение аналоговых выходов при переходе устройства в режим ошибки.

= 1 — аналоговый выход принимает значение, определенное в объекте 6444<sub>h</sub>.

= 0 — уровень аналогового выхода не изменяется.

#### 6444<sub>h</sub>

Целочисленное значение аналоговых выходов при ошибке.

Значение по умолчанию: 0.

Определяет значения аналоговых выходов, которые устанавливаются при переходе устройства в режим ошибки, если это разрешено объектом 6443<sub>h</sub>.

## 9.6.2 Объекты, определяемые производителем устройства

### 2008<sub>h</sub>

Индекс диапазона аналогового вывода для каналов 1..8.

Определяется индивидуально для каждого канала аналогового вывода (ЦАП).

Значение объекта	Диапазон аналогового вывода
0	0..+5 В
1	0..+10 В
2	-5..+5 В
3	-10..+10 В
4	4–20 мА

### 2018<sub>h</sub>

Состояние аналоговых выходов 1..8.

Значение объекта обновляется вне зависимости от способа обработки соответствующих ЕМСУ (объекты 2019<sub>h</sub>, 201А<sub>h</sub>, 201В<sub>h</sub>).

Значение по умолчанию: нет.

Состояние выхода:

Бит = 1 — ошибка выхода (короткое замыкание для выходов напряжения или обрыв цепи для токового выхода).

Бит = 0 — нормальное состояние выхода.

### 2019<sub>h</sub>

Время подавления посылок ЕМСУ при ошибке аналоговых выходов.

Значение по умолчанию: 10000.

Минимальное значение: 1000.

Максимальное значение: 65535.

Объект задается в виде множителя 100 мкс временных интервалов.

Дополнительное значение: 0.

При обнаружении ошибок выхода передается сообщение с кодом ошибки 2320<sub>h</sub> для выходов напряжения (КЗ) или 2330<sub>h</sub> для токовых выходов (обрыв цепи). При ликвидации всех ошибок очищается бит 1 (ток) регистра ошибки.

Если значение объекта равно нулю, сообщение передается при каждом изменении состояния аналоговых выходов (объект 2018<sub>h</sub>). Когда оно отлично от нуля, срочные сообщения отправляются периодически, а поток ЕМСУ при постоянной ошибке выхода определяется совокупностью значений объектов 2019<sub>h</sub> и 1015<sub>h</sub>.

Для устройства R2AIO задаваемое производителем поле ошибки ЕМСУ содержит информацию о состоянии выходов. Байт 3 ЕМСУ - состояние ошибки выходов 1..8.

### 201А<sub>h</sub>

Маска формирования сообщения ЕМСУ при КЗ для аналоговых выходов.

Значение по умолчанию: FF<sub>h</sub>.

Бит = 1 — сообщение ЕМСУ при КЗ передается в CAN сеть.

Бит = 0 — КЗ регистрируется в списке ошибок (объект 1003<sub>h</sub>) без передачи ЕМСУ.

### 201В<sub>h</sub>

Маска формирования сообщения ЕМСУ при обрыве цепи для аналоговых выходов.

Значение по умолчанию: FF<sub>h</sub>.

Бит = 1 — сообщение EMCY при обрыве выхода передается в CAN сеть.

Бит = 0 — обрыв регистрируется в списке ошибок (объект 1003<sub>h</sub>) без передачи EMCY.

### 2030<sub>h</sub>

Индекс таймера скорости изменения значения на выходе ЦАП.

Значение по умолчанию: 0.

Совместно с объектом 2031<sub>h</sub> управляет фактической скоростью изменения значения на выходе ЦАП.

Для изделий, которые имеют значение регистра статуса производителя (объект 1002<sub>h</sub>) 00000001<sub>h</sub> управление скоростью изменения выхода не производится.

Значение объекта (hex)	Частота изменения уровня ЦАП (Гц)
0	65000
1	32500
2	16250
3	8125
4	4060
5	2030
6	1015
7	500
8	250
9	125
A	64
B	32
C	16
D	8
E	4
F	0.5

### 2031<sub>h</sub>

Индекс шага скорости изменения значения на выходе ЦАП.

Значение по умолчанию: 0.

Совместно с объектом 2030<sub>h</sub> управляет фактической скоростью изменения значения на выходе ЦАП.

Для изделий, которые имеют значение регистра статуса производителя (объект 1002<sub>h</sub>) 00000001<sub>h</sub> управление скоростью изменения выхода не производится.

Значение объекта (hex)	Шаг изменения уровня ЦАП (LSB)
0	1
1	2
2	4
3	16
4	32
5	64
6	128

### 9.6.3 Особенности инициализации профиля

При инициализации устройства, поддерживающего профиль аналогового вывода, на каждый аналоговый выход выводится одно из двух значений:

Значение по умолчанию.

При условии, что не проводилось сохранения параметров приложения в энергонезависимой памяти, либо значения параметров по умолчанию были восстановлены (объект 1011<sub>h</sub> субиндексы 1 или 3).

Значение объекта 6411<sub>h</sub>, сохраненное в энергонезависимой памяти.

