

Высоковольтный аналоговый вывод

Техническое описание

Базовый CANopen профиль CiA 401

Коды проекта **009***_h

Версия устройства **00010001**_h

Москва, 2021

Оглавление

1. Основные характеристики устройства.....	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 Наименование основных типов данных.....	5
2.3 Прочие соглашения.....	6
2.4 Обновление терминологии.....	6
3. Изменения в версиях изделий.....	7
4. Структура объектного словаря.....	8
5. Коммуникационный профиль CiA 301.....	13
6. Использование нескольких CAN сетей.....	26
6.1 Режим «холодного» резервирования.....	26
7. Прикладной профиль устройства.....	27
7.1 Объекты, определяемые производителем устройства.....	27
7.2 Профиль аналогового ввода CiA 401.....	29
7.3 Профиль аналогового вывода CiA 401.....	32
7.3.1 Поведение устройства в режиме ошибки.....	32
7.4 Профиль измерений и управления высоковольтных ЦАП.....	34
8. Индикация состояния устройства.....	36
8.1 Красный светодиод (ошибка).....	36
8.2 Зеленый светодиод (работа).....	36
9. Коды ошибок CANopen.....	37
9.1 Коды ошибок при SDO обмене (SDO аборт код).....	37
9.2 Коды ошибок объекта EMCY.....	38
10. Предопределенное распределение CANopen идентификаторов.....	40
10.1 Широковещательные объекты.....	40
10.2 Объекты класса равный-к-равному (peer-to-peer).....	40
10.3 Прочие объекты.....	41
10.4 Идентификаторы ограниченного использования.....	41
11. Средства конфигурирования и тестирования.....	42
11.1 Конфигурирование устройства на основе DCF файла.....	42
11.2 Инженерный тест-модуль высоковольтного ЦАП.....	42

1. Основные характеристики устройства

1.1 Технические данные

Число и разрядность аналоговых входов	128, 24 бита, первичные данные (код АЦП); 4, 24 бита, температура плат ЦАП (код АЦП); 2, 12 бит, опорные напряжения (калиброванные)
Число и разрядность аналоговых выходов	128, 14 бит, первичные данные (код ЦАП)
Частота внутреннего CANopen таймера	100 Гц (период 10 мС)
Сохранение параметров в энергонезависимой памяти	По команде

1.2 Параметры CAN сети

В устройстве используется классическая CAN сеть.

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

127 – номер CAN узла;

500 Кбит/С – битовая скорость CAN сети.

Параметры CAN сети, наряду с другими сохраняемыми величинами, могут быть изменены и сохранены в энергонезависимой памяти с использованием инструментальных средств CANopen. Одним из таких средств является интерактивный CANopen конфигуратор со специально сформированным EDS файлом.

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
Высоковольтный аналоговый вывод (ЦАП)	JINR_HV_DAC_00010001.eds

2. Соглашения по документации

В устройстве высоковольтного аналогового вывода в качестве базового используется прикладной CANopen профиль CiA 401. Коммуникационный профиль и объектный словарь CANopen реализованы на основе стандартов:

CiA 301	v. 4.2	Спецификация прикладного уровня и коммуникационного профиля CAN, определяющая функциональность CANopen устройств.
CiA 303 ч. 3	v. 1.4	Проектные рекомендации по использованию светодиодов.
CiA 306	v. 1.3	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.

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.
EMCY	Объект срочного сообщения Emergency.
DCF	Файл описания конфигурации устройства.
LSB	Наименее значимый (младший) бит или байт.
MSB	Наиболее значимый (старший) бит или байт.
RO	Доступ только по чтению.
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).

2.2 Наименование 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. Размер байта данных составляет 8 (восемь) бит.
2. Наименее значимый (младший) байт данных любого стандартного типа размещается по меньшему адресу (little-endian).
3. Шестнадцатеричный формат данных всегда указывается явно (h, hex). При отсутствии указания hex число представлено в десятичном формате. Этот формат может быть также указан явно (d, dec).
4. Индексы и субиндексы объектного словаря CANopen указываются в шестнадцатеричном виде (hex).
5. Объекты CANopen записываются в формате 1234_hsub1_h или 1234_h с указанием индекса и субиндекса объектного словаря.

2.4 Обновление терминологии

Международные организации CAN in Automation и Society of Automotive Engineers приняли совместное решение использовать термины “commander” вместо “master” и “responder” вместо “slave”. Переход к обновленной терминологии будет осуществляться по мере внесения правок в документацию. В то же время остается использование терминов «мастер» и «слейв» в русскоязычной транскрипции.

Оригинальное сообщение на английском языке, декабрь 2020 г:

«

CiA and SAE have decided to use “commander” and “responder” instead of “master” respectively “slave” in combination with “network”, “device”, and “node”. Both organizations are committed to use inclusive language in their specifications.

»

3. Изменения в версиях изделий

Версия устройства, определяемая производителем (revision number), размещается в объекте 1018_hsub3_h.

Версия 00010001_h.

Первая версия устройства.

