

Сетевой адаптер CANopen

GN-9261

Руководство пользователя



ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ДОКУМЕНТА				
ВЕР	СТРАНИЦА	ПРИМЕЧАНИЕ	ДАТА	РЕДАКТОР
1.00	Создание документа		30.07.18	YE,Jeon
1.01	10	Обновлена информация о состоянии индикаторов	31.05.19	YE,Jeon
1.02	7-8, 16-19, 30, 33	Обновлена информация о сертификации UL, о PDO, о параметрах 0x1029 и 0x21xx в таблице CANopen	13.07.20	YE,Jeon
1.02R		Перевод на русский язык	01.09.21	IV,Maevskiy

Оглавление	
1. Важные примечания	5
1.1. Инструкция по безопасности	6
1.1.1. Символьные обозначения	6
1.1.2. Примечания по безопасности	6
1.1.3. Сертификация	6
2. Спецификация	7
2.1. GN-9261	7
2.1.1. Схема подключения	7
2.1.2. Индикаторы	8
2.1.3. Индикатор состояния	8
2.1.4. Технические характеристики	11
2.1.5. Характеристики интерфейса	12
3. Габариты	13
3.1. GN-9261	13
4. Монтаж	14
4.1. Ширина корзины адаптера	14
4.2. Монтаж и демонтаж модулей	14
4.3. RTB (Съёмный клеммный блок)	15
4.4. Как правильно подключить питание адаптера	16
5. Интерфейсы передачи данных	17
5.1. Структурная схема	17
5.2. Описание контактов шины G-Bus	18
5.3. Распиновка 5-контактного коннектора	19
5.4. Установка параметров CAN обмена	19
5.5. Установка CAN адреса	20
5.6. Распиновка последовательного порта (RS-232)	20
5.7. Таблица отображения	21
5.8. Пример адресации входных данных	22
5.9. Пример адресации выходных данных	23
6. Описание реализации протокола CANopen	24
6.1. Модель устройства (Device Model)	24
6.2. Объект PDO (Process Data Object)	24
6.2.1. Общая информация	24
6.2.2. Соотнесение объектов PDO	25

6.2.3. Идентификатор объекта PDO	25
6.2.4. Типы обмена данными объекта PDO.....	25
6.3. Объект SDO (Service Data Object)	27
6.4. Аварийный объект (Emergency Object).....	27
6.5. Управление сетью (NMT, Network Management).....	28
6.5.1. Общая информация.....	28
6.5.2. Сообщения BOOT-UP.....	29
6.5.3. Защита узлов (Node Guarding)	29
6.5.4. Защита работоспособности (Life Guarding).....	30
6.6. Каталог объектов.....	31
6.6.1. Область обмена данными	31
6.6.2. Область производителя	35
6.6.3. Область устройства	38
7. Описание реализации протокола Modbus.....	40
7.1. Протокол Modbus.....	40
7.2. Поддерживаемые Modbus функции	40
7.3. Карта дополнительных Modbus регистров	41
7.3.1. Идентификационные данные адаптера (0x1000, 4096)	41
7.3.2. Настройки адаптера и состояние модулей расширения (0x1100, 4352)	41
7.3.3. Информация и настройки модулей расширения (0x2000, 8192)	43
8. Обнаружение и устранение неисправностей.....	45

1. Важные примечания

Полупроводниковое оборудование имеет эксплуатационные характеристики, отличные от электромеханического.

Указания по безопасности в случаях применения, установки и технического обслуживания полупроводниковых устройств управления описывают некоторые важные различия между полупроводниковым оборудованием и проводными электромеханическими устройствами.

Из-за этих различий, а также из-за большого разнообразия применений полупроводникового оборудования, все лица, ответственные за применение этого оборудования, должны убедиться, что каждое предполагаемое применение данного оборудования является приемлемым.

Ни при каких обстоятельствах CREVIS не несет ответственности за прямой или косвенный ущерб, возникший в результате использования или применения этого оборудования.

Примеры и диаграммы в этом руководстве приведены исключительно в иллюстративных целях. Из-за множества факторов и требований, связанных с каким-либо конкретным применением, CREVIS не может нести ответственность за фактическое использование, основанное на примерах и схемах.

Предупреждение!

Несоблюдение инструкций может привести к травмам, повреждению оборудования или взрыву.

Не подключайте модули и провода при включенном питании системы. В противном случае это может вызвать электрическую дугу, которая может привести к неожиданным и потенциально опасным воздействиям полевых устройств. При электрической дуге возникает опасность взрыва в опасных зонах. Убедитесь, что область подключения безопасна, или отключите питание системы надлежащим образом перед подключением модулей.

Не прикасайтесь к клеммным колодкам или модулям ввода-вывода во время работы системы. В противном случае это может привести к поражению электрическим током или неисправности устройства.

Держитесь подальше от странных металлических предметов, не связанных с устройством, электромонтажные работы должны контролироваться инженером-электриком. В противном случае это может привести к возгоранию, поражению электрическим током или неисправности устройства.

Осторожно!

Несоблюдение инструкций может привести к травмам, повреждению оборудования или взрыву. Пожалуйста, следуйте инструкциям ниже.

Перед подключением проверьте номинальное напряжение и клеммную колодку. Избегайте мест с температурой более 50 °C. Избегайте попадания прямых солнечных лучей.

Избегайте мест с влажностью более 85%.

Не размещайте модули рядом с легковоспламеняющимися материалами. В противном случае это может вызвать пожар.

Не допускайте прямого приближения к ним какой-либо вибрации.

Внимательно ознакомьтесь со спецификациями модулей, убедитесь, что входные и выходные подключения выполнены в соответствии с этими спецификациями. Для подключения используйте стандартные кабели.

Используйте модули в среде со степенью загрязнения 2.

1.1. Инструкция по безопасности

1.1.1. Символьные обозначения

<p>DANGER</p> 	<p>Определяет информацию о методах или обстоятельствах, которые могут вызвать взрыв в опасной среде, что может привести к травмам, смерти, материальному ущербу или экономическим потерям</p>
<p>IMPORTANT</p>	<p>Определяет информацию, которая имеет решающее значение для успешного применения и понимания продукта</p>
<p>ATTENTION</p> 	<p>Определяет информацию о методах или обстоятельствах, которые могут привести к травмам, материальному ущербу или экономическим потерям.</p> <p>Данный символ поможет вам идентифицировать опасность, избежать её или распознать последствия</p>

1.1.2. Примечания по безопасности

<p>DANGER</p> 	<p>Модули оснащены электронными компонентами, которые могут быть разрушены электростатическим разрядом. При обращении с модулями убедитесь, что окружающая среда (люди, рабочее место и упаковка) хорошо заземлены. Не прикасайтесь к проводящим компонентам, выводам шины G-Bus.</p>
--	---

1.1.3. Сертификация

c-UL-us UL Listed Industrial Control Equipment – сертификация для США и Канады (UL File E235505)

CE Certificate - EN 61000-6-2; Устойчивость к электромагнитным помехам EN 61000-6-4;

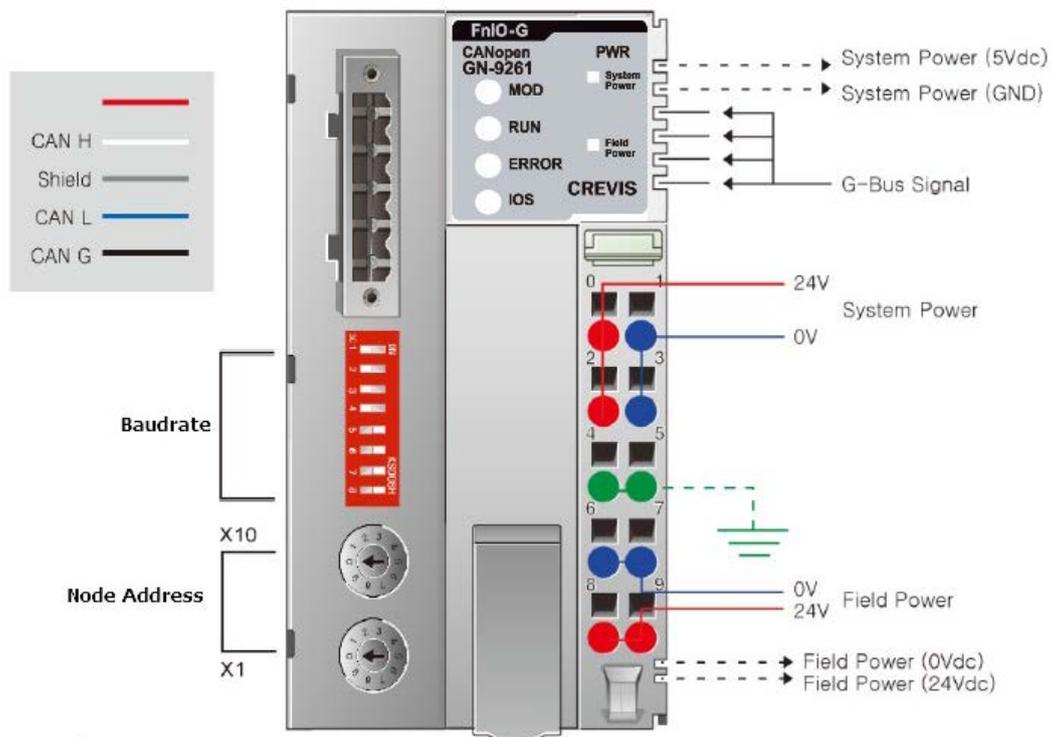
Электромагнитная эмиссия

Reach, RoHS (EU, CHINA)