При условии, что было проведено сохранение параметров приложения в энергонезависимой памяти (объект 1010<sub>h</sub> субиндексы 1 или 3).

### 9.6.4 Поведение устройства в режиме ошибки

Устройство переходит в режим ошибки в следующих случаях:

- при останове CAN узла NMT командой Stop Remote Node;
- при отказах, обрабатываемых с использованием объекта 1029<sub>h</sub> (поведение устройства при возникновении ошибок).
- при получении GFC команды (если активирован протокол EN50325-5).
- при ошибках протокола EN50325-5 (когда он активирован).

Если переход в режим ошибки происходит при активированном протоколе EN50325-5, генерируется GFC команда и работа по безопасному протоколу прекращается.

Аналоговые выходы возвращаются в штатный режим обслуживания при переводе устройства в операционное состояние (NMT команда Start Remote Node) либо его перезапуске (NMT команда Reset Node). Переход устройства в пред-операционное состояние (NMT команда Enter Pre-Operational), а также перезапуск его коммуникационной подсистемы (NMT команда Reset Communication) не обеспечивают выхода из режима ошибки.

В режиме ошибки попытка записи объектов 6411<sub>h</sub>, 6443<sub>h</sub> и 6444<sub>h</sub> отвергается с выдачей SDO аборт кода 0800 0022<sub>h</sub> (данные не могут быть переданы приложению вследствие текущего состояния устройства). Кроме того, если устройство находится в операционном NMT состоянии, передается сообщение с кодом ошибки FF80<sub>h</sub> (устройство находится в режиме ошибки). Если значение объекта 6411<sub>h</sub> принимается с использованием PDO протокола, соответствующее RPDO игнорируется и считается не принятым.

При выходе из режима ошибки регистр ошибок (объект 1001<sub>h</sub>) сбрасывается в ноль.

## 10. Индикация состояния устройства

Индикация состояния устройства осуществляется в соответствии с «проектными рекомендациями по использованию светодиодов» (CiA 303 часть 3 v. 1.4). Для этого используется совмещенный красно-зеленый светодиод Status. В случае конфликтов индикации преимущество имеет красный светодиод.

### 10.1 Зеленый светодиод (работа)

Индикация	Состояние устройства
Мигает с частотой 2.5 Гц.	Устройство в ПРЕД-операционном состоянии.
Одна вспышка длительностью 200 мс с паузой 1 с.	Устройство остановлено.
Светится непрерывно.	Устройство в операционном состоянии.

### 10.2 Красный светодиод (ошибка)

Индикация	Состояние устройства
Погашен.	Нет ошибки. Красный светодиод гасится при получении устройством любой адресованной ему NMT команды из CAN сети.
Мигает с частотой 2.5 Гц.	Общая конфигурационная ошибка.
Одна вспышка длительностью 200 мс с паузой 1 с.	Счетчик(и) ошибок CAN контроллера достиг(ли) уровня предостережения (слишком много искаженных кадров в сети).
Две вспышки длительностью 200 мс с интервалом 200 мс и паузой 1 с.	Истекло время жизни для протокола охраны узла.
Три вспышки длительностью 200 мс с интервалом 200 мс и паузой 1 с.	Не получен объект синхронизации SYNC за установленный интервал времени (объект 1006 <sub>h</sub> ).
Четыре вспышки длительностью 200 мс с интервалом 200 мс и паузой 1 с.	Не получено RPDO до истечения его таймера события.
Светится непрерывно.	Устройство отключено от шины (состояние bus-off). Устройство логически отключено от канального уровня CAN сети по записи.

Если погашены оба светодиода, это означает, что значения номера CAN узла или скорости CAN сети выставлены не верно (устройство не запущено).

Оба светодиода также гасятся, если устройство получает из CAN сети несуществующую NMT команду. При этом NMT состояние устройства не изменяется.