4. Структура объектного словаря

В таблице приведена общая структура объектного словаря устройства согласно его электронной спецификации EDS. Детальное описание объектов содержится 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	-	-
1006	-	Период объекта синхронизации в микросекундах	unsigned32	RW	-	-
1007	-	Окно синхронизации в микросекундах	unsigned32	RW	-	-
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	-	-
100D	-	Множитель времени жизни	unsigned8	RW	-	-
1010	---	Сохранение параметров в энергонезависимой памяти	массив	---	---	---
1010	0	Максимальный субиндекс	31	RO	-	-
1010	1	Нет сохранения всех параметров	unsigned32	RW	-	-
1010	2	Нет сохранения коммуникационных параметров	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	10-13	Сохранить прикладные параметры групп 1-4	unsigned32	RW	-	-
1011	---	Восстановление значений параметров по умолчанию	массив	---	---	---
1011	0	Максимальный субиндекс	31	RO	-	-
1011	1	Нет восстановления значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	2	Нет восстановления значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	3	Восстановить значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	4	Нет восстановления значения параметров по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	5	Восстановить номер CAN узла по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	6	Восстановить индекс битовой скорости по умолчанию	unsigned32	RW	-	-
1011	10-13	Загрузить прикладные параметры групп 1-4 Поведение объектов не соответствует CiA301	unsigned32	RW	-	-
1012	-	COB-ID объекта временной метки TIME	unsigned32	RW	-	-
1014	-	COB-ID объекта срочных сообщений EMCY	unsigned32	RW	-	-
1015	-	Время подавления посылок EMCY, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	-
1017	-	Период сердцебиения в миллисекундах (поставщик)	unsigned16	RW	-	-
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	-	-
1029	---	Поведение CAN устройства при возникновении ошибок	массив	---	---	---
1029	0	Число классов ошибок	1	RO	-	-
1029	1	Поведение при коммуникационной ошибке	unsigned8	RW	-	-
11F0	---	Параметры CAN сетей	массив	---	---	---
11F0	0	Максимальный субиндекс	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	-	-
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	Максимальный субиндекс RPDO параметра	5	RO	-	-
1400	1	COB-ID RPDO 1	unsigned32	RW	-	-
1400	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	-
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	-	-
1401	---	Коммуникационные параметры принимаемого PDO 2 (RPDO 2)	запись	---	---	---
1401	0	Максимальный субиндекс RPDO параметра	5	RO	-	-
1401	1	COB-ID RPDO 2	unsigned32	RW	-	-
1401	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	-
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	-	-
1402	---	Коммуникационные параметры принимаемого PDO 3 (RPDO 3)	запись	---	---	---
1402	0	Максимальный субиндекс RPDO параметра	5	RO	-	-
1402	1	COB-ID RPDO 3	unsigned32	RW	-	-
1402	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	-
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	-	-
1403	---	Коммуникационные параметры принимаемого PDO 4 (RPDO 4)	запись	---	---	---
1403	0	Максимальный субиндекс RPDO параметра	5	RO	-	-
1403	1	COB-ID RPDO 4	unsigned32	RW	-	-
1403	2	Тип передачи RPDO	unsigned8	RW	-	-
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	-	-
1600	---	Параметры отображения RPDO 1	запись	---	---	---
1600	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1600	1-8	Отображаемые в RPDO 1 объекты	unsigned32	RW	-	-
1601	---	Параметры отображения RPDO 2	запись	---	---	---
1601	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1601	1-8	Отображаемые в RPDO 2 объекты	unsigned32	RW	-	-
1602	---	Параметры отображения RPDO 3	запись	---	---	---
1602	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1602	1-8	Отображаемые в RPDO 3 объекты	unsigned32	RW	-	-
1603	---	Параметры отображения RPDO 4	запись	---	---	---
1603	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1603	1-8	Отображаемые в RPDO 4 объекты	unsigned32	RW	-	-

1800	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 1 (TPDO 1)	запись	---	---	---
1800	0	Максимальный субиндекс TPDO параметра	6	RO	-	-
1800	1	COB-ID TPDO 1	unsigned32	RW	-	-
1800	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	-
1800	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	-
1800	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1800	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	-
1800	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	-
1801	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 2 (TPDO 2)	запись	---	---	---
1801	0	Максимальный субиндекс TPDO параметра	6	RO	-	-
1801	1	COB-ID TPDO 2	unsigned32	RW	-	-
1801	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	-
1801	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	-
1801	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1801	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	-
1801	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	-
1802	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 3 (TPDO 3)	запись	---	---	---
1802	0	Максимальный субиндекс TPDO параметра	6	RO	-	-
1802	1	COB-ID TPDO3	unsigned32	RW	-	-
1802	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	-
1802	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	-
1802	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1802	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	-
1802	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	-
1803	---	Коммуникационные параметры передаваемого PDO 4 (TPDO 4)	запись	---	---	---
1803	0	Максимальный субиндекс TPDO параметра	6	RO	-	-
1803	1	COB-ID TPDO 4	unsigned32	RW	-	-
1803	2	Тип передачи TPDO	unsigned8	RW	-	-
1803	3	Время подавления PDO посылок, кратно 100 мкс	unsigned16	RW	-	-
1803	4	Зарезервирован для совместимости	unsigned8	RW	-	-
1803	5	Таймер события в миллисекундах	unsigned16	RW	-	-
1803	6	Стартовое значение SYNC счетчика	unsigned8	RW	-	-
1A00	---	Параметр отображения TPDO 1	запись	---	---	---
1A00	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A00	1-8	Отображаемые в TPDO 1 объекты	unsigned32	RW	-	-
1A01	---	Параметр отображения TPDO 2	запись	---	---	---
1A01	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A01	1-8	Отображаемые в TPDO 2 объекты	unsigned32	RW	-	-
1A02	---	Параметр отображения TPDO 3	запись	---	---	---
1A02	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A02	1-8	Отображаемые в TPDO 3 объекты	unsigned32	RW	-	-
1A03	---	Параметр отображения TPDO 4	запись	---	---	---
1A03	0	Число отображаемых объектов	0-8	RW	-	-
1A03	1-8	Отображаемые в TPDO 4 объекты	unsigned32	RW	-	-
2000	---	Аппаратная конфигурация устройства по профилю CiA 401	массив	---	---	---
2000	0	Число конфигурационных параметров	4	RO	-	-
2000	1	Число входных цифровых блоков по 8 бит (CiA 401)	unsigned8	RO	-	-
2000	2	Число выходных цифровых блоков по 8 бит (CiA 401)	unsigned8	RO	-	-
2000	3	Число аналоговых входов (CiA 401)	unsigned8	RO	-	-
2000	4	Число аналоговых выходов (CiA 401)	unsigned8	RO	-	-
2030	-	Длительность сторожевого таймера IWDТ, мс	unsigned16	RW	-	-
2031	-	Сторожевой таймер трафика TIME	массив	---	---	---
2031	0	Число параметров сторожевого таймера TIME	2	RO	-	-
2031	1	Тайм-аут трафика TIME, мс	unsigned16	RW	-	-
2031	2	Разрешение работы сторожевого таймера TIME	unsigned16	RW	-	-
2040	-	Код безопасного NMT режима	unsigned8	RW	-	-
2050	-	Счетчики тайм-аутов	массив	---	---	---
2050	0	Число счетчиков тайм-аутов	3	RO	-	-
2050	1	Счетчик тайм-аутов SPI 2 (HV DAC)	unsigned32	RO	-	-
2050	2	Счетчик тайм-аутов SPI 3 (ADC-24)	unsigned32	RO	-	-