2. Спецификация

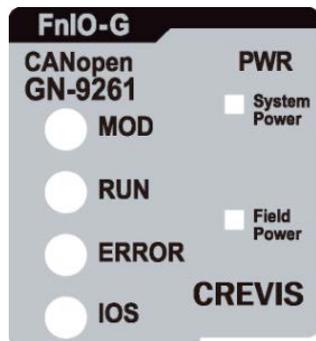
2.1. GN-9261

2.1.1. Схема подключения



Контакт	Описание сигнала	Описание сигнала	Контакт
0	Системное питание, 24 В	Системное питание, 0 В	1
2	Системное питание, 24 В	Системное питание, 0 В	3
4	FG	FG	5
6	Полевое питание, 0 В	Полевое питание, 0 В	7
8	Полевое питание, 24 В	Полевое питание, 24 В	9

2.1.2. Индикаторы



№	Функция / Описание	Цвет
MOD	Статус модуля	Зелёный/ Красный
RUN	Статус протокола CANopen	Зелёный
ERROR	Ошибка протокола CANopen	Красный
IOS	Статус модулей расширения	Зелёный/ Красный
System Power	Статус системного питания	Зелёный
Field Power	Статус полевого питания	Зелёный

2.1.3. Индикатор состояния

Индикатор «MOD»

Статус	Индикатор	Описание
Нет питания	Индикатор не горит	Нет питания
Нормальная работа	Индикатор горит зелёным	Нормальная работа
Неисправность модуля	Индикатор горит красным	Неисправность модуля (ошибка памяти или сторожевого таймера)

Индикатор «RUN»

Статус	Индикатор	Описание
Нет питания	Индикатор не горит	Нет питания, статус устройства NOT_ACTIVE, либо инициализация модуля
Остановлен	Одиночное мигание индикатора (зелёный, примерно 200 мс после 1 с выключенного состояния)	Модуль остановлен
Подготовка	Индикатор мигает зелёным	Модуль в режиме подготовки (режим PRE-OPERATIONAL)
Нормальная работа	Индикатор горит зелёным	Нормальная работа (режим OPERATIONAL)

Индикатор «ERROR»

Статус	Индикатор	Описание
Нет питания или нет ошибки	Индикатор не горит	Нет питания или нет ошибки
Превышение предела счётчиков ошибок	Одиночное мигание индикатора (красный, примерно 200 мс после 1 с выключенного состояния)	По крайней мере один из счётчиков ошибок CAN контроллера достиг или превысил заданный предел
Зафиксировано событие ошибки управления	Последовательность двух миганий индикатора (красный, примерно 200 мс с паузой между миганиями 200 мс после 1 с выключенного состояния)	Зафиксировано событие Guard event (NMT-Slave или NMT-Master) или событие Heartbeat event
Ошибка синхронизации	Последовательность трёх миганий индикатора (красный, примерно 200 мс с паузой между миганиями 200 мс после 1 с выключенного состояния)	Сообщение о синхронизации (SYNC) не принято в заданное (специальный регистр 0x1006) время таймаута цикла передачи
Шина выключена	Индикатор горит красным	Шина CAN контроллера выключена

Индикатор «IOS»

Статус	Индикатор	Описание
Нет питания	Индикатор не горит	Нет питания
Нет модулей расширения	Индикатор мигает красным	Корзина адаптера не содержит модулей расширения
Нормальная работа	Индикатор горит зелёным	Нормальная работа
Ошибка конфигурации модулей расширения	Индикатор горит красным	По крайней мере один из модулей расширения находится в состоянии ошибки (некорректный ID модуля расширения, превышен максимальный объём данных модулей расширения, слишком много модулей расширения, ошибка инициализации, ошибка связи по шине G-Bus, зафиксировано изменение конфигурации корзины расширения в процессе работы, некорректный параметр Vendor Code)

Индикаторы «System Power» / «Field Power»

Статус	Индикатор	Описание
Соответствующее питание не подключено	Индикатор не горит	Соответствующее питание не подключено
Соответствующее питание подключено	Индикатор горит зелёным	Соответствующее питание подключено

2.1.4. Технические характеристики

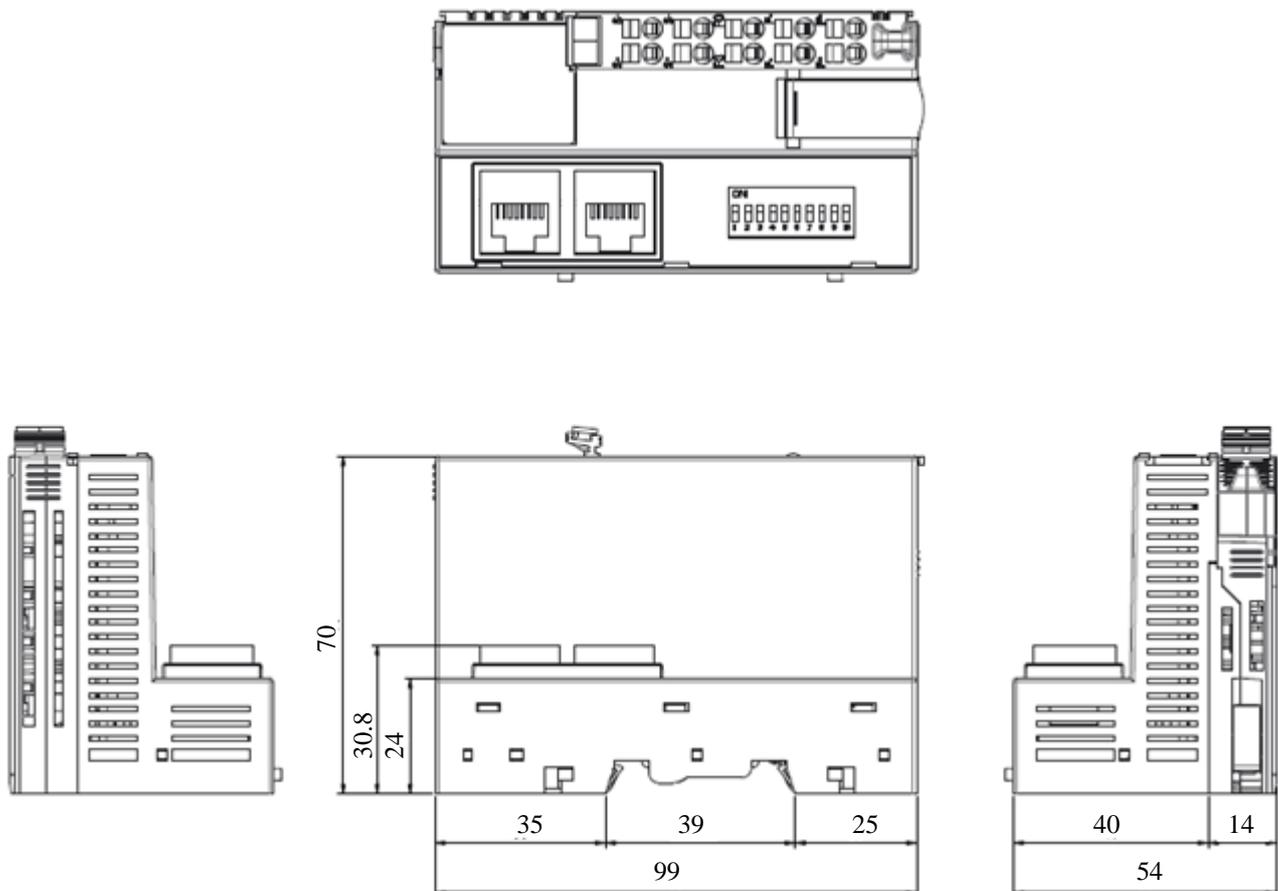
Параметры	Технические характеристики
Характеристики модуля	
Системное питание (UL)	Напряжение питания: номинальное 24 В (DC), класс 2
Системное питание	Напряжение питания: номинальное 24 В (DC) Диапазон напряжения: 15 ~ 30 В (DC) Защита от напряжения обратной полярности
Рас рассеяние мощности	Номинальное 70 мА (24.0 В, DC)
Ток на модули расширения	1.5 А (5.0 В, DC)
Изоляция	Системное питание к внутренней логике: нет изоляции Системное питание драйвера ввода / вывода: есть изоляция
Полевое питание (UL)	Напряжение питания: номинальное 24 В (DC), класс 2
Полевое питание	Напряжение питания: номинальное 24 В (DC) * Диапазон напряжения полевого питания отличается в зависимости от модуля расширения
Максимальный ток контактов полевого питания	10 А (DC)
Тип проводников	Кабель ввода/вывода Макс. 2.0 мм ² (AWG 14)
Крутящий момент	0.8 Нм
Масса	162 г
Размер модуля	54 мм x 99 мм x 70 мм
Эксплуатационная спецификация	
Температура эксплуатации	-40 °C ~ 70 °C
Температура эксплуатации (UL)	-20 °C ~ 60 °C
Температура хранения	-40 °C ~ 85 °C
Относительная влажность	5% ~ 90% без образования конденсата
Монтаж	DIN-рейка
Общая спецификация	
Ударопрочность	IEC 60068-2-6
Устойчивость к вибрации	На основании IEC 60068-2-6 DNVGL-CG-0039: класс вибрации B, 4g
Электромагнитная эмиссия	EN61000-6-4/ALL: 2011
Устойчивость к электромагнитным помехам	EN 61000-6-2: 2005
Место установки	Возможна вертикальная и горизонтальная установка
Сертификаты	CE, UL, FCC