## 11. Коды ошибок CANopen

### 11.1 Коды ошибок при SDO обмене (SDO аборт код)

Аборт код	Описание
0503 0000 <sub>h</sub>	Не изменился мерцающий (toggle) бит.
0504 0000 <sub>h</sub>	Тайм-аут SDO протокола.
0504 0001 <sub>h</sub>	Неверная либо не известная команда протокола.
0504 0002 <sub>h</sub>	Неверный размер блока данных (только для блочного протокола).
0504 0003 <sub>h</sub>	Неверный номер кадра (только для блочного протокола).
0504 0004 <sub>h</sub>	Ошибка CRC (только для блочного протокола).
0504 0005 <sub>h</sub>	Не хватает памяти.
0601 0000 <sub>h</sub>	Запрашиваемый доступ к объекту не поддерживается.
0601 0001 <sub>h</sub>	Попытка чтения только записываемого (WO) объекта.
0601 0002 <sub>h</sub>	Попытка записи только читаемого (RO) объекта.
0602 0000 <sub>h</sub>	Нет такого объекта в объектном словаре.
0604 0041 <sub>h</sub>	Объект не может быть отображен в PDO или SRDO.
0604 0042 <sub>h</sub>	Полная длина отображаемых объектов превышает максимальный размер PDO или SRDO (64 бита).
0604 0043 <sub>h</sub>	Общая несовместимость параметров.
0604 0047 <sub>h</sub>	Общая внутренняя несовместимость в устройстве.
0606 0000 <sub>h</sub>	Отказ в доступе из-за аппаратной ошибки.
0607 0010 <sub>h</sub>	Неподходящий тип данных или длина параметра.
0607 0012 <sub>h</sub>	Неподходящий тип данных, превышена длина параметра.
0607 0013 <sub>h</sub>	Неподходящий тип данных, мала длина параметра.
0609 0011 <sub>h</sub>	Нет такого субиндекса.
0609 0030 <sub>h</sub>	Неверное значение параметра (только для записи данных).
0609 0031 <sub>h</sub>	Значение параметра слишком велико (только для записи данных).
0609 0032 <sub>h</sub>	Значение параметра слишком мало (только для записи данных).
0609 0036 <sub>h</sub>	Максимальное значение меньше минимального.
060A 0023 <sub>h</sub>	Ресурс не доступен: SDO соединение.
0800 0000 <sub>h</sub>	Общая ошибка.
0800 0020 <sub>h</sub>	Данные не могут быть переданы приложению.
0800 0021 <sub>h</sub>	Данные не могут быть переданы приложению из-за особенностей локального управления.
0800 0022 <sub>h</sub>	Данные не могут быть переданы приложению вследствие текущего состояния устройства.

0800 0023 <sub>h</sub>	Не удалось динамически сгенерировать объектный словарь или нет объектного словаря.
0800 0024 <sub>h</sub>	Нет данных.

## 11.2 Коды ошибок объекта EMCY

Код ошибки	Назначение
0000 <sub>h</sub>	Сброс либо отсутствие ошибки или предупреждение.
0080 <sub>h</sub>	При переходе устройства в операционное NMT состояние общее прерывание для аналоговых входов или счетчиков (объекты 6423 <sub>h</sub> , 2423 <sub>h</sub> ) запрещено.
00FF <sub>h</sub>	Значение дополнительных параметров GFC команды (объект 13E0 <sub>h</sub> ) отлично от умолчания.
1000 <sub>h</sub>	Общая ошибка.
2000 <sub>h</sub>	Ток - общая ошибка.
2100 <sub>h</sub>	Ток на входе в устройство - общая ошибка.
2200 <sub>h</sub>	Ток внутри устройства - общая ошибка.
2300 <sub>h</sub>	Выходной ток устройства - общая ошибка.
2320 <sub>h</sub>	Короткое замыкание выходов.
2330 <sub>h</sub>	Обрыв цепи выходов.
3000 <sub>h</sub>	Напряжение - общая ошибка.
3100 <sub>h</sub>	Напряжение питания - общая ошибка.
3200 <sub>h</sub>	Напряжение внутри устройства - общая ошибка.
3300 <sub>h</sub>	Выходное напряжение - общая ошибка.
4000 <sub>h</sub>	Температура - общая ошибка.
4100 <sub>h</sub>	Температура окружающей среды - общая ошибка.
4200 <sub>h</sub>	Температура устройства - общая ошибка.
5000 <sub>h</sub>	«Железо» устройства - общая ошибка.
6000 <sub>h</sub>	Программное обеспечение устройства - общая ошибка.
6100 <sub>h</sub>	Встроенное программное обеспечение - общая ошибка.
6180 <sub>h</sub>	Переполнение выходного CANopen кэша.
6190 <sub>h</sub>	Ошибка инициализации CANopen таймера.
6191 <sub>h</sub>	Наложение тиков CANopen таймера.
61A0 <sub>h</sub>	Ошибка данных в энергонезависимой памяти.
61A1 <sub>h</sub>	Ошибка при работе с энергонезависимой памятью.
6200 <sub>h</sub>	Программное обеспечение пользователя - общая ошибка.
6300 <sub>h</sub>	Данные - общая ошибка.
7000 <sub>h</sub>	Дополнительные модули - общая ошибка.

8000 <sub>h</sub>	Мониторинг - общая ошибка.
8100 <sub>h</sub>	Коммуникации - общая ошибка.
8110 <sub>h</sub>	Переполнение CAN (потеря объекта).
8120 <sub>h</sub>	CAN в пассивном к ошибке состоянии.
8130 <sub>h</sub>	Ошибка протокола сердцебиения либо охраны узла.
8140 <sub>h</sub>	Выход из состояния отключения от шины (bus-off).
8150 <sub>h</sub>	Коллизия передаваемых идентификаторов (CAN-ID).
8180 <sub>h</sub>	Событие CAN контроллера «hardware overrun».
8181 <sub>h</sub>	Событие CAN контроллера «software overrun».
8182 <sub>h</sub>	Событие CAN контроллера «error warning limit».
8183 <sub>h</sub>	Событие CAN контроллера «write timeout».
8190 <sub>h</sub>	Прекращена работа по безопасному протоколу EN50325-5.
8200 <sub>h</sub>	Ошибка протокола - общая ошибка.
8210 <sub>h</sub>	PDO не может быть обработан из-за ошибки длины данных.
8211 <sub>h</sub>	SRDO не может быть обработан из-за ошибки длины данных.
8220 <sub>h</sub>	Превышен максимальный размер PDO.
8230 <sub>h</sub>	Не обработан мультиплексированный PDO с режимом адреса назначения (DAM): соответствующий объект не доступен.
8240 <sub>h</sub>	Неподходящая длина данных SYNC кадра.
8250 <sub>h</sub>	Таймаут RPDO.
9000 <sub>h</sub>	Внешняя ошибка - общая ошибка.
F000 <sub>h</sub>	Дополнительные функции - общая ошибка.
FF00 <sub>h</sub>	Определяется конкретным типом CANopen устройства - общая ошибка.
FF80 <sub>h</sub>	Устройство находится в режиме ошибки.

