

Высоковольтные источники питания

Техническое описание
CANopen профиль SiA 401+

Коды проекта **005***_h

Версия устройства **00010002**_h

Москва, 2016

Оглавление

1. Основные характеристики источников.....	3
1.1 Технические данные.....	3
1.2 Параметры CAN сети.....	3
1.3 Поддерживаемые CANopen протоколы.....	3
1.4 EDS файлы электронной спецификации устройств.....	4
2. Соглашения по документации.....	5
2.1 Принятые сокращения.....	5
2.2 Обозначение основных типов данных.....	6
2.3 Прочие соглашения.....	6
3. Изменения в версиях изделий.....	7
4. Структура объектного словаря.....	8
5. Коммуникационный профиль CiA 301.....	13
6. Профиль высоковольтного источника.....	26
6.1 Объекты, определяемые производителем устройства.....	26
6.2 Профиль измерения аналоговых параметров.....	29
6.3 Профиль уставок.....	32
6.3.1 Поведение устройства в режиме ошибки.....	33
7. Индикация состояния устройства.....	34
7.1 Красный светодиод (ошибка).....	34
7.2 Зеленый светодиод (работа).....	34
8. Коды ошибок CANopen.....	35
8.1 Коды ошибок при SDO обмене (SDO аборт код).....	35
8.2 Коды ошибок объекта срочного сообщения EMCY.....	36
9. Предопределенное распределение идентификаторов.....	38
9.1 Широковещательные объекты.....	38
9.2 Объекты класса равный-к-равному (peer-to-peer).....	38
9.3 Идентификаторы ограниченного использования.....	39
10. Средства конфигурирования и тестирования.....	40
10.1 Конфигурирование устройства на основе DCF файла.....	40
10.2 Модуль тестирования крейта источников.....	40
10.3 Модуль сохранения параметров источника.....	42
10.3.1 Работа с группами параметров.....	43
10.3.2 Очистка страниц энергонезависимой памяти.....	44

1. Основные характеристики источников

1.1 Технические данные

Число аналоговых входов	3, калиброванные
Число аналоговых выходов	1, калиброванный
Частота внутреннего CANopen таймера	100 Гц (период 10 мС)
Сохранение параметров в энергонезависимой памяти	По команде Автоматически для значений уставок

1.2 Параметры CAN сети

Номер CAN узла и битовая скорость CAN сети сохраняются в энергонезависимой памяти контроллера. После инициализации (очистки) энергонезависимой памяти параметры принимают значения по умолчанию:

127 – для номера CAN узла;

500 Кбит/с – для битовой скорости сети.

Параметры CAN сети, наряду с другими сохраняемыми величинами, могут быть изменены и зафиксированы в энергонезависимой памяти с использованием специализированных инструментальных средств.

1.3 Поддерживаемые CANopen протоколы

Протокол	Тип обмена	Варианты протокола
SDO	сервер	ускоренный, сегментированный.
PDO PDO RTR	поставщик, потребитель	периодический синхронный; апериодический 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.

1.4 EDS файлы электронной спецификации устройств

Устройство	Имя EDS файла
Источник напряжения 3000 В, 1000 мкА. Положительная полярность.	High_Voltage_Positive_PS_0051_0002.eds
Источник напряжения 3000 В, 1000 мкА. Отрицательная полярность.	High_Voltage_Negative_PS_0052_0002.eds

2. Соглашения по документации

В высоковольтных источниках питания реализован прикладной CANopen профиль CiA 401 с расширениями. Изделия разработаны на основе стандартов международной организации [CAN in Automation](#):

- | | | |
|---------------------|--------|---|
| CiA 301 | v. 4.2 | Спецификация прикладного уровня и коммуникационного профиля, определяющая функциональность CANopen устройств. |
| CiA 303 ч. 3 | v. 1.4 | Проектные рекомендации по использованию светодиодов. |
| CiA 306 | v. 1.3 | Определяет формат и содержимое электронных спецификаций (EDS, DCF), применяемых в конфигурационном инструментарии. |
| CiA 401 | 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: © CAN in Automation (CiA) e. V., которые составлены на английском языке. Любые переводы стандартов CiA носят справочно-рекомендательный характер.

2.1 Принятые сокращения

- | | |
|---------------|---|
| CiA | Международная организация CAN in Automation – "CAN в автоматизации". |
| CAN-ID | Идентификатор CAN кадра канального уровня. |
| COB-ID | Идентификатор коммуникационного объекта CANopen. |
| NMT | Сетевой менеджер: определяет объекты управления CANopen сетью. |
| PDO | Объект данных процесса; обеспечивает обмен компактными данными (до 8 байт) в режиме жесткого реального времени. |
| RTR | Удаленный запрос объекта. |
| SDO | Сервисный объект данных; обеспечивает обмен большими объемами данных в режиме мягкого реального времени. |
| EDS | Файл электронной спецификации устройства. |
| DCF | Файл описания конфигурации устройства. |
| LSB | Наименее значимый (младший) бит или байт. |
| MSB | Наиболее значимый (старший) бит или байт. |
| RO | Доступ только по чтению. |
| ROW | Штатный доступ только по чтению. Доступ по записи осуществляется при определенных условиях. |
| WO | Доступ только по записи. |
| RW | Доступ по чтению и записи. |
| RWR | Доступ по чтению и записи, асинхронный доступ по чтению (для TPDO). |
| RWW | Доступ по чтению и записи, асинхронный доступ по записи (для RPDO). |

Для подробного ознакомления с терминологией рекомендуется использовать CAN словарь, изданный на русском языке организацией CAN in Automation (Москва, 2005). Электронная версия словаря размещена [здесь](#).

2.2 Обозначение основных типов данных

boolean	Логическое значение true/false.
integer8	Целое 8 бит со знаком.
unsigned8	Без-знаковое целое 8 бит.
integer16	Целое 16 бит со знаком.
unsigned16	Без-знаковое целое 16 бит.
integer32	Целое 32 бита со знаком.
unsigned32	Без-знаковое целое 32 бита.
integer64	Целое 64 бита со знаком.
unsigned64	Без-знаковое целое 64 бита.
real32	32-х разрядное с плавающей точкой.
real64	64-х разрядное с плавающей точкой.
vis-string	Строка видимых ASCII символов (коды 0 и 20 _h ..7E _h).
octet-string	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_hsub3_h.

Версия 00010002_h.

В состав изделий включены источники с отрицательной полярностью высокого напряжения.

4. Структура объектного словаря

В таблице приведена общая структура объектного словаря источников, 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	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 все 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 из объекта 2110 _h	unsigned32	RW	-	-
1010	6	Сохранить индекс битовой скорости из объекта 2111 _h	unsigned32	RW	-	-
1010	7	Сохранить уставки источника (app1)	unsigned32	RW	-	-
1010	8	Сохранить параметры режимов и калибровки (app2)	unsigned32	RW	-	-
1011	---	Восстановление значений параметров по умолчанию	массив	---	---	---
1011	0	Число субиндексов параметра	6	RO	-	-
1011	1	Восстановить значения по умолчанию для всех 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 _h , 1014 _h , 1400 _h sub1 _h , 1401 _h sub1 _h , 1402 _h sub1 _h , 1403 _h sub1 _h , 1800 _h sub1 _h , 1801 _h sub1 _h , 1802 _h sub1 _h , 1803 _h sub1 _h	unsigned32	RW	-	-
1011	5	Нет восстановления значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	6	Нет восстановления значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	7	Нет восстановления значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-

1011	8	Нет восстановления значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1014	-	COB-ID объекта срочных сообщений EMCY	unsigned32	RW	-	com *
1015	-	Время подавления посылок EMCY, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	com
1017	-	Период сердцебиения в миллисекундах (поставщик)	unsigned16	RW	-	com
1018	---	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	-	-
1019	-	Значение переполнения SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	com
1029	---	Поведение CAN устройства при возникновении ошибок	массив	---	---	---
1029	0	Число классов ошибок	1	RO	-	-
1029	1	Поведение при коммуникационной ошибке	unsigned8	RW	-	com
1029	2	Поведение при переходе в состоянии безопасного останова	unsigned8	RW	-	-
1200	---	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	-	-
1400	---	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
1401	---	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
1402	---	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
1403	---	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
1600	---	Параметр отображения RPDO 1	запись	---	---	---
1600	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	com
1600	1 - 8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
1601	---	Параметр отображения RPDO 2	запись	---	---	---
1601	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	-
1601	1 - 8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
1602	---	Параметр отображения RPDO 3	запись	---	---	---
1602	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	-
1602	1 - 8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com