2.1.5. Характеристики интерфейса

Параметры	Характеристики интерфейса
Тип адаптера	Ведомое устройство (Slave), CANopen
Протокол обмена	CANopen CiA 301
Максимальное количество PDO	32 TPDO / 32 RPDO
Максимальное количество SDO	1 SDOs
Метод соотнесения PDO	Автоматическое соотнесение: CiA 301 (по умолчанию), Последовательное соотнесение, Соотнесение вручную (специальный регистр 0x20F0 / 6)
Количество модулей расширения	Максимум 63 модуля
Объём данных модулей расширения (Входные / выходные)	Максимум 252 байт
Количество ведомых устройств	Максимум 99 устройств
Скорость передачи данных	Настраивается: 10, 20, 50, 100, 125, 250, 500, 800, 1000 Кб/с (по умолчанию, 1000 Кб/с)
Коннектор	5-контактный коннектор
Настройка Modbus адреса	Через два переключателя
Последовательный порт	RS-232 для Modbus RTU, сервисных функций или панели оператора
Настройки последовательного порта (фиксированные)	Адрес: 1 Скорость передачи данных: 115200 бод Количество бит данных: 8 Контроль чётности: Нет (None) Количество стоповых бит: 1
Индикаторы	6 индикаторов статуса (зелёный / красный)
Расположение модуля	Самая левая позиция в корзине

3. Габариты

3.1. GN-9261

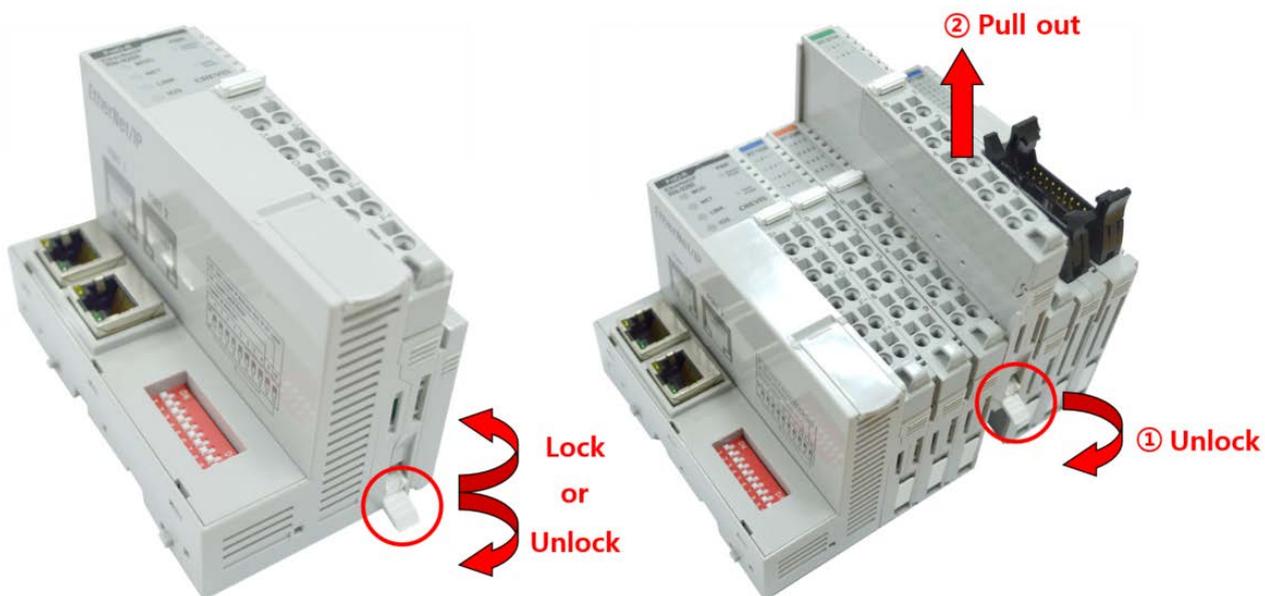


4. Монтаж

4.1. Ширина корзины адаптера

Максимальное количество модулей расширения для GN-9261 – 63 модуля. Таким образом максимальная ширина корзины адаптера составляет 810 мм (54 мм + 63 * 12 мм).

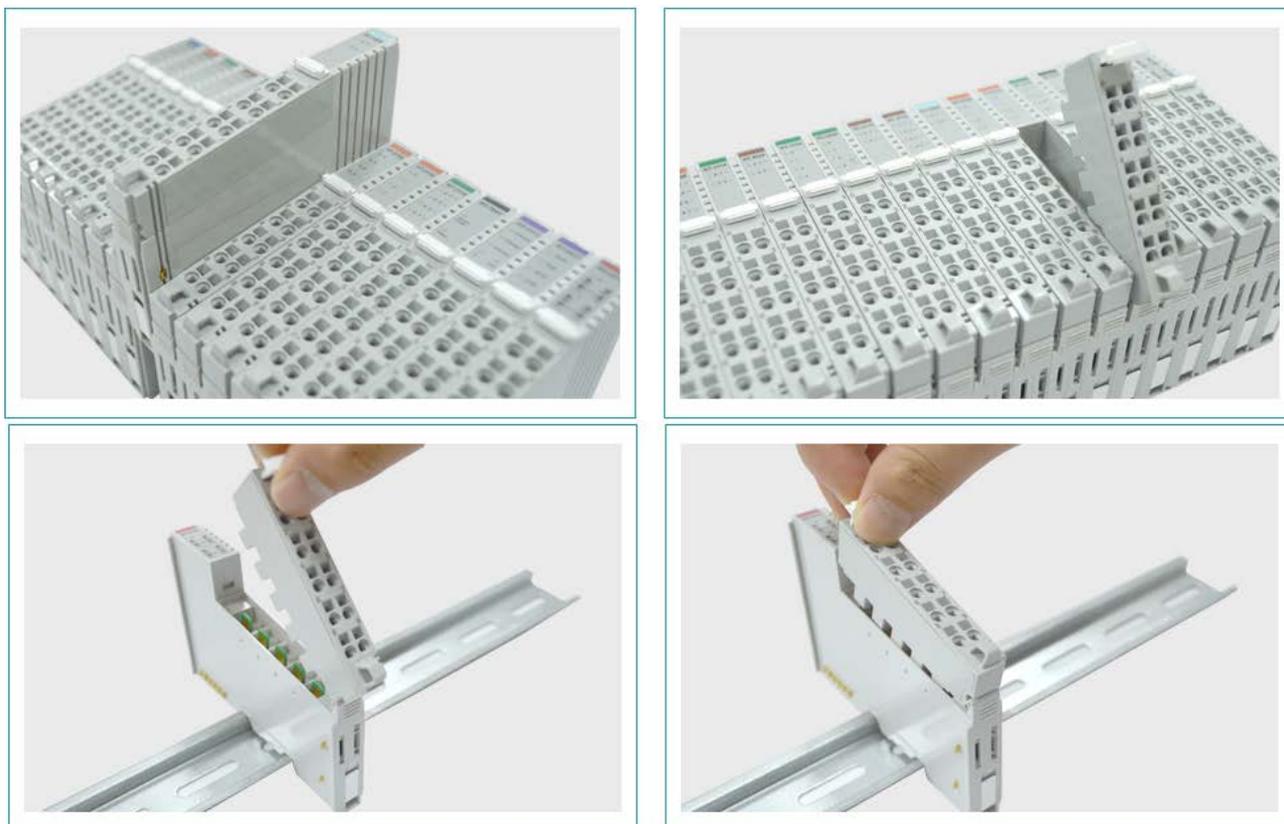
4.2. Монтаж и демонтаж модулей



Как показано на рисунке выше (слева), для фиксации модуля серии G его следует закрепить на DIN-рейке фиксирующими защёлками. Для этого откиньте верхнюю часть фиксирующей защёлки.

Чтобы вытащить модуль серии G, откройте фиксирующую защёлку, как показано на рисунке выше (справа).