Цветом выделены дополнительные и не стандартные коды ошибок.

Ошибки с кодами 6180<sub>h</sub>, 6190<sub>h</sub>, 61A0<sub>h</sub> и 61A1<sub>h</sub> заносятся в список ошибок (объект 1003<sub>h</sub>) но не передаются в качестве срочного сообщения, поскольку объект EMCY отсутствует в системе (этап инициализации) либо не может быть передан в CAN сеть.

## 12. Предопределенное распределение идентификаторов

### 12.1 Широковещательные объекты

Идентификаторы широковещательных объектов не зависят от номера CAN узла.

CAN-ID	Назначение	Индекс объекта
0	NMT объекты	—
1	GFC команда (EN50325-5)	1300 <sub>h</sub>
128 (80 <sub>h</sub> )	Объект синхронизации SYNC	1005 <sub>h</sub>
256 (100 <sub>h</sub> )	Объект временной метки Time Stamp	1012 <sub>h</sub>

### 12.2 Объекты класса равный-к-равному (peer-to-peer)

Идентификаторы объектов равный-к-равному зависят от номера CAN узла.

CAN-ID	Назначение	Индекс объекта
129 (81 <sub>h</sub> ) – 255 (FF <sub>h</sub> )	Объекты срочного сообщения EMCY для узлов сети 1 – 127	1014 <sub>h</sub>
257 (101 <sub>h</sub> ) – 384 (180 <sub>h</sub> )	Объекты данных безопасного протокола (SRDO, EN50325-5)	1301 <sub>h</sub>
385 (181 <sub>h</sub> ) – 511 (1FF <sub>h</sub> )	Первые передаваемые PDO (TPDO1) для узлов сети 1 – 127	1800 <sub>h</sub>
513 (201 <sub>h</sub> ) – 639 (27F <sub>h</sub> )	Первые принимаемые PDO (RPDO1) для узлов сети 1 – 127	1400 <sub>h</sub>
641 (281 <sub>h</sub> ) – 767 (2FF <sub>h</sub> )	Вторые передаваемые PDO (TPDO2) для узлов сети 1 – 127	1801 <sub>h</sub>
769 (301 <sub>h</sub> ) – 895 (37F <sub>h</sub> )	Вторые принимаемые PDO (RPDO2) для узлов сети 1 – 127	1401 <sub>h</sub>
897 (381 <sub>h</sub> ) – 1023 (3FF <sub>h</sub> )	Третьи передаваемые PDO (TPDO3) для узлов сети 1 – 127	1802 <sub>h</sub>
1025 (401 <sub>h</sub> ) – 1151 (47F <sub>h</sub> )	Третьи принимаемые PDO (RPDO3) для узлов сети 1 – 127	1402 <sub>h</sub>
1153 (481 <sub>h</sub> ) – 1279 (4FF <sub>h</sub> )	Четвертые передаваемые PDO (TPDO4) для узлов сети 1 – 127	1803 <sub>h</sub>
1281 (501 <sub>h</sub> ) – 1407 (57F <sub>h</sub> )	Четвертые принимаемые PDO (RPDO4) для узлов сети 1 – 127.	1403 <sub>h</sub>
1409 (581 <sub>h</sub> ) – 1535 (5FF <sub>h</sub> )	SDO, передаваемые от сервера клиенту для узлов сети 1 – 127	1200 <sub>h</sub>
1537 (601 <sub>h</sub> ) – 1663 (67F <sub>h</sub> )	SDO, передаваемые от клиента серверу для узлов сети 1 – 127	1200 <sub>h</sub>
1793 (701 <sub>h</sub> ) – 1919 (77F <sub>h</sub> )	Протоколы контроля ошибок (сердцебиения и охраны узла) для узлов сети 1 – 127	1016 <sub>h</sub> , 1017 <sub>h</sub>

### 12.3 Прочие объекты

CAN-ID	Назначение
2020 (7E4 <sub>h</sub> )	Ответ от LSS slave (сервис установки уровня)
2021 (7E5 <sub>h</sub> )	Запрос от LSS master (сервис установки уровня)

### 12.4 Идентификаторы ограниченного использования

Идентификаторы ограниченного использования не должны применяться в любых конфигурируемых коммуникационных объектах, будь то SYNC, TIME-STAMP, EMCY, PDO или дополнительные SDO.