1603	---	Параметр отображения RPDO 4	запись	---	---	---
1603	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	-
1603	1 - 8	Отображаемые RPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
1800	---	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
1801	---	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
1802	---	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
1803	---	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
1A00	---	Параметр отображения TPDO 1	запись	---	---	---
1A00	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	-
1A00	1 - 8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
1A01	---	Параметр отображения TPDO 2	запись	---	---	---
1A01	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	-
1A01	1 - 8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
1A02	---	Параметр отображения TPDO 3	запись	---	---	---
1A02	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	-
1A02	1 - 8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
1A03	---	Параметр отображения TPDO 4	запись	---	---	---
1A03	0	Число отображаемых объектов	0 - 8	RW	-	-
1A03	1 - 8	Отображаемые TPDO объекты	unsigned32	RW	-	com
2000	-	Аппаратная конфигурация устройства	запись	RO	-	-
2000	0	Число субиндексов	1	RO	-	-
2000	1	Код проекта, определяющий тип источника	unsigned16	RO	-	-
2001	-	Статус источника	unsigned8	RO	да	-
2002	-	Включение и отключение высокого	unsigned8	RW	да	-
200D	-	Значение управляющего параметра ЦАП для ШИМ высоковольтного преобразователя	unsigned32	RO	-	-
200E	-	Максимальное напряжение источника, мВ (интегральная крутизна характеристики)	unsigned32	RO	-	-

200F	-	Текущее значение параметра экспоненциального фильтра	unsigned8	RO	-	-
2022	-	Скорость изменения высокого напряжения мВ/С	unsigned32	RW	-	app1
2100	-	Подпись для записи параметров режима и калибровки	unsigned32	RW	-	-
2108	---	Ключ управления энергонезависимой памятью	массив	---	---	---
2108	0	Число субиндексов	1	RO	-	-
2108	1	Очистка энергонезависимой памяти	unsigned32	ROW	-	-
2110	-	Номер CAN узла для сохранения в энергонезависимой памяти	unsigned8	ROW	-	-
2111	-	Индекс битовой скорости CAN сети для сохранения в энергонезависимой памяти	unsigned8	ROW	-	-
2131	---	Калибровочные коэффициенты для измерения высокого	массив	---	---	---
2131	0	Число субиндексов	2	RO	-	-
2131	1	Коэффициент усиления	real32	ROW	-	app2
2131	2	Смещение	integer32	ROW	-	app2
2132	---	Калибровочные коэффициенты для измерения тока нагрузки	массив	---	---	---
2132	0	Число субиндексов	2	RO	-	-
2132	1	Коэффициент усиления	real32	ROW	-	app2
2132	2	Смещение	integer32	ROW	-	app2
2140	-	Параметр экспоненциального фильтра	unsigned8	ROW	-	app2
2150	-	Период ШИМ высоковольтного преобразователя	unsigned32	ROW	-	app2
6402	---	Измерение аналоговых параметров источника	массив	---	---	---
6402	0	Число аналоговых входов	3	RO	-	-
6402	1	Высокое напряжение источника, абсолютное значение милливольт	integer32	RO	да	-
6402	2	Ток нагрузки, абсолютное значение, микроампер	integer32	RO	да	-
6402	3	Температура внутри источника, градусов С	integer32	RO	да	-
6412	---	Запись уставки напряжения (аналоговый выход)	массив	---	---	---
6412	0	Число аналоговых выходов	1	RO	-	-
6412	1	Уставка напряжения, абсолютное значение, милливольт	integer32	RWW	да	app1
6421	---	Маска разрешения прерывания для аналоговых входов	массив	---	---	---
6421	0	Число аналоговых входов	3	RO	-	-
6421	1 - 3	Маска разрешения прерывания для аналоговых входов	unsigned8	RW	-	app
6422	---	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. Обслуживает аналоговые входы 1..32.	unsigned32	RO	-	-
6423	-	Общее разрешение прерывания для аналоговых входов	boolean	RW	-	com
6424	---	Целочисленная верхняя уставка возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6424	0	Число аналоговых входов	3	RO	-	-
6424	1 - 3	Значение верхней уставки для аналоговых входов 1 - 3	integer32	RW	-	app
6425	---	Целочисленная нижняя уставка возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6425	0	Число аналоговых входов	3	RO	-	-
6425	1 - 3	Значение нижней уставки для аналоговых входов 1 - 3	integer32	RW	-	app
6426	---	Целочисленная уставка абсолютной разности возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6426	0	Число аналоговых входов	3	RO	-	-
6426	1 - 3	Значение уставки абсолютной разности аналоговых входов 1 - 3	unsigned32	RW	-	app
6430	---	Шкала измерения аналоговых входов в единицах СИ	unsigned32	RO	---	---
6430	0	Число аналоговых входов	3	RO	-	-
6430	1	Шкала измерения высокого напряжения в единицах СИ	unsigned32	RO	-	-
6430	2	Шкала измерения тока нагрузки в единицах СИ	unsigned32	RO	-	-
6430	3	Шкала измерения температуры в единицах СИ	unsigned32	RO	-	-
6443	---	Режим ошибки для аналоговых выходов	массив	---	---	---
6443	0	Число аналоговых выходов	1	RO	-	-
6443	1	Режим ошибки для уставки напряжения	unsigned8	RW	-	app
6444	---	Значение аналоговых выходов при ошибке	массив	---	---	---
6444	0	Число аналоговых выходов	1	RO	-	-
6444	1	Значение уставки напряжения при ошибке (мВ)	integer32	RW	-	app

6450	---	Шкала задания аналоговых выходов в единицах СИ	unsigned32	RO	---	---
6450	0	Число аналоговых выходов	1	RO	-	-
6450	1	Шкала задания уставки напряжения в единицах СИ	unsigned32	RO	-	-

Примечания.

1. Возможность сохранения в энергонезависимой памяти для коммуникационных параметров отмечена словом **com**, для параметров приложения **app**, **app1**, **app2**.
Дополнительным символом * отмечены коммуникационные параметры, значения по умолчанию которых могут быть восстановлены отдельно.

5. Коммуникационный профиль CiA 301

0002_h..0007_h

Объект определения типа данных.

Размеры объектов 0002_h и 0005_h составляют 1 байт; 0003_h и 0006_h - 2 байта, 0004_h и 0007_h - 4 байта. Используются в качестве пустых (dummy) объектов заполнения PDO. Занимают количество байт, соответствующее длине объекта. Запись любого значения завершается успешно без каких-либо последствий, а по чтению всегда возвращается ноль.

1000_h

Тип устройства.

Значение по умолчанию: 008C0191_h.

Структура объекта:

Дополнительная информация			Общая информация об устройстве	
Специальная функциональность	М	Функциональность ввода/вывода	Номер профиля устройства	
00 _h	0/1	01 _h - 0F _h	0191 _h = 401 _d	
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.

1001_h

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_h) либо его перезапуске NMT командой Reset Node.

1002_h

Регистр статуса от производителя устройства.

Значение по умолчанию: 00000000_h.

Задаёт значение статусного регистра, определяемое производителем устройства.

1003_h

Список предопределенных ошибок.

Ведет 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.

Регистр ошибок 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_h

COB-ID объекта синхронизации SYNC.

Значение по умолчанию: 80_h.

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 бита 29 в значение 1 запрещен. Соответствующая попытка завершается SDO аборт кодом 0609 0030_h (неверное значение параметра). Первая посылка SYNC кадра производится после установа бита 30 в 1 в течение одного периода внутреннего CANopen таймера. Кроме того, если активирован SYNC счетчик (объект 1019_h), 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_h (доступ к объекту не поддерживается).