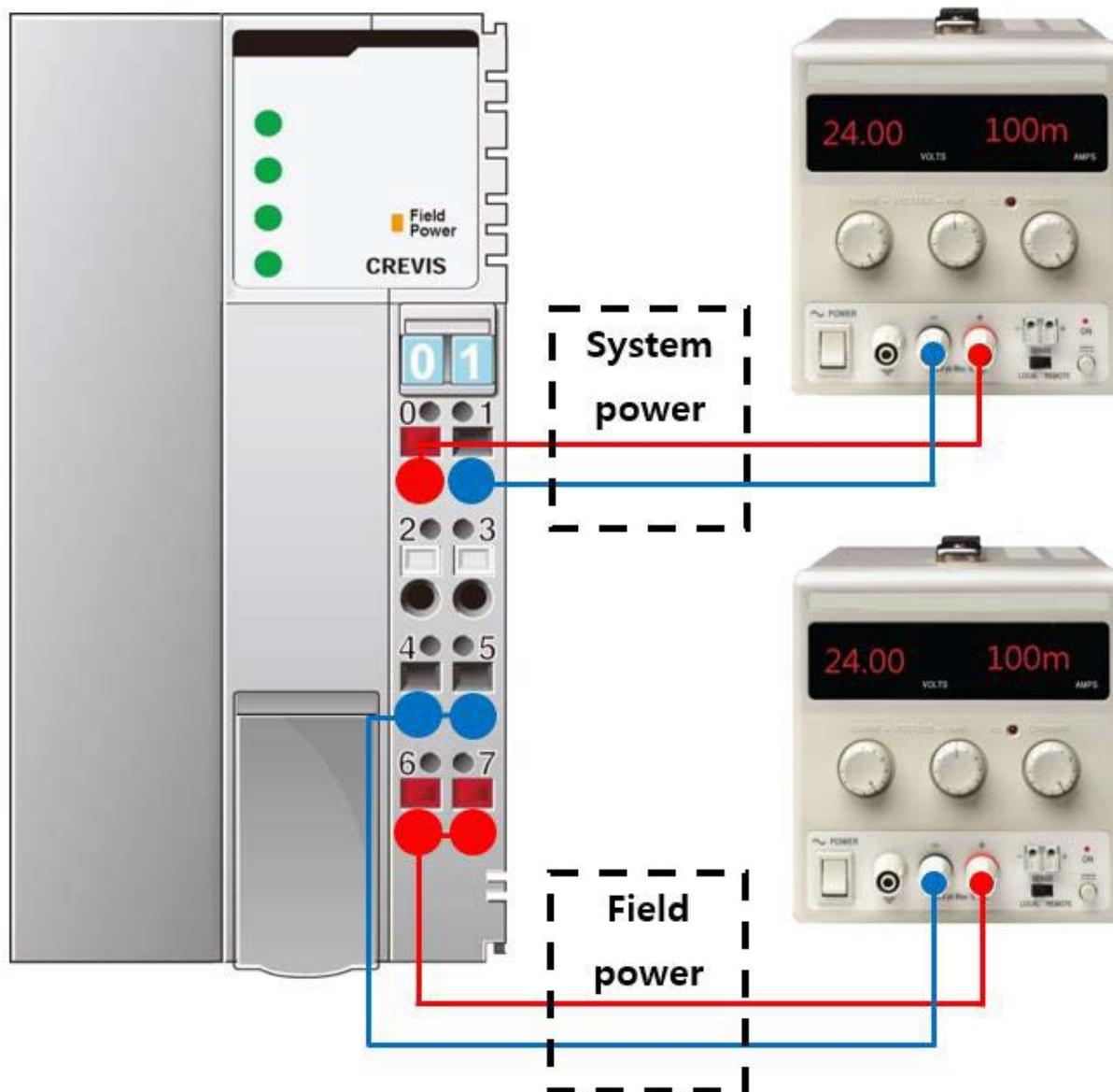
4.3. RTB (Съёмный клеммный блок)



Для удобства монтажа вся клеммная колодка может быть снята, как это показано на рисунке выше.

На RTB в верхней части колодки есть фиксирующий рычажок для её лёгкого снятия.

4.4. Как правильно подключить питание адаптера

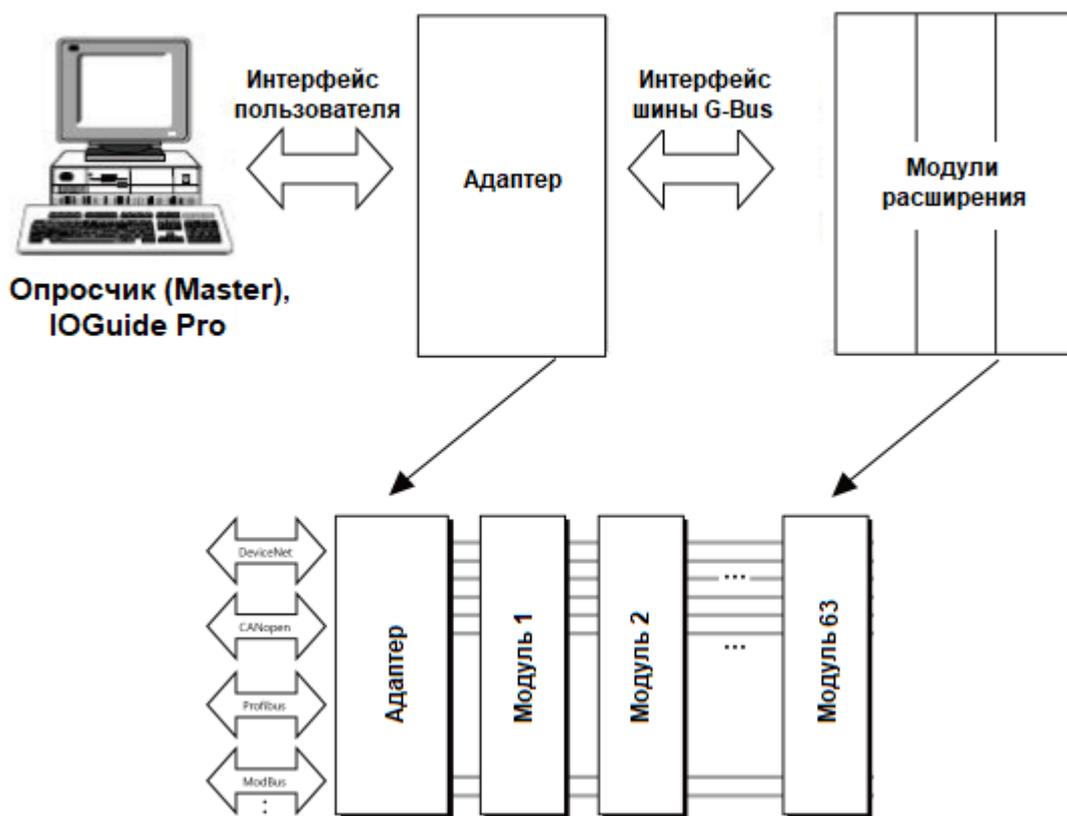


Существует 4 правила подключения питания к модулю адаптера:

- 1) Перед подключением проводников проверьте схему подключения (см. пункт 2.1.1);
- 2) Необходимо заранее рассчитать потребляемую мощность корзины адаптера для того, чтобы убедиться, что у данной корзины будет необходимый запас по мощности;
- 3) Уровень напряжения и для системного питания, и для полевого питания одинаковый – 24 В (DC);
- 4) Системное питание и полевое питание должно быть подключено от **разных** источников питания (см. рисунок выше). В противном случае система может быть подвержена влиянию помех

5. Интерфейсы передачи данных

5.1. Структурная схема



5.2. Описание контактов шины G-Bus

Обмен данными между адаптерами серии G (FnIO и PIO) и модулями расширения, а также передача системного / полевого питания осуществляется через внутреннюю шину G-Bus. Данная шина состоит из 8 контактов (P1 - P8):



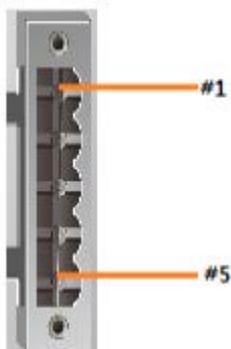
№	Описание
P1	Системное питание (VCC)
P2	Системное питание (GND)
P3	GBUS TX +
P4	GBUS TX -
P5	GBUS RX +
P6	GBUS RX -
P7	Полевое питание (GND)
P8	Полевое питание (VCC)

DANGER



Не прикасайтесь к контактам шины G-Bus, чтобы избежать воздействия помех и повреждений устройства от ESD шума.

5.3. Распиновка 5-контактного коннектора



Контакт	Сигнал
1	-
2	CAN H (High)
3	FG
4	CAN L (Low)
5	CAN G (Ground)

5.4. Установка параметров CAN обмена

Параметры CAN обмена устанавливаются с помощью DIP переключателей на корпусе модуля. Состояние ON (вверх) означает «включено», OFF (вниз) – «выключено».



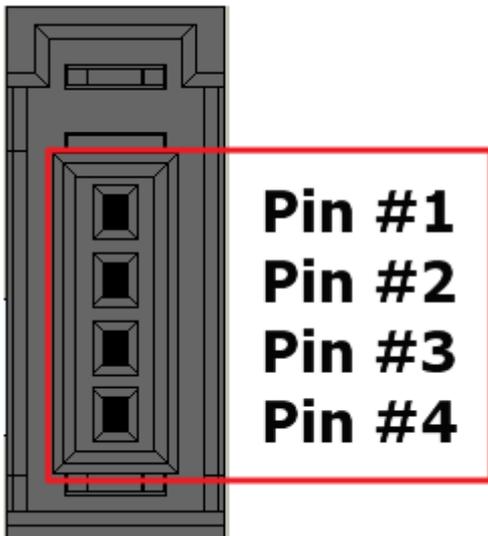
Параметр	Описание	DIP переключатель								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Терминальный резистор	Задействован	ON								
	Не задействован	OFF								
Скорость передачи данных	10 Кб/с					OFF	OFF	OFF	ON	
	20 Кб/с					OFF	OFF	ON	OFF	
	50 Кб/с					OFF	OFF	ON	ON	
	100 Кб/с					OFF	ON	OFF	OFF	
	125 Кб/с					OFF	ON	OFF	ON	
	250 Кб/с					OFF	ON	ON	OFF	
	500 Кб/с					OFF	ON	ON	ON	
	800 Кб/с					ON	OFF	OFF	OFF	
1000 Кб/с					ON	OFF	OFF	ON		

5.5. Установка CAN адреса

CAN адрес (1 - 99) устанавливается с помощью двух переключателей на корпусе адаптера. Верхний используется для настройки второго разряда адреса (десятки), нижний – первого (единицы).