2050	3	Счетчик тайм-аутов измерений ADC U	unsigned32	RO	-	-
2110	-	Номер CAN узла для сохранения в энергонезависимой памяти	unsigned8	RW	-	sub5
2111	-	Индекс битовой скорости для сохранения в энергонезависимой памяти	unsigned8	RW	-	sub6
2130	-	Ключ для записи калибровочных коэффициентов ADC U	unsigned32	RW	-	-
2131	---	Калибровочные коэффициенты ADC U	массив	---	---	---
2131	0	Число субиндексов	128	RO	-	-
2131	1-128	Калибровочные коэффициенты ADC U 1..128	real32	RW	-	gr01
2140	-	COB-ID TPDO измерений для ADC U	массив	---	---	---
2140	0	Число субиндексов	128	RO	-	-
2140	1-128	COB-ID TPDO измерений ADC U 1..128	unsigned32	RO	-	-
214F	-	Темп передачи TPDO ADC U, измерений в секунду	unsigned16	RW	-	-
2402	---	Измеренные значения ADC U	массив	---	---	---
2402	0	Число субиндексов	128	RO	-	-
2402	1-128	Измеренные значения ADC U 1..128	integer32	RO	-	-
2411	---	Уставки HV DAC	массив	---	---	---
2411	0	Число субиндексов	128	RO	-	-
2411	1-128	Уставки ЦАП HV DAC 1..128	integer16	RW	-	-
2423	-	Общее разрешение передачи TPDO измерений ADC U	boolean	RW	-	-
2FFF	---	Объекты для тестирования и отладки ПО устройства	массив	---	---	---
2FFF	0	Число субиндексов	3	RO	-	-
2FFF	1-3	Объекты для тестирования и отладки 1..3	integer32	RW	-	-
6402	---	Целочисленные измерения аналоговых входов	массив	---	---	---
6402	0	Число аналоговых входов	6	RO	-	-
6402	1	Vref (мВ)	integer32	RO	-	-
6402	2	Vpp (мВ)	integer32	RO	-	-
6402	3	Температура мезонина 1, код АЦП (каналы ЦАП 1..32)	integer32	RO	да	-
6402	4	Температура мезонина 2, код АЦП (каналы ЦАП 33..64)	integer32	RO	да	-
6402	5	Температура мезонина 3, код АЦП (каналы ЦАП 65..96)	integer32	RO	да	-
6402	6	Температура мезонина 4, код АЦП (каналы ЦАП 97..128)	integer32	RO	да	-
6412	---	Целочисленная уставка аналоговых выходов (зарезервировано)	массив	---	---	---
6412	0	Число аналоговых выходов		RO	-	-
6412	1	Код уставки (зарезервировано)	integer32	RW	-	-
6421	---	Маска разрешения прерывания для аналоговых входов	массив	---	---	---
6421	0	Число аналоговых входов	6	RO	-	-
6421	1 - 6	Маска разрешения прерывания для аналоговых входов	unsigned8	RW	-	app
6422	---	Маска аналоговых входов, по которым произошло прерывание. Каждому аналоговому входу 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	-	-
6424	---	Целочисленная верхняя уставка возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6424	0	Число аналоговых входов	6	RO	-	-
6424	1 - 6	Значение верхней уставки для аналоговых входов	integer32	RW	-	app
6425	---	Целочисленная нижняя уставка возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6425	0	Число аналоговых входов	6	RO	-	-
6425	1 - 6	Значение нижней уставки для аналоговых входов	integer32	RW	-	app
6426	---	Целочисленная уставка абсолютной разности возникновения прерывания от аналоговых входов	массив	---	---	---
6426	0	Число аналоговых входов	6	RO	-	-
6426	1 - 6	Значение уставки абсолютной разности аналоговых входов	unsigned32	RW	-	app
6443	---	Режим ошибки для аналоговых выходов	массив	---	---	---
6443	0	Число аналоговых выходов	1	RO	-	-
6443	1	Режим ошибки для уставки ЦАП	unsigned8	RW	-	app
6444	---	Целочисленная уставка аналоговых выходов при ошибке	массив	---	---	---
6444	0	Число аналоговых выходов	1	RO	-	-
6444	1	Целочисленная уставка ЦАП при ошибке	integer32	RW	-	app

Примечания.

1. Возможность сохранения в энергонезависимой памяти параметров прикладного профиля отмечена **app**. Возможность сохранения групп параметров отмечена **grN**, где N – номер группы от 01 до 16.

5. Коммуникационный профиль SiA 301

0002_h..0007_h

Объекты определения типов 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 соответствует профилю SiA 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 до истечения 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 01_h:

Сохранить все параметры.

Значение: 00000000_h (нет сохранения параметров).

Субиндекс 02_h:

Сохранить коммуникационные параметры.

Значение: 00000000_h (нет сохранения параметров).

Субиндекс 03_h:

Сохраняет в энергонезависимой памяти действующие значения параметров приложения.

Сохраненные параметры автоматически устанавливаются при пере-инициализации устройства, если это не отменено посредством объекта 1011_hsub03_h.

Субиндекс 04_h:

Значение: 00000000_h (нет сохранения параметров).

Субиндекс 05_h:

Сохранить номер CAN узла устройства.

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

Субиндекс 06_h:

Сохранить индекс битовой скорости устройства.

Сохраняет в энергонезависимой памяти индекс битовой скорости устройства, который загружается из объекта 2111_h.

Субиндекс 10_h:

Сохранить калибровочные параметры АЦП.

Субиндексы 11_h..13_h:

Сохранить прикладные параметры групп 2..4.