CAN-IDs	Назначение
0	NMT объекты
1	GFC команда (EN50325-5)
2 (002 <sub>h</sub> ) – 127 (07F <sub>h</sub> )	Зарезервированы
257 (101 <sub>h</sub> ) – 384 (180 <sub>h</sub> )	Объекты данных протокола EN50325-5 (SRDO)
1409 (581 <sub>h</sub> ) – 1535 (5FF <sub>h</sub> )	SDO по умолчанию, передаваемые от сервера клиенту
1537 (601 <sub>h</sub> ) – 1663 (67F <sub>h</sub> )	SDO по умолчанию, передаваемые от клиента серверу
1760 (6E0 <sub>h</sub> ) – 1791 (6FF <sub>h</sub> )	Зарезервированы
1793 (701 <sub>h</sub> ) – 1919 (77F <sub>h</sub> )	Протоколы контроля ошибок
1920 (780 <sub>h</sub> ) – 2047 (7FF <sub>h</sub> )	Зарезервированы

## 13. Средства конфигурирования и тестирования

Средства конфигурирования и тестирования изделий IO Remote выполнены в виде подгружаемых модулей для программы [CANwise](#).

### 13.1 Конфигурирование устройства на основе DCF файла

Имя файла подгружаемого модуля: CANopenDCF.dll

Название подгружаемого модуля: Device Configuration Manager

Описание: CANopen\_DCF.pdf

### 13.2 Модуль для устройств цифрового ввода-вывода и счетчиков

Имя файла подгружаемого модуля:

CANopenR2DIO\_EN.dll – англоязычная версия

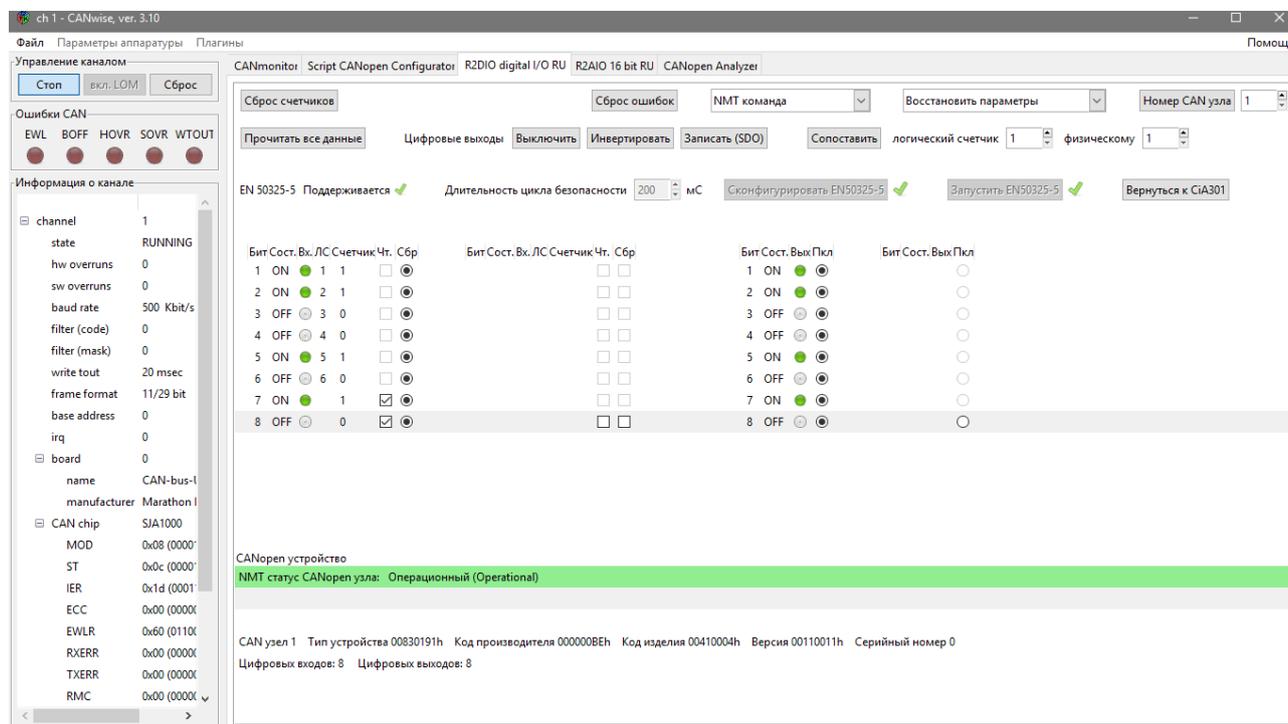
CANopenR2DIO\_RU.dll – русскоязычная версия

Название подгружаемого модуля: R2DIO digital I/O EN [RU]

Версия 2.0.x

Названия кнопок и полей модуля приводятся для русскоязычной версии.

Модуль содержит два прикладных окна и набор кнопок управления:



Верхнее окно позволяет интерактивно оперировать с цифровыми входами, счетчиками и цифровыми выходами устройства. Нижнее окно служит для описания типа устройства и отображения его состояния.