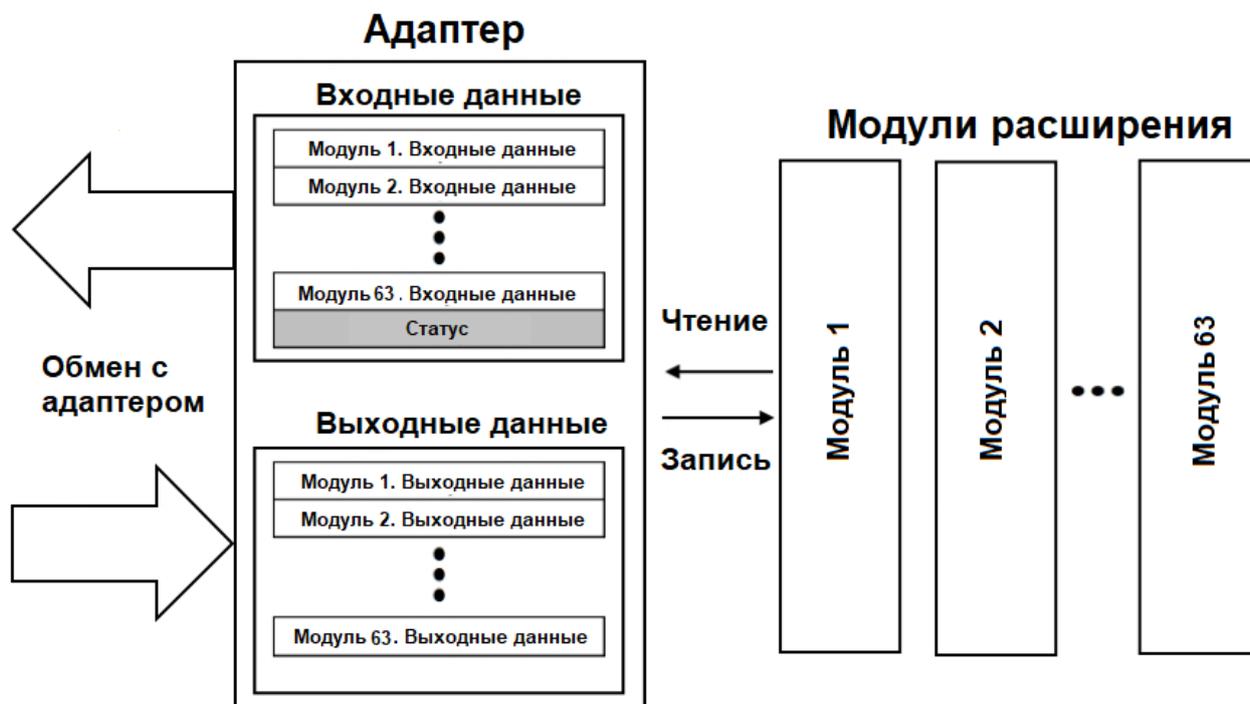
5.6. Распиновка последовательного порта (RS-232)



Контакт	Сигнал
1	-
2	TxD
3	RxD
4	GND

5.7. Таблица отображения

Модули расширения содержат внутреннюю область памяти (таблицу отображения), в которую записывают входные данные (например, с аналоговых входов) и из которой считывают информацию для записи (например, для записи состояния дискретных выходов). Данные таблиц отображения со всех модулей расширения в корзине через внутренние протоколы шины G-Bus передаются в общую таблицу, формируемую в памяти адаптера

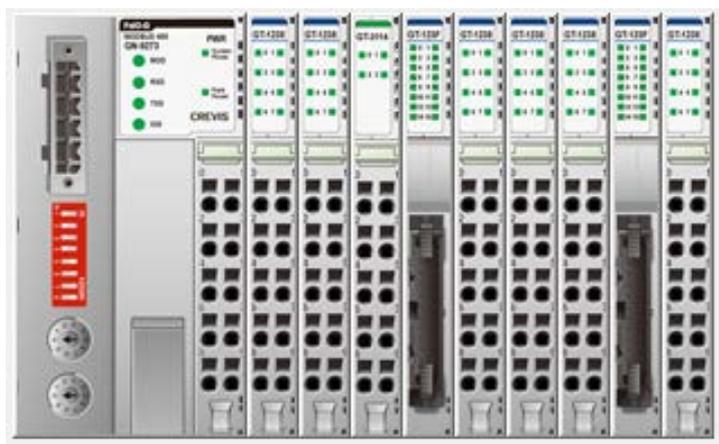


Общая таблица отображения в адаптере автоматически присваивается CAN и Modbus регистрам в соответствии со следующими таблицами.

Стартовый Modbus адрес	Доступ	Описание	Modbus функция
0x0000 (0) ~	Чтение	Входные данные модулей расширения	3,4,23
0x0800 (2048) ~	Чтение / Запись	Выходные данные модулей расширения	3,16,23
0x1000 (4096) ~	Чтение	Идентификационные данные адаптера	3,4,23
0x1020 (4128) ~	Чтение / Запись	Настройки и состояние сторожевого таймера адаптера, время полного цикла обмена с модулями расширения	3,4,6,16,23
0x1100 (4352) ~	Чтение / Запись	Modbus регистры с настройками адаптера и состоянием обмена с модулями расширения	3,4,6,16,23
0x2000 (8192) ~	Чтение / Запись	Modbus регистры с информацией и настройками модулей расширения	3,4,6,16,23

Стартовый Modbus адрес	Доступ	Описание	Modbus функция
0x0000 (0) ~	Чтение	Входные данные модулей расширения (в битовом формате). Размер данной области памяти равен размеру соответствующей области из предыдущей таблицы, умноженному на 16.	2
0x1000 (4096) ~	Чтение / Запись	Выходные данные модулей расширения (в битовом формате). Размер данной области памяти равен размеру соответствующей области из предыдущей таблицы, умноженному на 16.	1, 5, 15

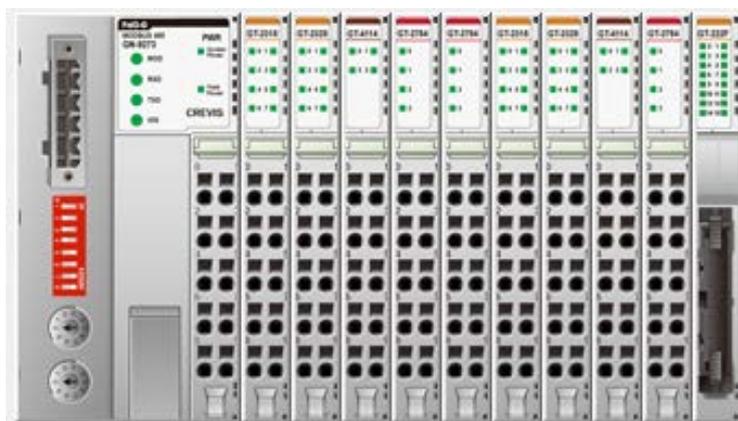
5.8. Пример адресации входных данных



Модуль	Описание
0	Адаптер Modbus RTU/ASCII
1	Дискретный ввод. 8 каналов
2	Дискретный ввод. 8 каналов
3	Аналоговый ввод. 4 канала
4	Дискретный ввод. 16 каналов
5	Дискретный ввод. 8 каналов
6	Дискретный ввод. 8 каналов
7	Дискретный ввод. 8 каналов
8	Дискретный ввод. 16 каналов
9	Дискретный ввод. 8 каналов

Номер бита	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Адрес Modbus																
0	Модуль 2. 8 каналов								Модуль 1. 8 каналов							
1	Модуль 3. Канал 0. Старший байт								Модуль 3. Канал 0. Младший байт							
2	Модуль 3. Канал 1. Старший байт								Модуль 3. Канал 1. Младший байт							
3	Модуль 3. Канал 2. Старший байт								Модуль 3. Канал 2. Младший байт							
4	Модуль 3. Канал 3. Старший байт								Модуль 3. Канал 3. Младший байт							
5	Модуль 4. 8 каналов (9 - 16)								Модуль 4. 8 каналов (1 - 8)							
6	Модуль 6. 8 каналов								Модуль 5. 8 каналов							
7	Модуль 8. 8 каналов (1 - 8)								Модуль 7. 8 каналов							
8	Модуль 9. 8 каналов								Модуль 8. 8 каналов (9 - 16)							

5.9. Пример адресации выходных данных



Модуль	Описание
0	Адаптер Modbus RTU/ASCII
1	Дискретный вывод. 8 каналов
2	Дискретный вывод. 8 каналов
3	Аналоговый вывод. 4 канала
4	Дискретный вывод. 4 канала
5	Дискретный вывод. 4 канала
6	Дискретный вывод. 8 каналов
7	Дискретный вывод. 8 каналов
8	Аналоговый вывод. 4 канала
9	Дискретный вывод. 4 канала
10	Дискретный вывод. 16 каналов

Номер бита	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Адрес Modbus																
2048	Модуль 2. 8 каналов								Модуль 1. 8 каналов							
2049	Модуль 3. Канал 0. Старший байт								Модуль 3. Канал 0. Младший байт							
2050	Модуль 3. Канал 1. Старший байт								Модуль 3. Канал 1. Младший байт							
2051	Модуль 3. Канал 2. Старший байт								Модуль 3. Канал 2. Младший байт							
2052	Модуль 3. Канал 3. Старший байт								Модуль 3. Канал 3. Младший байт							
2053	-				Модуль 5. 4 канала				-				Модуль 4. 4 канала			
2054	Модуль 7. 8 каналов								Модуль 6. 8 каналов							
2055	Модуль 8. Канал 0. Старший байт								Модуль 8. Канал 0. Младший байт							
2056	Модуль 8. Канал 1. Старший байт								Модуль 8. Канал 1. Младший байт							
2057	Модуль 8. Канал 2. Старший байт								Модуль 8. Канал 2. Младший байт							
2058	Модуль 8. Канал 3. Старший байт								Модуль 8. Канал 3. Младший байт							
2059	Модуль 10. 8 каналов (1 - 8)								-				Модуль 9. 4 канала			
2060	-								Модуль 10. 8 каналов (9 - 16)							

6. Описание реализации протокола CANopen

6.1. Модель устройства (Device Model)

Обмен данными (Communication). Этот функциональный элемент (юнит) делает доступными связи между объектами данных и связанные с ними функции для обмена данными по сети CANopen (в том числе состояние сетевого устройства (Network Status Machine)).