1006_h

Период объекта синхронизации SYNC в микросекундах.

Значение по умолчанию: 0.

Устройство НЕ генерирует SYNC (бит 30 объекта 1005_h 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_h установлен в 1):

Задаёт период коммуникационного цикла (SYNC интервал). Установ нулевого значения прекращает генерацию SYNC посылок и сбрасывает значение SYNC счетчика (объект 1019_h) 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_h

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_h), 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 PDO в CAN сеть может произойти с некоторой задержкой, как правило не превышающей один период внутреннего CANopen таймера.

Длительность временного окна определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера. Поскольку SYNC объект является асинхронным, фактическая длительность окна “дрожит” в пределах одного периода таймера.

1008_h

Название устройства от производителя.

Значение по умолчанию: нет.

1009_h

Версия «железа» устройства от производителя.

Значение по умолчанию: нет.

100A_h

Версия программного обеспечения устройства от производителя.

Значение по умолчанию: нет.

100C_h

Охранное время в миллисекундах.

Значение по умолчанию: 0.

Произведение охранного времени на множитель времени жизни (объект 100D_h) 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_h

Множитель времени жизни.

Значение по умолчанию: 0.

Произведение охранного времени (объект 100C_h) на множитель времени жизни определяет время жизни для протокола охраны работоспособности узла. Значение 0 означает, что объект не используется.

1010_h

Сохранение параметров в энергонезависимой памяти.

Субиндекс 1:

Сохранить все параметры.

Значение: 00000001_h (сохранение параметров по команде).

Сохраняются все параметры, определяемые субиндексами 2, 3.

Субиндекс 2:

Сохранить коммуникационные параметры.

Значение: 00000001_h (сохранение параметров по команде).

Субиндекс 3:

Сохранить параметры приложения.

Значение: 00000001_h (сохранение параметров по команде).

Субиндекс 4:

Значение: 00000000_h (нет сохранения параметров).

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

Субиндекс 5:

Сохранить номер CAN узла устройства.

Значение: 00000001_h (сохранение параметров по команде).

Сохраняет в энергонезависимой памяти номер CAN узла устройства из объекта 2110_h.

Субиндекс 6:

Сохранить индекс битовой скорости устройства.

Значение: 00000001_h (сохранение параметров по команде).

Сохраняет в энергонезависимой памяти индекс битовой скорости из объекта 2111_h.

Субиндекс 7:

Сохранить уставки источника.

Значение: 00000003_h (сохранение параметров по команде и в автономном режиме).

Сохраняет в энергонезависимой памяти действующие значения уставок источника (app1).

Субиндекс 8:

Сохранить параметры режимов и калибровки источника.

Значение: 00000001_h (сохранение параметров по команде).

Сохраняет в энергонезависимой памяти параметры режимов и калибровки источника (app2).

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 _h	76 _h	61 _h	73 _h
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_h (отказ в доступе из-за аппаратной ошибки). Если же неверной оказывается подпись, сохранение параметров не производится и возвращается аборт код 0800 0020_h (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 коммуникационных 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.

Параметры уставок (субиндекс 7) загружаются при включении высокого напряжения источника.

Параметры режимов и калибровки (субиндекс 8) загружаются при включении питания или инициализации источника NMT командой Reset Node.

После сохранения коммуникационных параметров значения CAN-IDs, 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_hsub4_h).

1011_h

Восстановление значений параметров по умолчанию.

Субиндекс 1:

Восстановить значения по умолчанию для всех параметров.

Значение: 00000001_h (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

Восстанавливаются значения по умолчанию для всех параметров, определяемых субиндексами 2, 3.

Субиндекс 2:

Восстановить значения по умолчанию для коммуникационных параметров.

Значение: 00000001_h (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

Субиндекс 3:

Восстановить значения по умолчанию для параметров приложения.

Значение: 00000001_h (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

Субиндекс 4:

Восстановить значения по умолчанию для параметров:

1005_h,

1014_h,

1400_hsub1_h, 1401_hsub1_h, 1402_hsub1_h, 1403_hsub1_h,

1800_hsub1_h, 1801_hsub1_h, 1802_hsub1_h, 1803_hsub1_h.

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

Значение: 00000001_h (устройство производит восстановление параметров по умолчанию).

Субиндекс 5:

Значение: 00000000_h (устройство не восстанавливает значения параметров по умолчанию).

Субиндекс 6:

Значение: 00000000_h (устройство не восстанавливает значения параметров по умолчанию).

Субиндекс 7:

Значение: 00000000_h (устройство не восстанавливает значения параметров по умолчанию).

Субиндекс 8:

Значение: 00000000_h (устройство не восстанавливает значения параметров по умолчанию).

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 _h	61 _h	6F _h	6C _h
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_h (отказ в доступе из-за аппаратной ошибки). Если же неверной оказывается подпись, возвращается аборт код 0800 0020_h (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) 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_h

COB-ID объекта срочных сообщений EMCY.

Значение по умолчанию: 80_h + (номер CAN узла).

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	Объект EMCY существует / действителен
	1	Объект EMCY не существует / не действителен
30	0	Зарезервирован (всегда 0)
29	0	11-битовый CAN-ID (основной формат кадра)
	1	29-битовый CAN-ID (расширенный формат кадра)

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_h (неверное значение параметра). Изменение бит 0-28 запрещено если EMCY действителен (бит 31 = 0). Такая попытка завершается SDO аборт кодом 0601 0000_h (доступ к объекту не поддерживается).

1015_h

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_h) и заносится в список предопределенных ошибок (объект 1003_h). Время подавления определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера. Поскольку объект EMCY является асинхронным и может возникать не зависимо от таймерного сигнала, время подавления “дрожит” в пределах одного периода таймера.

1017_h

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_h

Объект идентификации.

Субиндекс 1:

Содержит уникальный код, присвоенный производителю устройства организацией CAN in Automation: 000000BE_h.

Субиндекс 2:

Содержит код изделия, задаваемый производителем.

Состоит из двух полей:

Код проекта		Вариант изделия	
31	16 15		0
Код проекта	Описание		
0051 _h	Источник напряжения 3000 В, 1000 мкА. Положительная полярность.		
0052 _h	Источник напряжения 3000 В, 1000 мкА. Отрицательная полярность.		

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 независимо друг от друга. Изменение номера главной версии не приводит к сбросу текущей подверсии устройства.

Субиндекс 4:

Содержит серийный номер устройства, задаваемый производителем.

1019_h

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 единицу, принимаемые и передаваемые SYNC кадры должны иметь длину поля данных 1 байт. В случае, если длина поля данных не соответствует ожидаемой, SYNC кадр не обрабатывается приложением и выдается срочное сообщение EMCY с кодом ошибки 8240_h (неподходящая длина данных SYNC кадра). Изменение объекта 1019_h запрещено, если значение периода объекта синхронизации 1006_h отлично от нуля. Такая попытка завершается SDO аборт кодом 0800 0022_h (данные не могут быть переданы приложению вследствие текущего состояния устройства).

1029_h

Поведение устройства при возникновении ошибок.

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

Субиндекс 1:

Поведение при коммуникационной ошибке.

Значение по умолчанию: 0.

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).

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.

Субиндекс 2:

Поведение при переходе в состояние безопасного останова.

Значение по умолчанию: 1 (состояние не изменяется).

Каждый 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.

1200_h

SDO параметры сервера.

Субиндекс 1:

COB-ID от Клиента → Серверу (прием).

Значение: 600_h + (номер CAN узла).

Субиндекс 2:

COB-ID от Сервера → Клиенту (передача).

Значение: 580_h + (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	11-битовый CAN-ID (основной формат кадра)
	1	29-битовый CAN-ID (расширенный формат кадра)
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_h – 1403_h

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

1800_h – 1803_h

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

Субиндекс 1:

PDO COB-ID.

Значения по умолчанию для существующих (действительных) PDO:

- 1400_h (RPDO 1): 200_h + (номер CAN узла);
- 1401_h (RPDO 2): 300_h + (номер CAN узла);
- 1402_h (RPDO 3): 400_h + (номер CAN узла);
- 1403_h (RPDO 4): 500_h + (номер CAN узла).