Для начала работы с CANwise нужно выполнить следующие операции:

- При необходимости задать скорость CAN сети;
- Запустить CANwise кнопкой "Старт";

Затем в окне подгружаемого модуля следует выбрать номер CAN узла устройства и нажать кнопку "Номер CAN узла". Программа осуществляет проверку наличия устройства

R2DIO по адресу заданного CAN узла. При успешном обнаружении устройства проверяется его конфигурация и определяется поддержка безопасного протокола EN50325-5. Затем активируется протокол сердцебиения и устанавливается общее разрешение прерывания для счетчиков (объект 2423<sub>h</sub>). В результате устройство начинает работу в режиме CANopen CiA 301.

Каждый цифровой вход устройства может находиться в двух состояниях: отключено (OFF) и включено (ON). Для цифровых выходов возможны три состояния: отключено (OFF), включено (ON) и короткое замыкание (КЗ). Состояние КЗ может возникнуть только при нахождении выхода во включенном состоянии (ON).

Кнопки управления.

Кнопка	Назначение
Сброс счетчиков	Производит сброс всех счетчиков в ноль. Используется CANopen PDO протокол.
Сброс ошибок	Очищает строки сообщений об ошибках в нижнем окне.
NMT команда	Ниспадающее меню. Позволяет выбрать и отправить в CAN сеть NMT команду. Команды адресуются только заданному узлу R2DIO.
Восстановить параметры	Ниспадающее меню. Позволяет восстановить значения по умолчанию для соответствующих параметров. ВСЕ – восстанавливает значения по умолчанию для всех параметров; Коммуникации – значения по умолчанию коммуникационных параметров; Приложения – значения по умолчанию параметров приложения; Предопределенные COB-ID – предопределенный набор идентификаторов; Номер CAN узла – установ номера CAN узла посредством переключателей; Скорость CAN сети – установ индекса битовой скорости посредством переключателей.
Номер CAN узла	Начинает работу с устройством R2DIO. Номер CAN узла устройства задается в поле ввода справа от кнопки.
Прочитать все данные	Считывает из устройства и отображает: значения всех цифровых входов; значения всех счетчиков; таблицу соответствия логических и физических счетчиков; значения всех цифровых выходов; состояние (норма, КЗ) всех цифровых выходов. Операции проводятся с использованием CANopen SDO протокола.
Выключить	Записывает в устройство значение выключено (OFF) для всех цифровых выходов. Используется CANopen PDO или SR протокол.
Инвертировать	Записывает в устройство инвертированное значение для всех цифровых выходов. Используется CANopen PDO или SR протокол.
Записать (SDO)	Записывает в устройство значения всех цифровых выходов с использованием CANopen SDO протокола.
Сопоставить	Назначает соответствие логических и физических счетчиков. Номера счетчиков задаются в полях ввода справа от кнопки.
Сконфигурировать EN50325-5	Конфигурирует в устройстве параметры безопасного протокола EN50325-5. Длительность цикла безопасности SCT в миллисекундах задается в поле ввода слева от кнопки. Для устойчивой работы в режиме EN50325-5

	рекомендуется устанавливать значение SCT не менее 200 миллисекунд в силу низкой точности потокового Windows таймера.
Запустить EN50325-5	Запускает работу безопасного протокола.
Вернуться к CiA 301	Останавливает работу безопасного протокола и возвращает устройство в режим CANopen CiA 301 (стандартный коммуникационный профиль).

В штатном режиме для чтения цифровых входов и управления цифровыми выходами используется PDO или SR протокол. Кнопки "Прочитать все данные" и "Записать (SDO)" применяются дополнительно к штатному режиму. SDO протокол можно использовать как в операционном, так и в пред-операционном NMT состоянии устройства.

Состояния входов, счетчиков и выходов устройства отображается в виде таблицы:

Колонка	Назначение
Таблица цифровых входов и счетчиков. Повторяется для бит 1..8 и 9..16.	
Бит	Номер бита цифрового входа и физического счетчика.
Сост.	Состояние бита ON/OFF.
Вх.	Мнемоническое отображение состояния бита.
ЛС	Номер логического счетчика.
Счетчик	Значение физического (логического) счетчика.
Чт.	Чтение значения физического счетчика с использованием SDO протокола. Активирована для счетчиков которые не назначены на логические.
Сбр	Сброс физического счетчика в ноль. Используется CANopen PDO протокол.
Таблица цифровых выходов. Повторяется для бит 1..8 и 9..16.	
Бит	Номер бита цифрового выхода.
Сост.	Состояние бита ON/OFF.
Вых	Мнемоническое отображение состояния бита, в том числе короткого замыкания.
Пкл	Переключение состояния бита ON/OFF. Используется PDO или SR протокол.

Окно описания и состояния устройства.

Строка	Назначение
1	NMT состояние устройства.
2	Информация о поступивших ошибках (EMCY, неверная длина PDO и др.).
3	Информация об исходящих ошибках (ошибки передачи данных в сеть и др.). Информация о поступившей или переданной GFC команде (EN50325-5).
4	Информация об устройстве (тип, код производителя, код изделия и др.).
5	Число разрядов цифровых входов и цифровых выходов.