Каталог объектов (Object Directory). Данный элемент содержит все объекты данных (данные приложения + параметры), доступные извне и влияющие на обмен данными, приложения и состояния устройств. Каталог объектов организован в виде двухмерной таблицы, в которой данные адресуются по их индексу и субиндексу.

Обмен данными с устройствами CANopen происходит с помощью объектов данных. В спецификации CANopen определены два типа стандартных объектов (PDO и SDO) и специальные объекты (для управления сетью и т.д.).

Сетевой адаптер CREVIS GN-9261 поддерживает следующие объекты данных:

- 32 PDO (передача);
- 32 PDO (приём);
- 1 SDO (сервер, стандартный);
- 1 аварийный объект (Emergency Object);
- Защита узлов (Node Guarding);
- Объекты NMT;

Каждое устройство CANopen имеет каталог объектов данных, в котором вводятся параметры этих объектов.

6.2. Объект PDO (Process Data Object)

6.2.1. Общая информация

Передача данных в реальном времени выполняется с помощью объектов PDO. Данные объекты соответствуют объектам в каталоге объектов (Object Directory) и предоставляют интерфейс для объектов приложения. Тип данных и отображение объектов приложения в PDO определяется соответствующей структурой отображения PDO в словаре объектов.

Существует два типа использования объектов PDO. Первый - это передача данных (TPDO), второй - приём данных (RPDO). Устройства CANopen, поддерживающие TPDO, называются PDO-производителями (PDO Producer), устройства, поддерживающие RPDO – PDO-потребителями (PDO Consumer).

6.2.2. Соотнесение объектов PDO

Спецификация протокола CANopen определяет назначение данных первых двух объектов PDO в профиле устройства для групп ввода / вывода (DS401) («соотнесение по умолчанию»). Первый PDO предназначен для дискретных (цифровых) входов (TxPDO1) или выходов (RxPDO1). Первые 4 аналоговых входа или выхода расположены во втором PDO. В структуре CREVIS эти объекты PDO, соответственно, заняты данными с модулей расширения сетевого адаптера. Если, например, в корзине расширения не содержится ни одного модуля дискретных выходов, то объект RxPDO1 останется пустым. После того, как первые PDO заняты, следующие PDO заполняются данными в следующей последовательности:

1. Дискретный вход / выход (1 байт);
2. Дискретный вход / выход (2 байта);
3. Аналоговый вход / выход.

6.2.3. Идентификатор объекта PDO

Для первых двух объектов PDO (PDO1 + PDO2) протокол CANopen предоставляет идентификаторы по умолчанию в зависимости от адреса узла, всем остальным PDO должны быть назначены идентификаторы. Принцип идентификаторов «по умолчанию» (Default Identifiers) объясняется в разделе «Управление сетью».

В системе с идентификаторами «по умолчанию» все узлы (Ведомые устройства, Slave) обмениваются данными с одной центральной станцией (Ведущее устройство, Master), поскольку ведомые устройства по умолчанию не прослушивают идентификаторы отправки других ведомых устройства:

6.2.4. Типы обмена данными объекта PDO

По событию (Event Driven). Передача сообщения инициируется наступлением события, связанного с конкретным объектом. Для синхронных (synchronous) объектов PDO - это истечение указанного периода передачи, синхронизированное приёмом объекта SYNC. Для ациклически передаваемых синхронных PDO и асинхронных PDO запуск передачи сообщения - это событие, зависящее от устройства, указанное в профиле устройства.

Опрос (Polling)

Данные объектов PDO могут быть запрошены опросом удалённой передачи.

Синхронизация (Synchronize)

Для синхронизации устройств CANopen объект синхронизации (объект SYNC) периодически передается приложением синхронизации.

Типы передачи данных объекта PDO

Код	Тип передачи данных объекта PDO				
	Циклическая передача	Ациклическая передача	Синхронная передача	Асинхронная передача	Только RTR Передача
0		X	X		
1 – 240	X		X		
241 – 251	Не используется				
252			X		X
253				X	X
254				X	
255				X	

Синхронная передача

Синхронная передача (код передачи 0–240 и 252) - передача PDO, связанная с объектом SYNC. Предпочтительно устройства используют SYNC в качестве триггера для задания состояния выходов или активации на основе предыдущего синхронного RPDO, а также для обновления данных, передаваемых в следующем синхронном TPDO.

Асинхронная передача

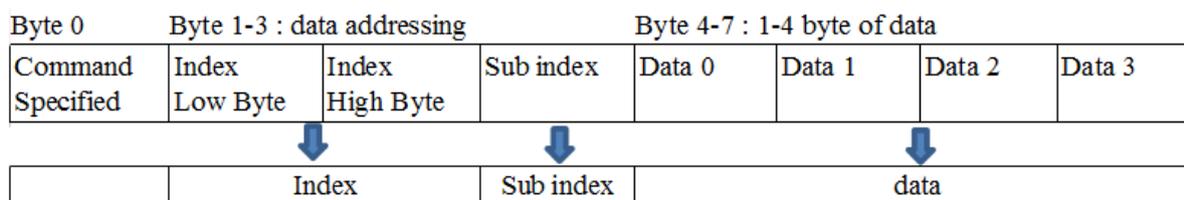
Асинхронная передача (по событию) - PDO может быть передан в любое время при возникновении внутреннего события устройства CANopen.

Время запрета

Время запрета представляет собой минимальное время, которое должно пройти между передачей двух TPDO. Это позволяет снизить нагрузку на шину и увеличить пропускную способность данных. Значение определяется, как кратное 100 мс.

6.3. Объект SDO (Service Data Object)

Объекты сервисных данных SDO обеспечивают доступ к записям каталога объектов устройства. Поскольку эти записи могут содержать данные произвольного размера и типа данных, SDO могут использоваться для передачи нескольких наборов данных (каждый из которых содержит произвольный большой блок данных) от клиента к серверу и наоборот. Мультиплексор этих наборов данных состоит из 16-битного индекса и 8-битного субиндекса, которые адресуют соответствующие записи в каталоге объектов.



Обычно данные объекта SDO передаются, как последовательность сегментов. Перед передачей сегментов существует фаза инициализации, на которой клиент и сервер готовятся к передаче сегментов. Для SDO также можно передать набор данных размером до четырех байтов на этапе инициализации. Этот механизм называется ускоренной передачей SDO. SDO может быть передан как последовательность блоков, где каждый блок может состоять из последовательности до 127 сегментов, содержащих порядковый номер и данные. Перед передачей блоков должна быть фаза инициализации, на которой клиент и сервер могут подготовиться к передаче блоков и согласованию количества сегментов в одном блоке. После передачи блоков идёт фаза завершения, на которой клиент и сервер могут проверить правильность предыдущей передачи данных путем сравнения контрольных сумм, полученных из набора данных. Упомянутый выше тип передачи называется блочной передачей SDO, которая выполняется быстрее, чем сегментированная передача для большого набора данных.

6.4. Аварийный объект (Emergency Object)

Аварийные объекты (сообщения) всегда отправляются в случае возникновения / преодоления аварийной ситуации в устройстве или если важная информация должна быть передана другим устройствам.

Структура и значение записей в аварийном объекте закодированы в сообщении шины в порядке «младший байт» / «старший байт».

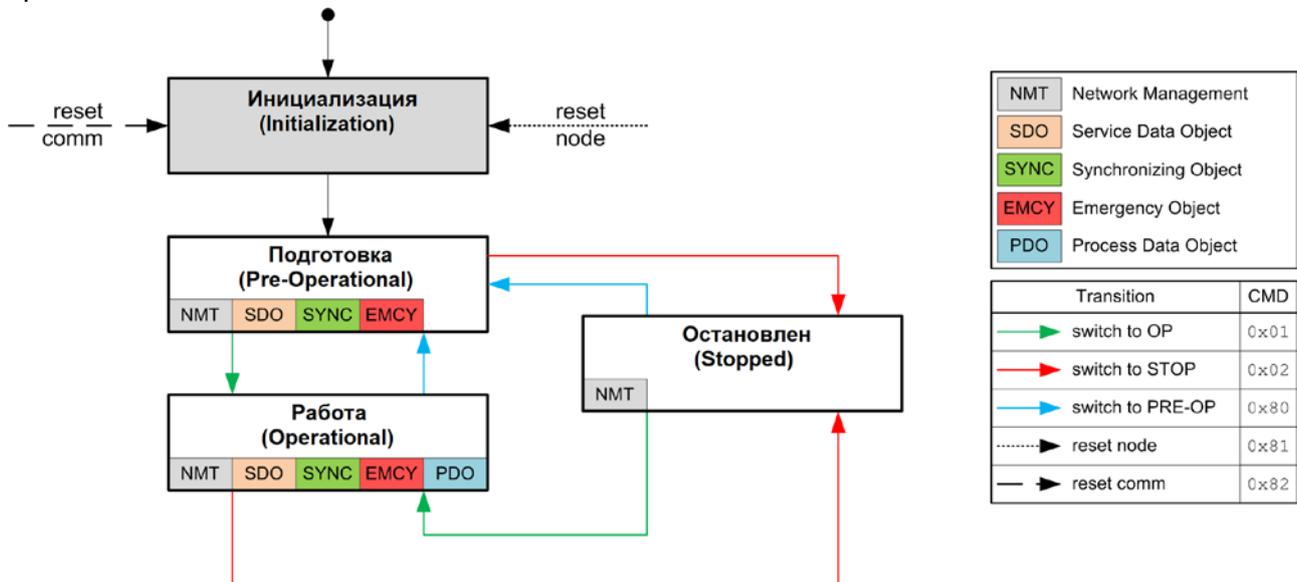
После включения питания отправляется аварийный объект, если загруженные настройки являются настройками по умолчанию. Это происходит по двум причинам:

- Настройки еще не сохранены (индекс 0x1010);
- Сохраненная настройка была отклонена сетевым адаптером, поскольку модули были подключены или отключены.