1800_h (TPDO 1): 180_h + (номер CAN узла);
 1801_h (TPDO 2): 280_h + (номер CAN узла);
 1802_h (TPDO 3): 380_h + (номер CAN узла);
 1803_h (TPDO 4): 480_h + (номер CAN узла).

0/1	0/1	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	11-битовый CAN-ID (основной формат кадра)
	1	29-битовый CAN-ID (расширенный формат кадра)
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_h (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_h (доступ к объекту не поддерживается).

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) означают привязку выдачи PDO к объекту синхронизации SYNC. Асинхронная передача такой привязки не предусматривается. 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_h (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_h (доступ к объекту не поддерживается).

Время подавления определяется с точностью до периода внутреннего CANopen таймера.

Поскольку TPDO является асинхронным и может возникать 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_h) 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 является асинхронным, 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_h), 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_h (доступ к объекту не поддерживается).

1600_h – 1603_h

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

1A00_h – 1A03_h

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_h содержат описание прикладных объектов PDO отображения в следующем формате:

Индекс прикладного объекта	Субиндекс	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 прикладного 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 типа 0002_h..0007_h. Это позволяет при необходимости выравнивать размещения прикладных объектов в PDO.

Изменять параметры PDO отображения можно как в пред-операционном, так и в операционном состоянии устройства. Для этого используется следующая процедура:

1. Перевести PDO в не действительное состояние, записав 1 в бит 31 PDO COB-ID соответствующего коммуникационного параметра PDO.
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 обнаруживается, что соответствующий прикладной объект не существует, устройство отвечает SDO аборт кодом 0604 0041_h (объект не может быть отображен в PDO). Если ошибка возникает при выполнении п. 4, выдается SDO аборт код 0604 0042_h (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 срочное сообщение EMCY с кодом ошибки 8210_h (PDO не может быть обработано из-за ошибки длины данных).

Значения параметров отображения по умолчанию.

RPDO1 (включение и отключение высокого):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1600	0	Число отображаемых объектов	1
	1	Включение и отключение высокого	2002 00 08

RPDO2 (аналоговые выходы 32 разряда):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1601	0	Число отображаемых объектов	1
	1	Уставка напряжения, абсолютное значение (мВ)	6412 01 20

TPDO1:

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A00	0	Число отображаемых объектов	1
	1	Статус высоковольтного источника	2001 00 08

TPDO2 (аналоговые входы 32 разряда):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A01	0	Число отображаемых объектов	2
	1	Напряжение источника, абсолютное значение (мВ)	6402 01 20
	2	Ток нагрузки, абсолютное значение (мкА)	6402 02 20

TPDO3 (аналоговые входы 32 разряда):

Индекс (hex)	Суб-индекс (hex)	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A02	0	Число отображаемых объектов	1
	1	Температура внутри источника (град. С)	6402 03 20

RPDO3, RPDO4 и TPDO4 инициализируются в не действительном состоянии.

6. Профиль высоковольтного источника

6.1 Объекты, определяемые производителем устройства

2000_h

Аппаратная конфигурация устройства.

Субиндекс 1:

Код проекта, определяющий тип источника.

0051_h – Источник напряжения 3000 В, 1000 мкА. Положительная полярность.

0052_h – Источник напряжения 3000 В, 1000 мкА. Отрицательная полярность.

2001_h

Статус источника.

0 – высокое отключено.

1 – высокое включено, штатная работа источника.

2 – источник в режиме безопасного останова, высокое отключено.

2002_h

Включение и отключение высокого.

0 – отключить высокое.

1 – включить высокое.

200D_h

Значение управляющего параметра (код) ЦАП для ШИМ высоковольтного преобразователя.

200E_h

Максимальное напряжение высоковольтного преобразователя источника, мВ (интегральная крутизна характеристики).

200F_h

Текущее значение параметра экспоненциального фильтра.

Алгоритм управления напряжением может переустанавливать параметр фильтра для лучшей отработки переходных процессов. В стационарном режиме используется значение параметра фильтра, задаваемое объектом 2140_h.

2022_h

Скорость изменения высокого напряжения источника, милливольт в секунду (мВ/С).

Автоматически сохраняется в энергонезависимой памяти.

Значение по умолчанию: 100000 мВ/С.

Минимальное значение: 10000 мВ/С.

Максимальное значение: 500000 мВ/С.

2100_h

Подпись для записи параметров режима и калибровки источника.

Открывает временное окно длительностью две секунды и позволяет занести в объектный словарь значение одного и только одного параметра источника.

2108_h

Коды управления энергонезависимой памятью.

Используется совместно с объектом 2100_h.

Субиндексы могут быть записаны только при отключенном высоком.

Субиндекс 1:

Очистка страниц энергонезависимой памяти, предназначенных для хранения параметров источника. После выполнения операции все параметры принимают значения по умолчанию.

2110_h

Номер CAN узла для сохранения в энергонезависимой памяти.

Значение по умолчанию: 127.

Используется совместно с объектами 2100_h и 1010_hsub5_h.

Актуализируется после пере-инициализации источника.

2111_h

Индекс битовой скорости CAN сети для сохранения в энергонезависимой памяти.

Значение по умолчанию: 2 (скорость CAN сети 500 Кбит/С).

Используется совместно с объектами 2100_h и 1010_hsub6_h.

Актуализируется после пере-инициализации источника.

2131_h

Калибровочные коэффициенты для измерения высокого.

Используются совместно с объектами 2100_h и 1010_hsub8_h.

Значение высокого напряжения в милливольтх рассчитывается по формуле:

2131_hsub1_h * (измерение АЦП высокого) + 2131_hsub2_h.

Субиндекс 1:

Коэффициент усиления.

Значение по умолчанию: 125,004.

Субиндекс 2:

Смещение.

Значение по умолчанию: 0.

2132_h

Калибровочные коэффициенты для измерения тока нагрузки.

Используются совместно с объектами 2100_h и 1010_hsub8_h.

Значение тока нагрузки в микроамперах рассчитывается по формуле:

2132_hsub1_h * (измерение АЦП тока) + 2132_hsub2_h.

Субиндекс 1:

Коэффициент усиления.

Значение по умолчанию: 0,403.

Субиндекс 2:

Смещение.

Значение по умолчанию: 0.

2140_h

Параметр экспоненциального фильтра.

Служит для фильтрации измерений АЦП высокого при точной подстройке напряжения.

Используется совместно с объектами 2100_h и 1010_hsub8_h.

Значение по умолчанию: 224.

Минимальное значение: 0 (нет фильтрации).

Максимальное значение: 255 (максимальная фильтрация).

Экспоненциальная постоянная времени фильтра равна $5120 / (256 - (\text{объект } 2140_h))$ миллисекунд.

2150_h

Период ШИМ высоковольтного преобразователя.

Служит для обеспечения работы высоковольтного преобразователя в условиях резонанса.

Используется совместно с объектами 2100_h и 1010_hsub8_h.