Сохраненные параметры для субиндексов 10_h..13_h могут быть установлены с использованием объектов 1011_hsub[10_h..13_h].

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.

1011_h

Восстановление значений параметров по умолчанию.

Субиндекс 01_h:

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

Субиндекс 02_h:

Значение: 00000000_h (нет восстановления коммуникационных параметров по умолчанию).

Субиндекс 03_h:

Восстановить значения по умолчанию для параметров приложения.

Субиндекс 04_h:

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

Субиндекс 05_h:

Восстановить номер CAN узла по умолчанию.

После восстановления и перезапуска устройства номер CAN узла примет значение 127.

Субиндекс 06_h:

Восстановить индекс битовой скорости по умолчанию.

После восстановления и перезапуска устройства индекс битовой скорости примет значение 2 (500 Кбит/С).

Субиндекс 10_h:

Загрузить калибровочные коэффициенты АЦП ADC U.

Субиндексы 11_h..13_h:

Загрузить прикладные параметры групп 2..4.

Замечание. Поведение субиндексов 10_h..13_h не соответствует CiA301.

Для того, чтобы избежать возможных ошибок, восстановление значений по умолчанию или загрузка прикладных параметров выполняются 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, 5, 6) либо отключения и включения питания.

Прикладные параметры групп 1..4 (субиндексы 10_h..13_h) загружаются непосредственно после получения правильной подписи.

При доступе по чтению соответствующие субиндексы возвращают информацию о возможности восстановления значений по умолчанию или загрузки прикладных параметров 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 либо загрузку сохраненных параметров для субиндексов 10 _h ..13 _h .

1012_h

COB-ID объекта временной метки TIME.

Значение по умолчанию: 100_h.

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	Устройство НЕ использует TIME
	1	Устройство использует временную метку TIME
30	0	Устройство НЕ генерирует TIME
	1	Устройство генерирует временную метку TIME
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

Попытка установка бита 30 (генерация TIME) в 1 завершается SDO аборт кодом 0609 0030_h (неверное значение параметра).

Установ бита 29 в значение 1 запрещен. Соответствующая попытка завершается SDO аборт кодом 0609 0030_h (неверное значение параметра). Изменение бит 0-29 запрещено если TIME действителен (биты 30 или 31 = 1). Такая попытка завершается SDO аборт кодом 0601 0000_h (доступ к объекту не поддерживается).

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 01_h:

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

Субиндекс 02_h:

Содержит код изделия, задаваемый производителем.

Состоит из двух полей:

Код проекта	Вариант изделия
31 16 15	0

Код проекта	Описание
0091 _h	Высоковольтный аналоговый вывод на 128 каналов

Субиндекс 03_h:

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 04_h:

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	Длина поля данных SYNC кадров ноль байт. SYNC счетчик не разрешен.
1	Зарезервировано.
2..240	Длина поля данных SYNC кадров один 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 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.

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 бита 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 самих 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 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 TPDO 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 стандартном 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 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. Задаёт 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 в обработку.

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

TPDO2 (аналоговый вход 32 разряда):

Индекс	Суб-индекс	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A01 _h	0 _h	Число отображаемых объектов	2
	1 _h	Vref (мВ)	6402 01 20
	2 _h	Vpp (мВ)	6402 02 20

TPDO3 (аналоговый вход 32 разряда):

Индекс	Суб-индекс	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A02 _h	0 _h	Число отображаемых объектов	2
	1 _h	Температура мезонина 1 (код АЦП)	6402 03 20
	2 _h	Температура мезонина 2 (код АЦП)	6402 04 20

TPDO4 (аналоговый вход 32 разряда):

Индекс	Суб-индекс	Название объекта	Значение по умолчанию (hex)
1A03 _h	0 _h	Число отображаемых объектов	2
	1 _h	Температура мезонина 3 (код АЦП)	6402 05 20
	2 _h	Температура мезонина 4 (код АЦП)	6402 06 20

6. Использование нескольких CAN сетей

Устройство может использовать любую доступную физическую CAN сеть 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 стандартом CiA 301. Коммуникационные объекты, которые обеспечивают работу нескольких CAN сетей, размещаются по индексам $11F0_h..11FF_h$.

$11F0_h$

Параметры CAN сетей.

Нумерация сетей осуществляется в диапазоне от 0 до 7.

Тип данных: unsigned8, тип доступа: RO.

Субиндекс 01_h :

Битовая маска физических CAN сетей.

Задается константой, которая определяет конфигурацию CAN контроллеров устройства.

Единичное значение бита маски указывает физическое наличие соответствующей CAN сети.

Субиндекс 02_h :

Битовая маска свободных CAN сетей.

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

Субиндекс 03_h :

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 04_h :

Номер активной CAN сети.

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

6.1 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.

7. Прикладной профиль устройства

7.1 Объекты, определяемые производителем устройства

2000_h

Аппаратная конфигурация устройства по профилю SiA 401.

Субиндекс 01_h:

Число входных цифровых блоков по 8 разрядов.

Субиндекс 02_h:

Число выходных цифровых блоков по 8 разрядов.

Субиндекс 03_h:

Число каналов аналогового ввода.

Субиндекс 04_h:

Число каналов аналогового вывода.

2030_h

Длительность сторожевого таймера устройства в миллисекундах.

Задаёт длительность сторожевого таймера IWDТ. Сторожевой таймер контролирует время выполнения основного цикла программы и работу CANopen таймера.

Дополнительно возможно наблюдение за входящим CAN трафиком TIME (объект 2031_h).

Отключение сторожевого таймера IWDТ не предусмотрено.

Значение по умолчанию: 500.

Минимальное значение: 200.

Максимальное значение: 10000.

2031_h

Сторожевой таймер трафика TIME.

Объект может использоваться для перезапуска устройства по сторожевому таймеру IWDТ.

Для этого субиндекс 01_h устанавливается в значение менее периода TIME и разрешается работа сторожевого таймера.