6.5. Управление сетью (NMT, Network Management)

6.5.1. Общая информация

Протокол CANopen определяет алгоритм, который контролирует функциональность устройства. Переход между отдельными состояниями инициируется внутренними событиями или службами мастера NMT. Эти состояния устройств могут быть связаны с процессами приложений.



В состоянии **Инициализации** (Initialization) структуры данных устройства CANopen инициализируются приложением. Стандарт CiA DS-301 определяет различные обязательные записи OD для этой задачи, а также конкретные объекты связи, необходимые для этого. В минимальной конфигурации устройства идентификатор для этих коммуникационных объектов должен соответствовать так называемому предопределенному набору соединений. Профили устройств определяют дополнительные настройки для применимого класса устройств. Предварительно определенные настройки идентификатора для аварийной ситуации, PDO и SDO рассчитываются на основе адреса узла (ID узла), который может находиться в диапазоне от 1 до 99, добавленного к базовому идентификатору, определяющему функцию отдельного объекта.

После завершения инициализации узел автоматически переходит в состояние **Подготовка** (Pre-Operational). Мастер NMT будет проинформирован об этом изменении состояния с помощью сообщения BOOT-UP, отправленного соответствующим узлом. В этом состоянии невозможно связаться с узлом с помощью PDO. Однако узел может быть настроен через шину CAN, используя SDO. В этом состоянии также доступны функции управления сетью (NMT) и защиты узлов (Life Guarding).

Приложение, а также доступные ресурсы устройства CANopen определяют, в какой степени необходимо выполнить конфигурацию по шине CAN с помощью SDO. Например, если устройство CANopen не предоставляет энергонезависимую память для хранения параметров отображения и связи для PDO и эти параметры отличаются от значений по

умолчанию, то эти параметры должны быть переданы на узел по сети после завершения инициализации.

После того, как конфигурация этих параметров приложением или мастером NMT завершена, можно использовать функцию NMT «Start_Remote_Node» для перевода узла из состояния **Подготовка** в состояние **Работа** (Operational). Это изменение состояния также вызывает начальную передачу всех TPDO независимо от того, присутствует ли для него событие.

Каждая последующая передача PDO всегда происходит в зависимости от события.

Все устройства CANopen также поддерживают службы «Stop_Remote_Node», «Enter_PRE-OPERATIONAL_State», «Reset_Node», «Reset_Communication»).

Reset_Node используется для сброса данных приложения и параметра связи узла. В структуры данных CANopen загружаются их начальные значения. Данные, хранящиеся в энергонезависимой памяти, отклоняются. Это изменение состояния сравнимо с первоначальной работой узла.

Если для изменения состояния узла используется служба NMT «Reset_Communication», то происходит загрузка начальных значений исключительно для параметров связи в стек CANopen.

Связь через PDO и SDO невозможна, если устройство находится в состоянии **Остановлен** (Stopped). В этом состоянии возможны только службы NMT, Node Guarding, Life Guarding, а также Heartbeat.

6.5.2. Сообщения BOOT-UP

После фазы инициализации и самотестирования сетевой адаптер отправляет сообщение загрузки - сообщение CANцзут без байтов данных и с идентификатором аварийного сообщения:

CAN-ID = 0x80 + идентификатор узла.

6.5.3. Защита узлов (Node Guarding)

Защита узлов представляет собой службу наблюдения за узлами, иницируемую мастером NMT. Данная служба используется для запроса рабочего состояния узла и определения правильности его работы. Мастер NMT передает одно сообщение подчиненному в форме удаленного кадра с идентификатором CAN 0x700 плюс адрес узла подчиненного устройства NMT. В ответ на этот удаленный фрейм подчиненное устройство NMT отправляет обратно сообщение CAN, содержащее его текущее состояние NMT и один бит для переключения между двумя последующими сообщениями.

Ответ ведомого устройства NMT на удаленный фрейм защиты узла:

Идентификатор	DLC	Данные
		0
0x700 + адрес узла	1	Байт статуса

Байт статуса устройства CANopen может принимать следующие значения:

Байт статуса (Код)	Описание (Состояние устройства)
0x00 (0)	BOOT-UP
0x04 (4)	Остановлен (STOPPED)
0x05 (5)	Работа (OPERATIONAL)
0x7F (127)	Подготовка (PRE-OPERATIONAL)

Бит 7 байта состояния всегда начинается с 0 и меняет свое значение после каждой передачи. Приложение отвечает за активное переключение этого бита. Это гарантирует, что ответное сообщение защиты узла от ведомого устройства не просто сохраняется в одном из каналов Full-CAN. Таким образом, мастер NMT получит подтверждение от подчиненного узла NMT, что приложение все еще работает.

6.5.4. Защита работоспособности (Life Guarding)

В качестве альтернативы защиты узлов (Node Guarding) наблюдение за узлами также может выполняться службами защиты работоспособности (Life Guarding). В отличие от Node Guarding, мастер NMT циклически отправляет сообщение Life Guard подчиненному в форме удаленного кадра с идентификатором CAN 0x700 плюс адрес узла подчиненного устройства NMT. В ответ на этот удаленный фрейм подчиненное устройство NMT отправляет обратно сообщение CAN, содержащее его текущее состояние NMT и один бит, который переключает между двумя последующими сообщениями. При отсутствии ответа или неожиданном статусе ведомого информируется приложение мастера NMT. Далее ведомое устройство может обнаружить потерю мастеров.

Ответ от подчиненного устройства NMT на удаленный фрейм Life Guarding:

Идентификатор	DLC	Данные
		0
0x700 + адрес узла	1	Байт статуса

Значение байта состояния соответствует значению сообщения Node Guarding. Контроль Life Guarding на подчиненном узле NMT деактивирован, если время Life Guarding (запись объекта 0x100C в каталоге объектов) или таймаут Life Time Factor (запись объекта 0x100D в каталоге объектов) равны нулю.

6.6. Каталог объектов

Все объекты CANopen, относящиеся к сетевому адаптеру входят в состав общего каталога объектов CANopen. Каталог объектов подразделяется на три области:

- 1) область обмена данными (индексы 0x1000 – 0x1FFF);
- 2) область производителя (индексы 0x2000 – 0x5FFF);
- 3) область устройства (индексы 0x6000 – 0x9FFF).

6.6.1. Область обмена данными

Индекс	Суб - индекс	Параметр	Тип данных	Атрибут	По умолчанию	Описание
0x1000	0x00	Тип устройства	Unsigned32	ro		Код типа устройства
0x1001	0x00	Регистр ошибок	Unsigned8	ro		Регистр ошибок
0x1003	0x00	Настройка поля ошибок	Unsigned8	rw	0	Количество сохраняемых ошибок
	0x01	Стандартное поле ошибок	Unsigned32	ro	0	Сохраняемые ошибки
0x1005	0x00	Сообщение COB-ID	Unsigned32	rw	0x80000080	Идентификатор сообщения синхронизации
0x1006	0x00	Время цикла обмена данными	Unsigned32	rw	0	Время цикла обмена данными (в мкс)
0x1007	0x00	Длина «окна» синхронизации	Unsigned32	rw	0	Длина «окна» синхронизации
0x1008	0x00	Имя устройства	VisibleString	ro	GN-9261	Имя устройства
0x1009	0x00	Версия аппаратного обеспечения	VisibleString	ro	100	Версия аппаратного обеспечения
0x100A	0x00	Версия программного обеспечения	VisibleString	ro	100	Версия программного обеспечения
0x100C	0x00	Таймаут защиты узлов	Unsigned16	rw	0x00C8	Интервал между двумя сообщениями защиты узлов (в мс)
0x100D	0x00	Таймаут Life Time Factor	Unsigned8	rw	2	Таймаут Life Time Factor
0x1010	0x00	Наибольший поддерживаемый субиндекс	Unsigned32	ro	1	Количество сохраняемых субпараметров
	0x01	Сохранять все параметры	Unsigned32	rw	0x65766173 (ASCII: save)	Сохранять все параметры

0x1011	0x00	Сбрасываемые параметры	Unsigned8	ro	1	Количество сбрасываемых параметров
	0x01	Сбросить параметры на значение по умолчанию	Unsigned32	rw	0x64616F6C (ASCII: load)	Сбросить параметры на значение по умолчанию
0x1012	0x00	Временная метка COB-ID	Unsigned32	rw	100	Временная метка COB-ID
0x1014	0x00	COB-ID аварийного сообщения	Unsigned32	ro	0x80 + ID узла	COB-ID аварийного сообщения
0x1015	0x00	Время запрета EMCY	Unsigned16	rw	0	Время запрета EMCY
0x1016	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	5	Значения таймаутов (HeartBeat Time) устройств – потребителей (Consumer)
	0x01	Таймаут 1 устройства – потребителя (Consumer)	Unsigned32	rw	0	
	0x02	Таймаут 2 устройства – потребителя (Consumer)	Unsigned32	rw	0	
	