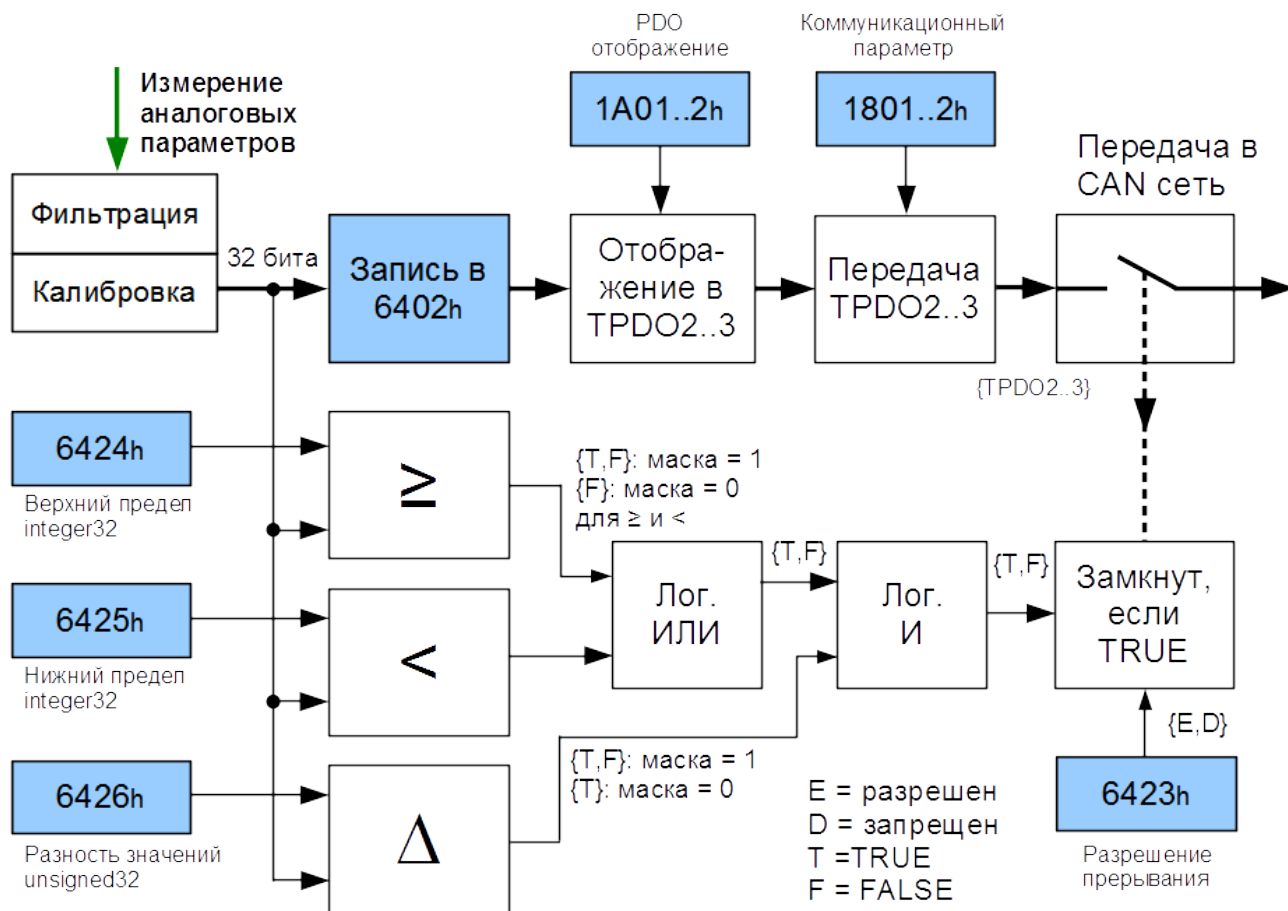
Значение по умолчанию: 510 (для 64 МГц тактовой частоты).

Минимальное значение: 200.

Максимальное значение: 1000.

Актуализируется после пере-инициализации источника.

6.2 Профиль измерения аналоговых параметров



6402_h

Измерение напряжений и токов источника.

Субиндекс 1:

Высокое напряжение источника, абсолютное значение, милливольт.

Субиндекс 2:

Ток нагрузки, абсолютное значение, микроампер.

Субиндекс 3:

Температура внутри источника, градусов Цельсия.

6421_h

Маска разрешения прерывания для аналоговых входов.

Значение по умолчанию: 7_h (прерывания разрешены).

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

Установ значения ноль в битах 0 или 1 запрещает передачу TPDO по соответствующему условию. В то же время, обнуление бита 2 прекращает контроль абсолютной разности (объект 6426_h), но не препятствует передаче TPDO по условиям объектов 6424_h и 6425_h.

Биты	Значение	Описание
0	0/1	Значение превышает верхний предел (6424 _h)
1	0/1	Значение менее нижнего предела (6425 _h)
2	0/1	Значение изменилось более абсолютной разности (6426 _h)

3,4	---	Не используются
5-7	---	Зарезервированы

6422_h

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_h

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_h).

Значение = TRUE – прерывание разрешено.

Значение = FALSE – прерывание запрещено.

6424_h

Целочисленная верхняя уставка прерывания от аналоговых входов.

Значение по умолчанию: 0.

Прерывание (передача TPDO) будет сгенерировано, когда значение аналогового входа 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_h).

6425_h

Целочисленная нижняя уставка прерывания от аналоговых входов.

Значение по умолчанию: 0.

Прерывание (передача TPDO) будет сгенерировано, когда значение аналогового входа 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_h).

6426_h

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_h и 6425_h. Теперь будет учитываться изменение аналогового значения относительно последнего переданного уровня. Новое TPDO передается, когда это изменение достигает уставки абсолютной разности.

Значение данного объекта учитывается лишь при установе в единицу бита 2 маски разрешения прерывания (объект 6421_h).

6430_h

Указывает шкалу измерения аналоговых входов в единицах СИ.

Структура объекта:

Префикс	СИ числитель	СИ знаменатель	Зарезервировано
FD _h (милли)	26 _h (вольт)	00 _h (не используется)	00 _h

FA _h (микро)	04 _h (ампер)	00 _h (не используется)	00 _h
00 _h (-)	2D _h (градус цельсия)	00 _h (не используется)	00 _h
31	24 23	16 15	8 7 0

Субиндекс 1:

Высокое напряжение источника.

Значение FD260000_h (мВ).

Субиндекс 2:

Ток нагрузки.

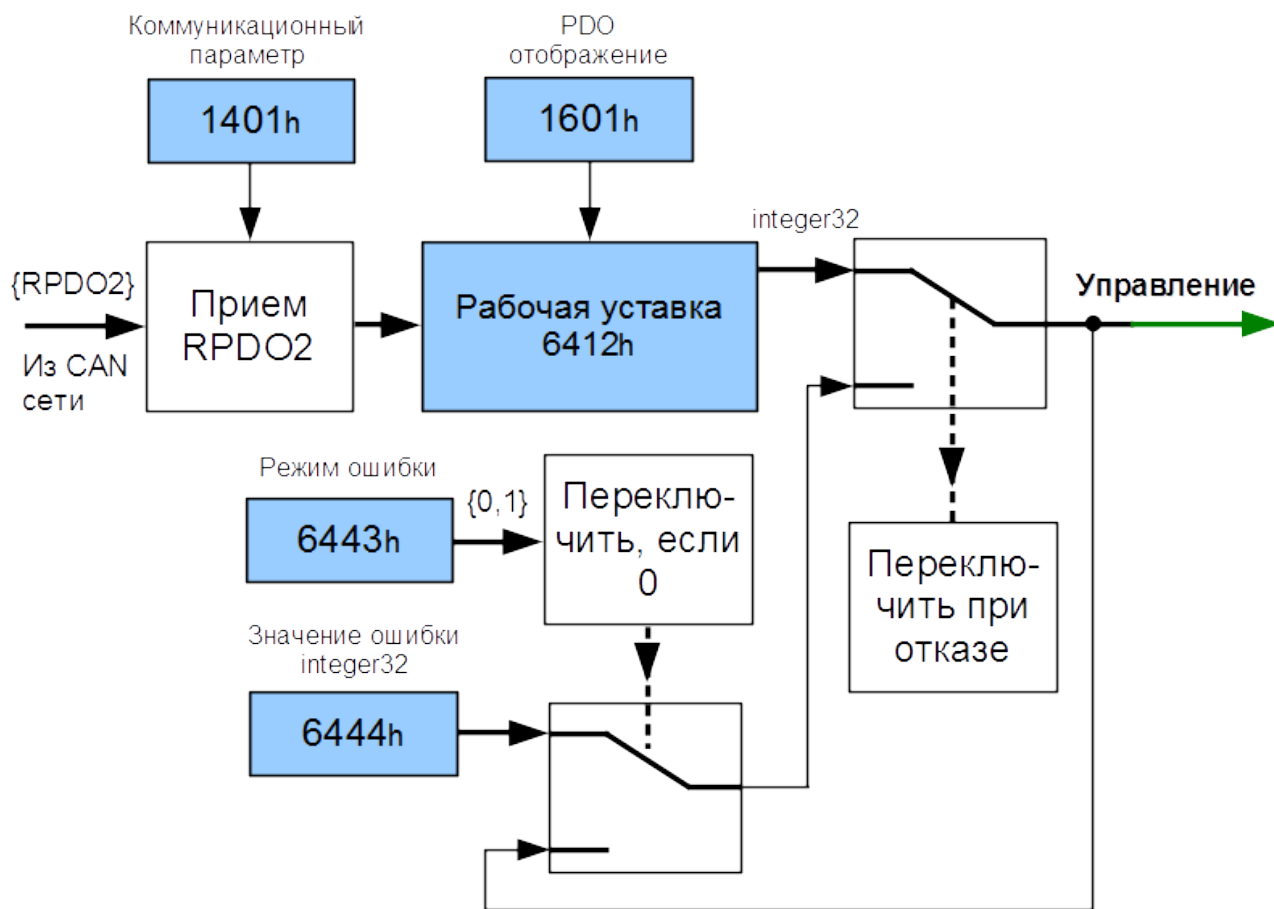
Значение FA040000_h (микроампер).