## 13.3 Модуль для устройств аналогового ввода-вывода

Имя файла подгружаемого модуля:

CANopenR2AIO\_16\_EN.dll – англоязычная версия

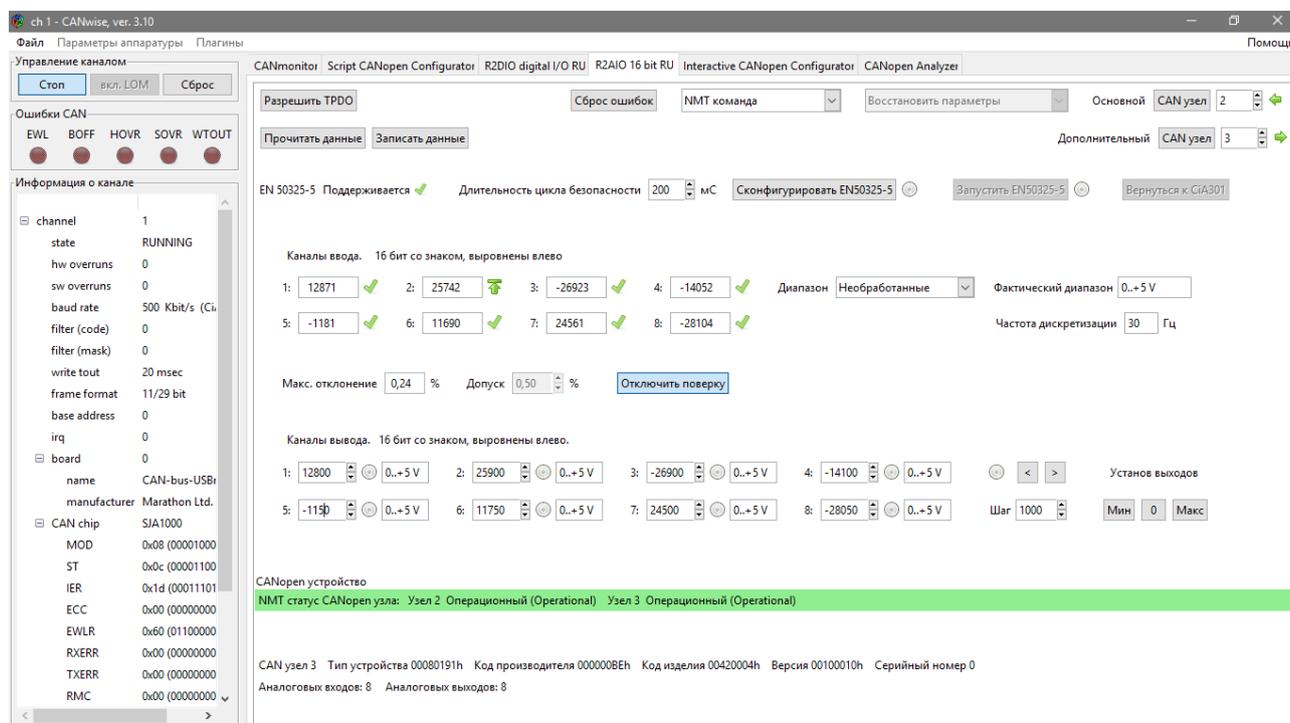
CANopenR2AIO\_16\_RU.dll – русскоязычная версия

Название подгружаемого модуля: R2AIO 16 bit EN [RU]

Версия 2.1.x

Названия кнопок и полей модуля приводятся для русскоязычной версии.

Модуль содержит два прикладных окна и набор кнопок управления:



Верхнее окно показывает состояние аналоговых входов и/или выходов устройства и позволяет интерактивно управлять каждым аналоговым выходом. Нижнее окно служит для описания типа устройства и отображения его состояния.

Для начала работы с CANwise нужно выполнить следующие операции:

- При необходимости задать скорость CAN сети;
- Запустить CANwise кнопкой "Старт";

Затем в окне подгружаемого модуля следует выбрать номер CAN узла основного устройства и нажать кнопку "CAN узел". Программа осуществляет проверку наличия устройства R2AIO по адресу заданного CAN узла. При успешном обнаружении устройства проверяется его конфигурация и определяется поддержка безопасного протокола EN50325-5. Затем активируется протокол сердцебиения и устанавливается общее разрешение прерывания для аналоговых входов (объект 6423<sub>h</sub> для аналоговых входов). В результате устройство начинает работу в режиме CANopen CiA 301.

Дополнительное устройство R2AIO может использоваться для взаимной проверки устройств аналогового ввода и вывода.

При управлениями аналоговыми выходами необходимо учитывать, что их значения должны быть выровнены влево - к старшим разрядам 16 битового слова. Выравнивание влево аналоговых входов при необходимости осуществляется в самом устройстве R2AIO.