Субиндекс 01_h:

Тайм-аут в миллисекундах приема из CAN сети объекта TIME по истечении которого сторожевой таймер IWDТ осуществляет перезапуск контроллера. Нулевое значение отключает сторожевой таймер трафика TIME.

Запись любого значения прекращает работу сторожевого таймера трафика TIME и сбрасывает разрешение в объекте 2031_hsub2_h.

Если сторожевой таймер TIME активирован и устройство переходит в состояние останова (NMT state Stopped), оно также будет перезапущено по истечении тайм-аута.

Значение по умолчанию: 0 (сторожевой таймер трафика TIME отключен).

Минимальное значение: 100.

Значения менее 100 интерпретируются как ноль.

Субиндекс 02_h:

Разрешение работы сторожевого таймера TIME.

Запись значения 5555_h разрешает работу сторожевого таймера трафика TIME. Запись любого другого значения отключает сторожевой таймер TIME.

2040_h

Код перехода в безопасный NMT режим.

Запись значения A5_h переключает устройство в безопасный NMT режим. Запись любого другого значения запрещена и завершается SDO аборт кодом 0609 0030_h (неверное значение параметра).

В безопасном NMT режиме действуют ограничения по обработке NMT команд: в операционном состоянии CAN узла обрабатываются только команды Enter Pre-Operational и Start Remote Node. Таким образом, для останова либо пере-инициализации устройства, находящегося в операционном состоянии, необходимо сначала перевести данный узел в пред-операционное NMT состояние командой Enter Pre-Operational.

После запуска либо (пере)инициализации устройство осуществляет штатную отработку NMT команд согласно CiA 301.

2050_h

Счетчики числа тайм-аутов.

Сбрасываются при (пере)инициализации устройства.

Субиндекс 01_h:

Счетчик тайм-аутов SPI 2 (HV DAC).

Субиндекс 02_h:

Счетчик тайм-аутов SPI 3 (ADC-24).

Субиндекс 03_h:

Счетчик тайм-аутов измерений (преобразований) АЦП ADC U.

2110_h

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_hsub5_h.

2111_h

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_hsub6_h.

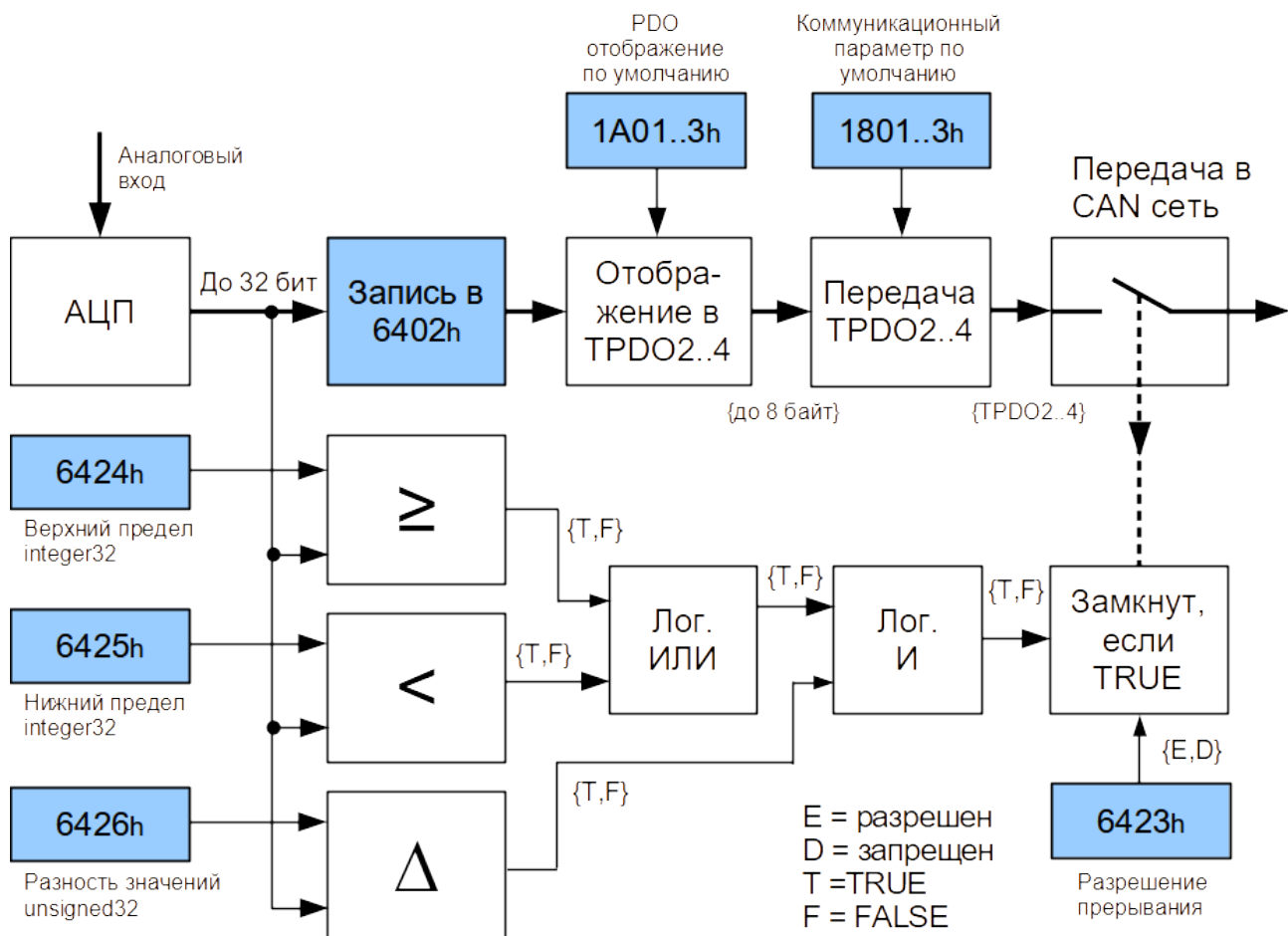
2FFF_h

Субиндексы 1..3:

Объекты для тестирования и отладки ПО устройства.

Доступны по чтению и записи, например, для сброса текущего значения.