Субиндекс 3:

Температура внутри источника.

Значение 002D0000_h (градусов Цельсия).

6.3 Профиль уставок



6412_h

Субиндекс 1:

Задаёт абсолютное значение уставки высокого напряжения в милливольтах.

Автоматически сохраняется в энергонезависимой памяти.

Если значение уставки выходит за допустимый диапазон, она игнорируется. При этом устройство выдает срочное сообщение с кодом ошибки 3380_h (превышено ограничение уставки напряжения). Кроме того:

- если уставка передается в PDO, такое PDO считается не принятым.
- если уставка передается посредством SDO протокола, обмен завершается аборт кодом 0609 0030_h (неверное значение параметра).

6443_h

Режим ошибки для аналоговых выходов.

Значение по умолчанию: 1.

Определяет поведение аналоговых выходов при переходе устройства в режим ошибки.

= 1 – уставка принимает значение, определенное в объекте 6444_h.

= 0 – значение уставки не изменяется.

6444_h

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_h. Значения определяются в тех же единицах, что и соответствующий субиндекс объекта 6412_h.

6450_h

Указывает шкалу задания аналоговых выходов в единицах СИ.

Структура объекта:

Префикс	СИ числитель	СИ знаменатель	Зарезервировано
FD _h (милли)	26 _h (вольт)	00 _h (не используется)	00 _h
31	24 23	16 15	8 7 0

Субиндекс 1:

Высокое напряжение источника.

Значение FD260000_h (мВ).

6.3.1 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_h (поведение устройства при возникновении ошибок).

Устройство возвращается в штатный режим при переходе в операционное состояние (NMT команда Start Remote Node) либо 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.

При нахождении устройства в режиме ошибки попытка записи объектов 6443_h и 6444_h отвергается с выдачей SDO аборт кода 0800 0022_h (данные не могут быть переданы приложению вследствие текущего состояния устройства).

При выходе из режима ошибки регистр ошибок (объект 1001_h) сбрасывается в ноль.

7. Индикация состояния устройства

Замечание. В некоторых компоновках источников светодиодная индикация состояния устройства может отсутствовать.

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. В случае конфликтов индикации преимущество имеет красный светодиод.

7.1 Красный светодиод (ошибка)

Индикация	Состояние устройства
Погашен.	Нет ошибки. Красный светодиод гасится при получении устройством любой адресованной ему NMT команды из CAN сети.
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 работоспособности узла.
Три вспышки длительностью 200 мс с интервалом 200 мс и паузой 1 с.	Не получен объект синхронизации SYNC за период объекта синхронизации (объект 1006 _h).
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 (в состоянии bus-off). Устройство логически отключено от канального уровня CAN сети по записи.

7.2 Зеленый светодиод (работа)

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

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

8. Коды ошибок CANopen

8.1 Коды ошибок при SDO обмене (SDO аборт код)

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

	объектного словаря.
0800 0024 _h	Нет данных.

8.2 Коды ошибок объекта срочного сообщения EMCY

Код ошибки	Назначение
0000 _h	Сброс либо отсутствие ошибки или предупреждение.
0080 _h	При переходе устройства в операционное NMT состояние общее прерывание для аналоговых входов (объект 6423 _h) запрещено.
1000 _h	Общая ошибка.
2000 _h	Ток - общая ошибка.
2100 _h	Ток на входе в CANopen устройство - общая ошибка.
2200 _h	Ток внутри CANopen устройства - общая ошибка.
2300 _h	Выходной ток CANopen устройства - общая ошибка.
2381 _h	Превышен максимальный ток нагрузки.
3000 _h	Напряжение - общая ошибка.
3100 _h	Напряжение питания - общая ошибка.
3200 _h	Напряжение внутри CANopen устройства - общая ошибка.
3300 _h	Выходное напряжение - общая ошибка.
3380 _h	Превышено ограничение уставки напряжения.
3381 _h	Превышено допустимое напряжение источника.
3382 _h	Превышен диапазон управления ЦАП.
3383 _h	Потеря управления напряжением.
338F _h	Источник в режиме безопасного останова.
4000 _h	Температура - общая ошибка.
4100 _h	Температура окружающей среды - общая ошибка.
4200 _h	Температура CANopen устройства - общая ошибка.
4280 _h	Превышена температура внутри источника.
5000 _h	«Железо» устройства - общая ошибка.
6000 _h	Программное обеспечение устройства - общая ошибка.
6100 _h	Встроенное программное обеспечение - общая ошибка.
6180 _h	Переполнение выходного CANopen кэша.
6190 _h	Ошибка инициализации CANopen таймера.
6191 _h	Наложение тиков CANopen таймера.
61A0 _h	Ошибка данных в энергонезависимой памяти.
61A1 _h	Ошибка при работе с энергонезависимой памятью.
6200 _h	Программное обеспечение пользователя - общая ошибка.

6300 _h	Данные - общая ошибка.
7000 _h	Дополнительные модули - общая ошибка.
8000 _h	Мониторинг - общая ошибка.
8100 _h	Коммуникации - общая ошибка.
8110 _h	Переполнение CAN (потеря объекта).
8120 _h	CAN в пассивном к ошибке состоянии.
8130 _h	Ошибка протокола охраны работоспособности устройства либо протокола сердцебиения.
8140 _h	Выход из состояния отключения от шины (bus-off).
8150 _h	Коллизия передаваемых идентификаторов (CAN-ID).
8180 _h	Событие CAN контроллера «hardware overrun».
8181 _h	Событие CAN контроллера «software overrun».
8182 _h	Событие CAN контроллера «error warning limit».
8183 _h	Событие CAN контроллера «write timeout».
8200 _h	Ошибка протокола - общая ошибка.
8210 _h	PDO не может быть обработан из-за ошибки длины данных.
8220 _h	Превышен максимальный размер PDO (64 бита).
8230 _h	Не обработан мультиплексированный PDO с режимом адреса назначения (DAM): соответствующий объект не доступен.
8240 _h	Неподходящая длина данных SYNC кадра.
8250 _h	Таймаут RPDO.
9000 _h	Внешняя ошибка - общая ошибка.
F000 _h	Дополнительные функции - общая ошибка.
FF00 _h	Определяется конкретным типом CANopen устройства - общая ошибка.
FF80 _h	Источник в режиме ошибки по профилю CiA 401.
FF81 _h	Высокое напряжение отключено.
FF82 _h	Превышена выходная мощность источника.

Цветом выделены дополнительные и не стандартные коды ошибок.

Ошибки с кодами 6180_h, 6190_h, 61A0_h и 61A1_h записываются в список ошибок (объект 1003_h) но не передаются в качестве срочного сообщения, поскольку объект EMCY отсутствует в системе (этап инициализации) либо не может быть передан в CAN сеть.

9. Предопределенное распределение идентификаторов

9.1 Широковещательные объекты

Идентификаторы широковещательных объектов не зависят от номера узла CAN сети.