Фактическое состояние и диапазон аналогового выхода отображаются справа от поля ввода его значения. Зеленая индикация указывает нормальное состояние выхода, красная соответствует КЗ для выходов напряжения и обрыву цепи для токовых выходов.

Кнопки управления.

Кнопка	Назначение
Разрешить TPDO / Запретить TPDO	Управляет общим разрешением прерывания для аналоговых входов (объект 6423 <sub>h</sub> ).
Сброс ошибок	Очищает строки сообщений об ошибках в нижнем окне.
NMT команда	Ниспадающее меню. Позволяет выбрать и отправить в CAN сеть NMT команду. Команды адресуются как основному, так и дополнительному узлам R2AIO.
Восстановить параметры	Ниспадающее меню. Позволяет восстановить значения по умолчанию для соответствующих параметров. Активно только для основного CAN узла. ВСЕ – восстанавливает значения по умолчанию для всех параметров; Коммуникации – значения по умолчанию коммуникационных параметров; Приложения – значения по умолчанию параметров приложения; Предопределенные COB-ID – предопределенный набор идентификаторов; Номер CAN узла – установ номера CAN узла посредством переключателей; Скорость CAN сети – установ индекса битовой скорости посредством переключателей.
CAN узел	Начинает работу с основным устройством R2AIO. Номер CAN узла устройства задается в поле ввода справа от кнопки.
Прочитать данные	Считывает из основного и дополнительного устройств и отображает: значения всех аналоговых входов; значения всех аналоговых выходов; состояние (норма, КЗ, обрыв) аналоговых выходов. Операции проводятся с использованием SDO протокола.
Записать данные	Записывает в устройство значения всех аналоговых выходов. Операция проводится с использованием SDO протокола.
CAN узел	Начинает работу с дополнительным устройством R2AIO. Номер CAN узла устройства задается в поле ввода справа от кнопки.
Сконфигурировать EN50325-5	Конфигурирует в устройстве параметры безопасного протокола EN50325-5. Длительность цикла безопасности SCT в миллисекундах задается в поле ввода слева от кнопки. Для устойчивой работы в режиме EN50325-5 рекомендуется устанавливать значение SCT не менее 200 миллисекунд в силу низкой точности потокового Windows таймера.
Запустить EN50325-5	Запускает работу безопасного протокола.
Вернуться к CiA 301	Останавливает работу безопасного протокола и возвращает устройство в режим CANopen CiA 301 (стандартный коммуникационный

	профиль).
Диапазон	Ниспадающее меню. Используется для приведения численных значений аналоговых входов к фактическому диапазону измерений. Фактический диапазон, наряду с частотой дискретизации аналоговых входов, также считывается из устройства.
Включить поверку / Отключить поверку	Включение и отключение режима взаимной поверки устройств аналогового ввода и аналогового вывода.
< >	Кнопки изменения уставок всех каналов аналогового вывода. Шаг изменения задается в поле ввода снизу от кнопок.
Мин 0 Макс	Кнопки установка всех каналов аналогового вывода в минимальное (- 32768), нулевое или максимальное (32767) значения.

В штатном режиме для чтения аналоговых входов и записи аналоговых выходов используются PDO или SR протоколы. Кнопки "Прочитать данные" и "Записать данные" применяются дополнительно к штатному режиму. SDO протокол можно использовать как в операционном, так и в пред-операционном NMT состоянии устройства.

Окно описания и состояния устройства.

Строка	Назначение
1	NMT состояние устройства.
2	Информация о поступивших ошибках (EMCY, неверная длина PDO и др.).
3	Информация об исходящих ошибках (ошибки передачи данных в сеть и др.). Информация о поступившей или переданной GFC команде (EN50325-5).
4	Информация об устройстве (тип, код производителя, код изделия и др.).
5	Число каналов аналоговых входов и аналоговых выходов.

### 13.3.1 Поверка устройств аналогового ввода-вывода

Модуль позволяет осуществлять взаимную поверку устройств аналогового ввода и аналогового вывода. Для выполнения данной операции должно быть настроено эталонное устройство с использованием внешнего поверочного оборудования. Это устройство подключается в качестве основного CAN узла. Поверяемое изделие подключаются в качестве дополнительного узла. Соответствующие каналы входов и выходов устройств должны быть соединены друг с другом, Фактические диапазоны устройств также должны быть согласованы.

При нажатии кнопки "Включить поверку" запускается сравнение «сырых» данных соответствующих каналов ввода и вывода. Допустимое абсолютное рассогласование входов и выходов задается в поле ввода "Допуск" в процентах от полного диапазона необработанных измерений (65535 отсчетов). Канал, в котором обнаружено максимальное рассогласование, помечается отдельным символом, а величина максимального отклонения выводится в поле "Макс. отклонение".

Если число входных каналов превышает количество аналоговых выходов, осуществляется циклическое сопоставление каналов аналогового вывода каналам аналогового ввода. Например, для устройств с четырьмя входными каналами и двумя

Марафон. Изделия IO Remote, версия 00110012h. 06 апреля 2018 г.

выходными входы 1 и 3 будут сопоставлены каналу 1, а входы 2 и 4 каналу 2 аналогового вывода.