7.2 Профиль аналогового ввода CiA 401



6402h

Условия передачи асинхронных TPDO аналоговых входов формируются на основе значений целочисленных измерений. Минимальный интервал передачи TPDO составляет 200 мС для каждого канала измерений.

Субиндекс 01h:

Опорное напряжение V_{ref} (мВ).

Субиндекс 02h:

Внешнее высокое напряжение V_{pp} (мВ).

Субиндекс 03h:

Не калиброванная температура мезонины 1 (каналы ЦАП 1..32).

Субиндекс 04h:

Не калиброванная температура мезонины 2 (каналы ЦАП 33..64).

Субиндекс 05h:

Не калиброванная температура мезонины 3 (каналы ЦАП 65..96).

Субиндекс 06h:

Не калиброванная температура мезонины 4 (каналы ЦАП 97..128).

6421h

Маска разрешения прерывания для аналоговых входов.

Значение по умолчанию:

0_h (прерывания запрещены) для субиндексов 1 и 2;

7_h (все прерывания разрешены) для субиндексов от 3 до 6.

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 асинхронных 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).

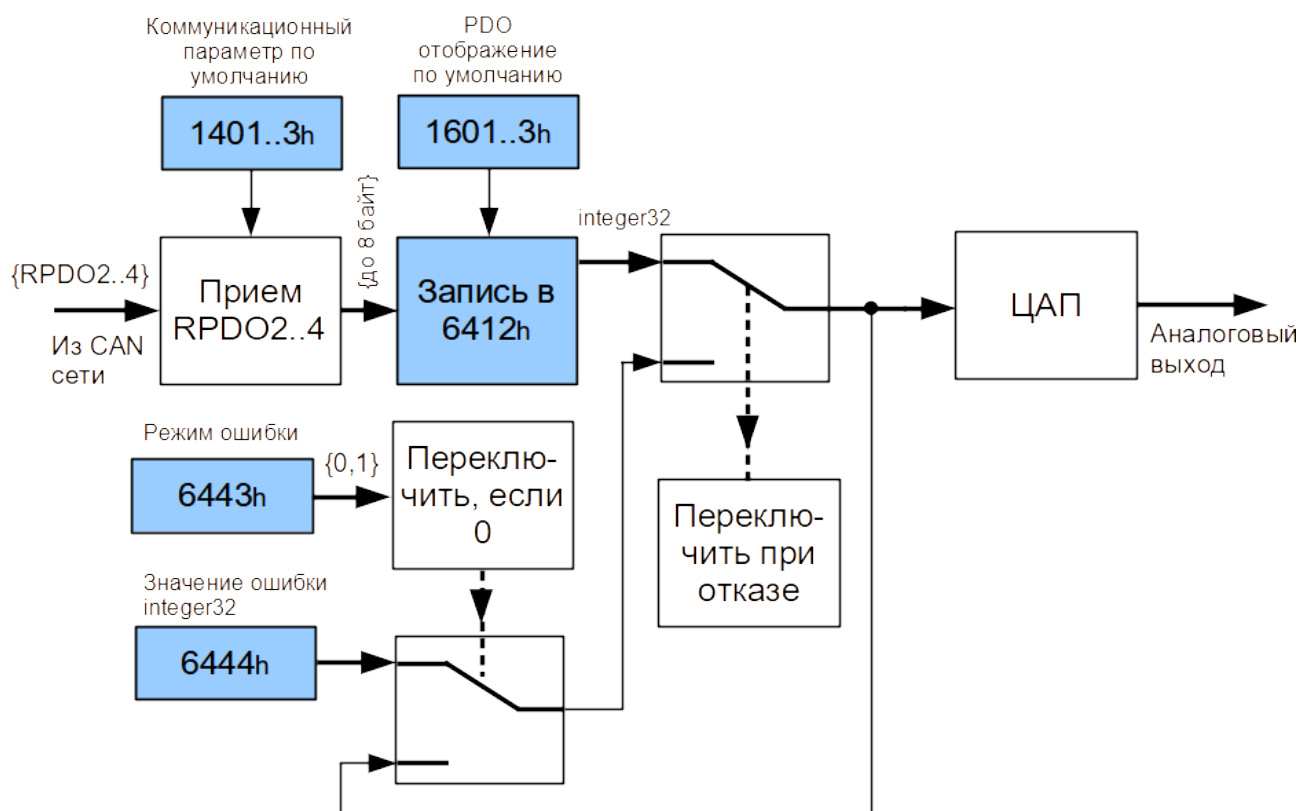
6426_h

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 также 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).

7.3 Профиль аналогового вывода CiA 401



6412_h

Целочисленное значение уставки аналоговых выходов (объект зарезервирован).

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

Целочисленная уставка аналоговых выходов при ошибке.

Значение по умолчанию: 0.

Определяет уставку аналоговых выходов, которая устанавливается при переходе устройства в режим ошибки, если это разрешено объектом 6443_h.

7.3.1 Поведение устройства в режиме ошибки

Распространяется только на аналоговый вывод CiA 401.

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).

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 6412_h, 6443_h и 6444_h отвергается с выдачей SDO аборт кода 0800 0022_h (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_h (устройство находится в режиме ошибки). Если значение объекта 6412_h обновляется с использованием PDO протокола, соответствующее RPDO игнорируется и считается не принятым.

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

7.4 Профиль измерений и управления высоковольтных ЦАП

Профиль обеспечивает передачу данных первичных измерений АЦП ADC U и выдачу уставок для высоковольтных ЦАП. В профиле принята сплошная нумерация каналов АЦП и ЦАП от 1 до 128. Каждый канал определяется субиндексом соответствующего CANopen объекта. Фактический темп первичных измерений составляет около 100 каналов в секунду. Для асинхронной передачи измерений ADC U используются идентификаторы TPDO старших CANopen узлов. В каждый TPDO отображается два канала измерений АЦП (нечетный и четный). Для того, чтобы асинхронная передача была возможной, номер CAN узла высоковольтного ЦАП должен находиться в пределах от 1 до 7. Темп передачи (число измеренных значений, передаваемых каждую секунду) задается объектом 214F_h, управление разрешением передачи — объектом 2423_h.