CAN-ID	Назначение	Индекс объекта
0	NMT объекты.	—
128 (80 _h)	Объект синхронизации SYNC.	1005 _h
256 (100 _h)	Объект временной метки Time Stamp.	1012 _h

9.2 Объекты класса равный–к–равному (peer-to-peer)

Идентификаторы объектов равный–к–равному зависят от номера узла CAN сети.

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

9.3 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 (001 _h) – 127 (07F _h)	Зарезервированы.
257 (101 _h) – 384 (180 _h)	Зарезервированы.
1409 (581 _h) – 1535 (5FF _h)	SDO по умолчанию, передаваемые от сервера клиенту.
1537 (601 _h) – 1663 (67F _h)	SDO по умолчанию, передаваемые от клиента серверу.
1760 (6E0 _h) – 1791 (6FF _h)	Зарезервированы.
1793 (701 _h) – 1919 (77F _h)	Протоколы контроля ошибок.
1920 (780 _h) – 2047 (7FF _h)	Зарезервированы.

10. Средства конфигурирования и тестирования

Интерактивные средства конфигурирования и тестирования источников выполнены в виде подгружаемых модулей для программы [CANwise](#).

10.1 Конфигурирование устройства на основе DCF файла

Имя файла подгружаемого модуля: CANopenDCF.dll.

Название подгружаемого модуля: Device Configuration Manager.

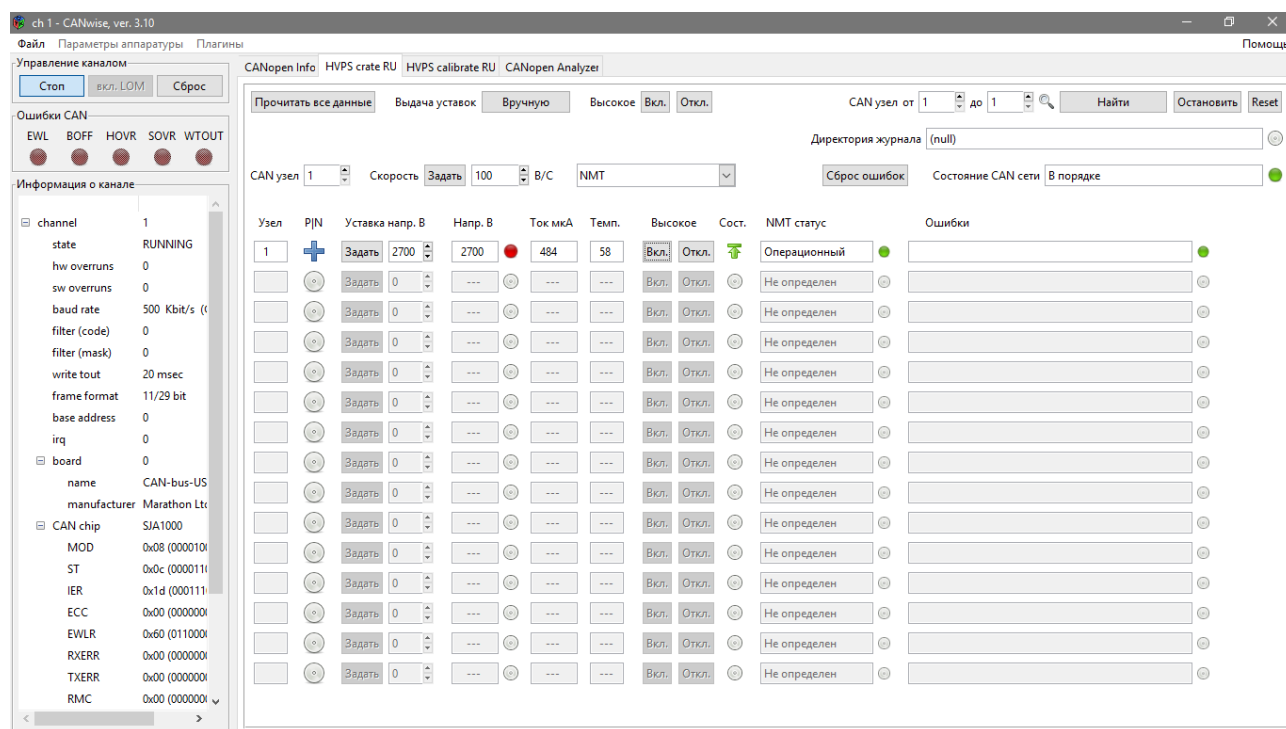
Описание: CANopen_DCF.pdf.

10.2 Модуль тестирования крейта источников

Базовое имя файла подгружаемого модуля: CANopenHVPScrate_RU.dll

Название подгружаемого модуля: HVPS crate RU.

Версия 1.2.x



Каждый программный модуль поддерживает до 15 источников (CAN узлов). Если требуется поддержка большего числа устройств в сети, может быть создано несколько копий модуля с различными именами.

Например: CANopenHVPScrate_RU_1.dll, CANopenHVPScrate_RU_2.dll и т. д.

Для каждого модуля индивидуально сохраняются диапазон CAN узлов и директория файлов журнала.

Для начала работы с CANwise нужно выполнить следующие операции:

- При необходимости задать скорость CAN сети;
- Запустить CANwise кнопкой Start;

Затем в окне подгружаемого модуля следует нажать кнопку «Найти» / «Инициализировать». Программа осуществляет сканирование CANopen сети в заданном диапазоне узлов и проверяет наличие источников по соответствующим адресам. При успешном обнаружении

устройства осуществляется его конфигурирование и активируется протокол сердцебиения. Все последующие операции производятся только с источниками, которые были обнаружены при сканировании крейта.

Кнопки управления.

Кнопка	Назначение
Прочитать все данные	Считывает и отображает значения параметров для всех активных источников.
Выдача уставок	Разрешает (Автоматически) либо запрещает (Вручную) автоматическую передачу значений уставки высокого напряжения в источники крейта. При использовании автоматического режима новое значение уставки передается в соответствующий источник при каждом ее изменении в поле ввода.
Высокое Вкл. Откл.	Включает и отключает высокое всех источников крейта.
Номер узла от до	Задают минимальный и максимальный номер сканируемого CAN узла в пределах от 1 до 127. Данные параметры сохраняются индивидуально для каждой копии программного модуля.
Найти / Инициализировать	Начинает сканирование CANopen сети и поиск источников. Сканирование может выполняться с выдачей NMT команды "Reset node" (режим «Инициализировать») или без таковой (режим «Найти»). Режим «Найти» может использоваться при подключении к рабочему крейту с активными источниками.
Reset	Переключает режим сканирования CAN сети и поиска источников «Найти» / «Инициализировать».
Остановить	Останавливает сканирование CAN сети и поиск источников.
Директория журнала	Задает имя директории и при необходимости префикс имени файла журнала событий. Имя сохраняется индивидуально для каждой копии программного модуля. Базовое имя файла журнала: HVPS_Messages_YYYYMMDD_NHMM.log. Новый файл журнала создается ежечасно, а старый удаляется, если в нем не зарегистрировано ни одного события.
CAN узел	Номер CAN узла для задания скорости изменения напряжения или NMT команд (мультиплексор).
Скорость Задать	Задает скорость изменения напряжения источника. Значение параметра адресуется только узлу, который был выбран мультиплексором.
NMT	Ниспадающее меню. Позволяет выбрать и отправить в CAN сеть NMT команду. Все команды адресуется только узлу, который был выбран мультиплексором.
Сброс ошибок	Очищает сообщения об ошибках (колонка Ошибки) для всех активных источников, а также поле состояния CAN сети.

Кнопки и поля отдельных источников.

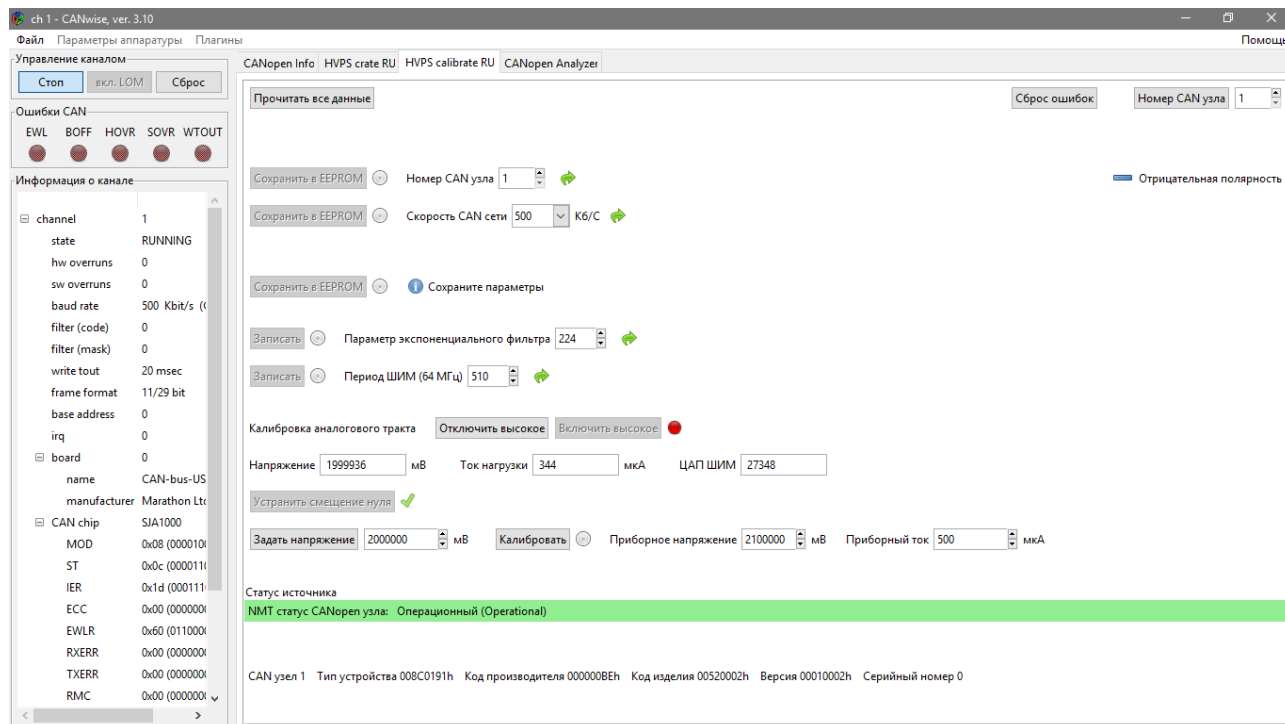
Кнопка или поле	Назначение
CAN узел	Номер CAN узла источника.
P N	Полярность высокого напряжения “+” либо “-”.
Уставка напр. Задать	Передаёт в источник уставку напряжения с использованием CANopen PDO протокола. Величина в вольтах задается в поле ввода справа от кнопки.
Напряжение	Измеренное значение выходного напряжения источника в вольтах. Когда напряжение превышает 200 В., загорается индикация (справа).
Ток	Измеренное значение тока нагрузки в микроамперах.
Темп.	Измеренное значение температура внутри источника в градусах Цельсия.
Высокое Вкл. Откл.	Включает и отключает высокое одного источника.
Сост.	Состояние высокого напряжения источника (мнемоника).
NMT статус	NMT состояние источника.
Ошибки	Различные ошибки, в том числе срочные сообщения EMCY, зарегистрированные при работе с источником.

10.3 Модуль сохранения параметров источника

Имя файла подгружаемого модуля: CANopenHVPScalibrate_RU.dll

Название подгружаемого модуля: HVPS calibrate RU.

Версия 1.1.x



Верхнее окно позволяет задавать и сохранять в энергонезависимой памяти параметры источника. В нижнем отображается состояние (статус) источника как CANopen устройства.

Для начала работы с CANwise нужно выполнить следующие операции:

- При необходимости задать скорость CAN сети;
- Запустить CANwise кнопкой Start;

Затем в окне подгружаемого модуля следует выбрать номер CAN узла источника и нажать кнопку «Номер CAN узла». Программа осуществляет проверку наличия высоковольтного источника по заданному CAN адресу. При успешном обнаружении устройства считываются его параметры и активируется протокол сердцебиения.

Кнопки управления.

Кнопка	Назначение
Прочитать все данные	Считывает из устройства и отображает значения всех сохраненных параметров источника, а также измеряемые значения напряжения, тока и ЦАП ШИМ.
Сброс ошибок	Очищает строки сообщений об ошибках в окне статуса источника.
Номер CAN узла	Начинает работу с источником высокого (инициализирует источник). Номер CAN узла устройства задается в поле ввода справа от кнопки.
Сохранить в EEPROM	Кнопки обеспечивают сохранение групп параметров в энергонезависимой памяти.
Записать	Заносит в объектный словарь значение параметра для последующего сохранения в энергонезависимой памяти.
Отключить высокое Включить высокое	Включают и отключают высокое источника. Используются при калибровке аналогового тракта (АЦП измерения высокого и тока нагрузки).
Устранить смещение нуля Задать напряжение Калибровать	Используются при калибровке аналогового тракта (АЦП измерения высокого и тока нагрузки).

Окно статуса источника тока.

Строка	Назначение
1	NMT состояние источника тока. Ошибки устройства как узла CANopen сети.
2	Информация о поступивших ошибках (срочные сообщения Emergency и др.).
3	Информация об исходящих ошибках (при передаче данных в сеть, выполнении SDO транзакций и др.).
4	Информация об источнике высокого (тип, код производителя, код изделия и др.).

10.3.1 Работа с группами параметров

[Сохранить в EEPROM] **Номер CAN узла**

Позволяет задать и записать в энергонезависимую память номер CAN узла источника.

[Сохранить в EEPROM] **Скорость CAN сети**

Позволяет задать и записать в энергонезависимую память битовую скорость CAN сети.

[Сохранить в EEPROM]

Сохраняет в энергонезависимой памяти параметры режимов и калибровки источника. К ним относятся все величины, кроме номера CAN узла и скорости сети. Сохранение может быть произведено однократно после записи в объектный словарь требуемых значений всех параметров.

[Записать] Параметр экспоненциального фильтра

Записывает в словарь параметр экспоненциального фильтра (объект 2140_h).

Экспоненциальная постоянная времени фильтра равна $5120 / (256 - (\text{объект } 2140_{\text{h}}))$ миллисекунд.

[Записать] Период ШИМ (64 МГц)

Записывает в словарь период ШИМ высоковольтного преобразователя (объект 2150_h).

Значение объекта актуализируется только после фактической записи в энергонезависимую память и пере-инициализации источника.

Значение ЦАП ШИМ, которое может быть полезным при настройке данного параметра, обновляется кнопкой «Прочитать все данные».

Калибровка аналогового тракта

Осуществляется линейная калибровка измерительных трактов высокого напряжения и тока нагрузки. Калибровка проводится в два этапа.

На первом этапе при отключенном высоком устраняется смещение нуля измерительных АЦП. Данная процедура инициируется кнопкой «Устранить смещение нуля». На втором этапе осуществляется калибровка АЦП с использованием поверочного оборудования для измерения фактического напряжения и тока нагрузки. Операция проводится при включенном высоком после задания и установки некоторого значения напряжения источника (кнопка «Задать напряжение»). В полях «Приборное напряжение» и «Приборный ток» следует ввести фактические значения, измеренные поверочным оборудованием. После этого осуществляется собственно калибровка (кнопка «Калибровать»). В результате, приборное значение напряжения должно стать близким величине, которая измеряется источником и соответствует уставке напряжения. А приборный ток станет близким измеряемому току нагрузки.

Процедура калибровки может выполняться многократно при различных значениях напряжения источника.

10.3.2 Очистка страниц энергонезависимой памяти

Выполняется с использованием интерактивного CANopen конфигуратора и специального EDS файла с именем HVPS_EEPROM_RESET.eds. После загрузки EDS файла нужно просканировать CAN сеть и выбрать номер узла источника. Затем последовательно с минимальным промежутком времени записать в источник два параметра: «EEPROM control signature» и «EEPROM INITIALIZE». Для этого необходимо нажать кнопки W[rite] во второй и третьей строках EDS таблицы.

Высокое источника при проведении очистки должно быть отключено.