CAN-ID используются следующим образом:

CAN узел устройства	TPDO IDs от узлов	TPDO 1 .. TPDO 4
1	16..31	TPDO 1 — каналы измерений ADC U 1..32 TPDO 2 — каналы измерений ADC U 33..64 TPDO 3 — каналы измерений ADC U 65..96 TPDO 4 — каналы измерений ADC U 97..128
2	32..47	
3	48..63	
4	64..79	
5	80..95	
6	96..111	
7	112..127	

2130_h

Ключ для записи калибровочных коэффициентов АЦП измерений высокого (объект 2131_h). Попытка записи коэффициентов без установленного ключа отвергается с выдачей SDO аборт кода 0601 0000_h (доступ к объекту не поддерживается). После записи калибровочных коэффициентов рекомендуется установить нулевое значение ключа. Значения коэффициентов могут быть сохранены в энергонезависимой памяти (объект 1010_hsub10_h).

2131_h

Субиндексы 1..128:

Калибровочные коэффициенты для каналов измерений высокого ADC U. Формат данных real32. Значения по умолчанию: 1.0.

2140_h

Субиндексы 1..128:

COB-ID TPDO измерений ADC U (см. таблицу выше).

Установ в единицу старшего бита COB-ID (бит 31) означает не действительный PDO.

214F_h

Темп передачи TPDO ADC U, измерений в секунду.

В каждый TPDO отображается два канала измерений высокого ADC U.

Значение по умолчанию: 100 (50 TPDO в секунду).

Минимальное значение: 2 (1 TPDO в секунду).

Максимальное значение: 1000 (500 TPDO в секунду).

2402_h

Субиндексы 1..128:

Измеренные не калиброванные значения АЦП ADC U.

2411_h

Субиндексы 1..128:

Целочисленные значения уставки высоковольтных ЦАП.

Значение по умолчанию: 0000_h.

Минимальное значение: 0000_h.

Максимальное значение: 3FFF_h.

2423_h

Общее разрешение передачи TPDO измерений ADC U.

Значение по умолчанию: FALSE.

Значение = TRUE – передача разрешена.

Значение = FALSE – передача запрещена.

8. 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. В случае конфликтов индикации преимущество имеет красный светодиод.

8.1 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.

8.2 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.

9. Коды ошибок CANopen

9.1 Коды ошибок при SDO обмене (SDO аборт код)

Аборт код	Описание
0503 0000 _h	Не изменился мерцающий (toggle) бит.
0504 0000 _h	Тайм-аут 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 в объектном словаре.
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 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 слишком велико (только для записи данных).
0609 0032 _h	Значение параметра слишком мало (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.

9.2 Коды ошибок объекта EMCY

Код ошибки	Назначение
0000 _h	Сброс либо отсутствие ошибки или предупреждение.
0080 _h	Не разрешено общее прерывание для аналоговых входов (объект 6423 _h).
1000 _h	Общая ошибка.
2000 _h	Ток - общая ошибка.
2100 _h	Ток на входе в устройство - общая ошибка.
2200 _h	Ток внутри устройства - общая ошибка.
2300 _h	Выходной ток устройства - общая ошибка.
2320 _h	Короткое замыкание выходов.
2330 _h	Обрыв цепи выходов.
3000 _h	Напряжение - общая ошибка.
3100 _h	Напряжение питания - общая ошибка.
3200 _h	Напряжение внутри устройства - общая ошибка.
3300 _h	Выходное напряжение - общая ошибка.
4000 _h	Температура - общая ошибка.
4100 _h	Температура окружающей среды - общая ошибка.
4200 _h	Температура устройства - общая ошибка.
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 контроля данных в энергонезависимой памяти.
61A1 _h	Ошибка при работе с энергонезависимой памятью.
61A2 _h	Неподходящий объект для энергонезависимой памяти.
61A3 _h	Ошибка операции с SSD файлом.
61A4 _h	Не хватает памяти или ошибочный адрес.
61A5 _h	Неверные параметры для энергонезависимой памяти.
61A6 _h	Ошибка чтения или записи объектного словаря при работе с энергонезависимой памятью.
6200 _h	Программное обеспечение пользователя - общая ошибка.

6280 _h	Будет выполнена перезагрузка по сторожевому таймеру.
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 сердцебиения либо охраны узла.
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».
8190 _h	Прекращена работа по безопасному протоколу EN50325-5.
8200 _h	Ошибка протокола - общая ошибка.
8210 _h	PDO не может быть обработан из-за ошибки длины данных.
8220 _h	Превышен максимальный размер PDO.
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 устройства - общая ошибка.
FF80 _h	Устройство находится в режиме ошибки.

Цветом выделены дополнительные и не стандартные коды ошибок.

Некоторые коды заносятся 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.

10. Предопределенное распределение CANopen идентификаторов

10.1 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 _h
128 (80 _h)	Объект синхронизации SYNC	1005 _h
256 (100 _h)	Объект временной метки TIME	1012 _h

10.2 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 _h) – 255 (FF _h)	Объекты срочного сообщения EMCY для узлов сети 1 – 127	1014 _h
257 (101 _h) – 384 (180 _h)	Объекты данных безопасного протокола (EN50325-5)	1301 _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

10.3 Прочие объекты

CAN-ID	Назначение
2020 (7E4 _h)	Ответ от LSS responder (сервис установки уровня)
2021 (7E5 _h)	Запрос от LSS commander (сервис установки уровня)

10.4 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 _h) – 127 (07F _h)	Зарезервированы
257 (101 _h) – 384 (180 _h)	Объекты данных протокола EN50325-5
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

11. Средства конфигурирования и тестирования

Интерактивные средства конфигурирования и тестирования высоковольтного ЦАП выполнены в виде подгружаемых модулей для программы [CANwise](#) версии 3.10

11.1 Конфигурирование устройства на основе DCF файла

Имя файла подгружаемого модуля: CANopenDCF.dll.

Название подгружаемого модуля: Device Configuration Manager.

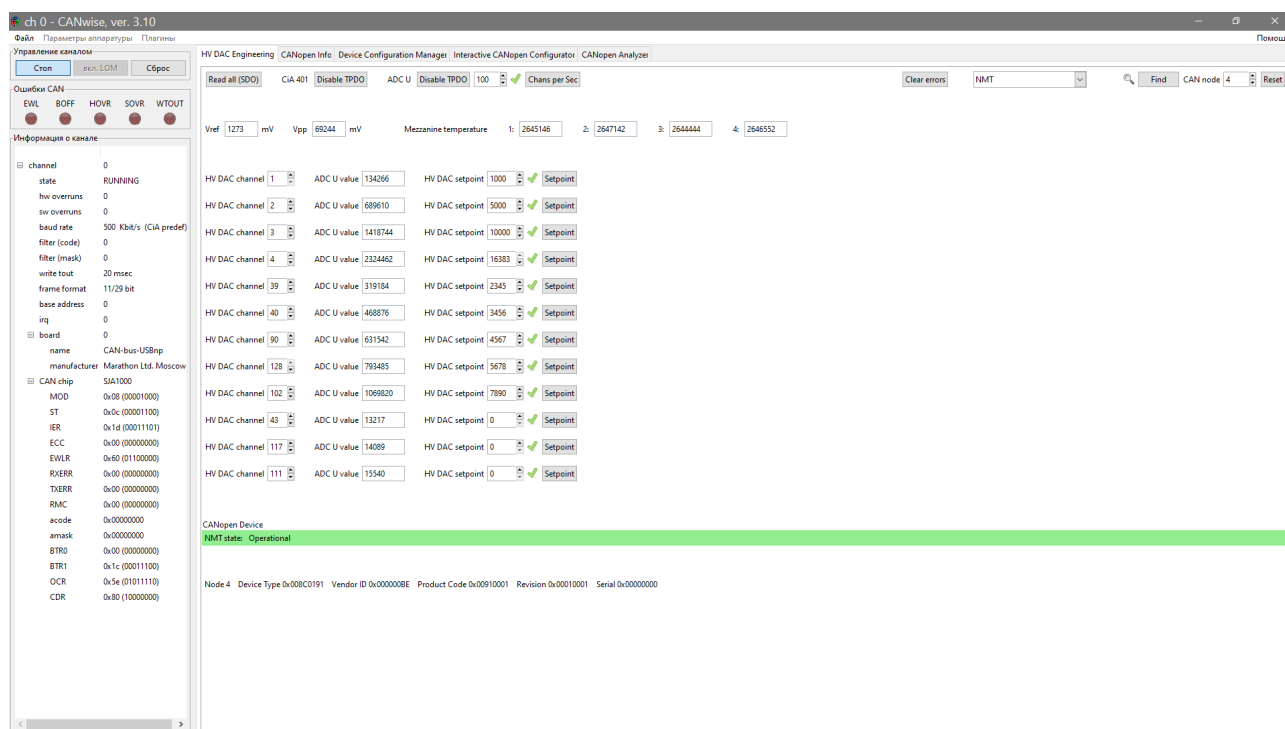
Описание: CANopen_DCF.pdf.

11.2 Инженерный тест-модуль высоковольтного ЦАП

Имя файла подгружаемого модуля: J1NR_HVDAC_Engineering.dll

Название подгружаемого модуля: HV DAC Engineering.

Версия 1.0.x



Верхнее окно служит для выполнения инженерных операций с высоковольтным ЦАП. В нижнем отображается состояние (статус) CANopen устройства.

Для начала работы с CANwise нужно выполнить следующие операции:

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

Далее в окне подгружаемого модуля следует запустить устройство. Режим запуска «Find» устанавливается по умолчанию и используется при подключении к работающему устройству. Режим «Initialize» выполняется с выдачей NMT команды “Reset node”, которая осуществляет инициализацию ЦАП. Номер CAN узла (CAN адрес) задается в поле ввода справа от кнопки. При успешном обнаружении высоковольтного ЦАП считываются его параметры и активируется протокол сердцебиения.

Каждая строка «HV DAC channel» позволяет осуществлять работу с любым из 128 каналов ЦАП. Разрешения передачи TPDO для объектов CiA 401 и измерений ADC U устанавливаются отдельно.

Кнопки управления.

Кнопка	Назначение
Read all (SDO)	Считывает из устройства и отображает значения измерений и уставок ЦАП, температуры мезонинов и другие параметры. Используется CANopen SDO протокол. Значения уставок ЦАП, Vref и Vpp считываются только с использованием SDO протокола.
CiA 401 Enable / Disable TPDO	Разрешает (Enable) либо запрещает (Disable) автоматическую передачу значений измерений с использованием PDO протокола для параметров, который обрабатываются согласно профилю CiA 401.
ADC U Enable / Disable TPDO	Разрешает (Enable) либо запрещает (Disable) автоматическую передачу измеренных значений АЦП ADC U с использованием PDO протокола.
Chans per Sec	Задаёт темп передачи TPDO измерений ADC U (объект 214F _h). Значение объекта задаётся в поле ввода слева от кнопки.
Clear errors	Очищает строки сообщений об ошибках в окне статуса устройства.
Find / Initialize Reset	Начинает работу с устройством. Режим «Find» устанавливается по умолчанию и используется при подключении к работающему устройству. Режим «Initialize» выполняется с выдачей NMT команды “Reset node”, которая осуществляет (пере)инициализацию устройства. Номер CAN узла (CAN адрес) задаётся в поле ввода «CAN node» справа от кнопки. Переключение режимов осуществляется кнопкой «Reset».
HV DAC channel	Выбор канала высоковольтного ЦАП в диапазоне от 1 до 128.
Setpoint	Передаёт уставку высоковольтного ЦАП для соответствующего канала устройства. Значение уставки задаётся в поле ввода слева от кнопки.

Окно статуса устройства.

Строка	Назначение
1	NMT состояние устройства. 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 устройстве (тип, код производителя, код изделия и др.).