	0x05	Таймаут 5 устройства – потребителя (Consumer)	Unsigned32	rw	0	
0x1017	0x00	Таймаут устройства – производителя (Producer)	Unsigned32	rw		Значение таймаута (HeartBeat Time) устройства – производителя (Producer), 0 - 127
0x1018	0x00	Количество идентификаторов устройства	Unsigned16	ro	4	Идентификаторы устройства
	0x01	ID производителя устройства	Unsigned8	ro	0x0000029D	
	0x02	Код продукта	Unsigned32	ro	0x00009060	
	0x03	Номер ревизии	Unsigned32	ro	0x00000100	
	0x04	Серийный номер	Unsigned32	ro		
0x1019	0x00	Значение переполнения счётчика	Unsigned16	rw	0	Значение переполнения счётчика

		синхронизаций				синхронизаций
0x1029	0x00	Количество ошибок	Unsigned8	ro	1	Поведение при ошибке (0 – перейти в состояние Подготовка , 1 – не изменять состояние, 2 – перейти в состояние Остановлен)
	0x01	Настройка при ошибке обмена данными	Unsigned8	rw	0	
0x1400	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	5	Настройки обмена данными RPDO (Параметры 1 - 32)
	0x01	COB-ID для PDO	Unsigned32	rw	0x200 + ID узла	
	0x02	Тип передачи	Unsigned8	rw		
...	
0x141F	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	5	Настройки RPDO (Параметры 1 - 32)
	0x01	COB-ID для PDO	Unsigned32	rw		
	0x02	Тип передачи	Unsigned8	rw		
0x1600	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	rw	8	Настройки RPDO (Параметры 1 - 32)
	0x01	Параметр 1	Unsigned32	rw		
	
	0x08	Параметр 8	Unsigned32	rw		
...	...		Unsigned32	rw		
0x161F	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	rw	8	Настройки RPDO (Параметры 1 - 32)
	0x01	Параметр 1	Unsigned32	rw		
	
	0x08	Параметр 8	Unsigned32	rw		
0x1800	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	5	Настройки обмена данными TPDO (Параметры 1 - 32)
	0x01	COB-ID для PDO	Unsigned32	rw	0x180 + ID узла	
	0x02	Тип передачи	Unsigned8	rw		
...	
0x181F	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	5	Настройки обмена данными TPDO (Параметры 1 - 32)
	0x01	COB-ID для PDO	Unsigned32	rw		

	0x02	Тип передачи	Unsigned8	rw		
0x1A00	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	rw	8	Настройки TPDO (Параметры 1 - 32)
	0x01	Параметр 1	Unsigned32	rw		
	...	...	Unsigned32	rw	
	0x08	Параметр 8	Unsigned32	rw		
...	...	Unsigned32	rw			
0x1A1F	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	rw	8	
	0x01	Параметр 1	Unsigned32	rw		
	...	...	Unsigned32	rw	
	0x08	Параметр 8	Unsigned32	rw		

Объект **0x1000** описывает тип устройства в соответствии со следующей таблицей:

Байт 3	Байт 2	Байт 1	Байт 0
0x00	Код подключения сигналов	0x01	0x91
	0й бит: 1 – подключен как минимум один дискретный входной сигнал; 1й бит: 1 – подключен как минимум один дискретный выходной сигнал; 2й бит: 1 – подключен как минимум один аналоговый входной сигнал; 3й бит: 1 – подключен как минимум один аналоговый выходной сигнал;	Номер профиля устройства	

Объект **0x1001** содержит регистр внутренних ошибок, который является частью аварийного сообщения и который содержит поля для следующих типов ошибок:

Номер бита в регистре ошибок	Описание
0	Общий бит ошибки
1	Не используется
2	Не используется
3	Не используется
4	Ошибка обмена данными
5	Код ошибки, определяемый профилем устройства (Device Profile Specific)
6	Не используется
7	Код ошибки, определяемый производителем (Manufacturer Specific)

Объект **0x1010** (Сохранять все параметры) позволяет постоянно сохранять настройки, сделанные пользователем. Для этого в субиндекс 0x01 должен быть записан код 0x65766173 («save» в ASCII коде). Процесс сохранения выполняется в фоновом режиме и занимает примерно 2-3 секунды. Когда процесс сохранения завершен, отправляется ответная телеграмма SDO. Связь остается возможной во время сохранения с помощью SDO. Сообщение об ошибке в результате новой попытки сохранения появляется только тогда, когда предыдущая запись еще не была завершена.

Объект **0x1011** (Сбросить параметры) позволяет сбросить сохраненные пользователем параметры к значениям по умолчанию. Команда сброса обрабатывается в фоновом режиме и занимает около 2-3 секунд. По окончании отправляется ответное сообщение SDO. Сообщение об ошибке выдается только при другой попытке отправить команду сброса, если предыдущая еще не завершена.

6.6.2. Область производителя

Индекс	Суб - индекс	Параметр	Тип данных	Атрибут	По умолчанию	Описание
0x20F0	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	0x4F	Количество субпараметров
	0x01	ID узла	Unsigned8	ro		ID узла
	0x02	Количество модулей в корзине расширения	Unsigned16	ro		Количество модулей в корзине расширения
	0x03	Текущий статус корзины расширения	Unsigned16	ro	0	Текущий статус корзины расширения: 0: IO_Available; 1: IO_Ready; 2: IO_Idle; 3: IO_Run; 4: IO_Timeout; 5: IO_MinorFault; 6: IO_Unrecovery Fault; 7: Reset.
	0x04	ID модулей расширения	Unsigned16 * N	ro		ID модулей расширения
	0x05	Скорость передачи данных	Unsigned16	ro	1000	Скорость передачи данных
	0x06	Метод соотнесения данных PDO	Unsigned8	rw	0	Метод соотнесения данных PDO: 0: DS-301; 2: Ручной
	0x0C	Состояние, информация об	Unsigned32	ro	3	Состояние, информация об

		ошибках				ошибках
	0x0E	Объём выходных данных (биты)	Unsigned16	ro		Объём выходных данных (биты)
	0x0F	Объём входных данных (биты)	Unsigned16	ro		Объём входных данных (биты)
	0x10	Объём выходных данных (байты)	Unsigned16	ro		Объём выходных данных (байты)
	0x11	Объём выходных данных (байты)	Unsigned16	ro		Объём выходных данных (байты)
0x21xx	0x04	ID модуля	Unsigned16	ro		Данные модулей расширения (0x2100 – для Слота 0, 0x2101 – для Слота 1 и т.д.)
	0x08	Адрес выходных данных (байты)	Unsigned16	ro		
	0x09	Адрес входных данных (байты)	Unsigned32	ro		
	0x0C	Статус шины G-Bus	Unsigned32	ro		
	0x0E	Объём выходных данных (биты)	Unsigned16	ro		
	0x0F	Объём входных данных (биты)	Unsigned16	ro		
	0x12	Выходные данные модуля	Unsigned8 * N	rw		
	0x13	Входные данные модуля	Unsigned8 * N	ro		
	0x16	Объём таблицы параметров	Unsigned16	ro		
	0x17	Параметры модуля	Unsigned8 * N	rw		
	0x18	Версия аппаратного обеспечения	Unsigned32	ro		
	0x19	Версия программного обеспечения	Unsigned32	ro		
	0x1A	Дата релиза СПО	Unsigned32	ro		
	0x1B	Дата инспекции	Unsigned16	ro		
	0x20	Описание модуля	Unsigned8 * N	ro		
	0x50	Параметр 1	Unsigned32	rw		
	
0x5F	Параметр 16	Unsigned32	rw			
0x3000	0x00	Объём специальных входных данных	Unsigned8	ro	0xFE	Специальные входные данные (Special Inputs)

	0x01	Специальные входные данные 1	Unsigned8	ro		
	
	0xFE	Специальные входные данные 254	Unsigned8	ro		
0x3005	0x00	Разрешить прерывания специальных входных данных	Unsigned8	rw	1	Разрешить прерывания специальных входных данных
0x3006	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	0xFE	Прерывания для специальных входных данных (Special Input Interrupt Mask)
	0x01	Маска прерываний для специальных входных данных 1	Unsigned8	rw	0xFF	
	
	0xFE	Маска прерываний для специальных входных данных 254	Unsigned8	rw	0xFF	
0x3200	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	0xFE	Специальные выходные данные (Special Outputs)
	0x01	Специальные выходные данные 1	Unsigned8	rw	0	
	
	0xFE	Специальные выходные данные 254	Unsigned8	rw	0	
0x3206	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	0xFE	Режим специальных выходных данных при ошибке (Error Mode Special Outputs)
	0x01	Режим специальных выходных данных 1 при ошибке	Unsigned8	rw	0xFF	
	
	0xFE	Режим специальных выходных данных 254 при ошибке	Unsigned8	rw	0xFF	
0x3207	0x00	Количество субпараметров	Unsigned8	ro	0xFE	Состояние специальных выходных данных при ошибке (Fault State Special)
	0x01	Состояние выходных данных 1 при ошибке	Unsigned8	rw	0	

	Outputs)
	0xFE	Состояние выходных данных 254 при ошибке	Unsigned8	rw	0	

6.6.3. Область устройства

Индекс	Суб - индекс	Параметр	Тип данных	Атрибут	По умолчанию	Описание
0x6000	0x01	Дискретные входы 1	Unsigned8	ro		Состояние дискретных входов
	0x02	Дискретные входы 2	Unsigned8	ro		
	
0x6005	0x00	Разрешить глобальное прерывание	Unsigned8	rw		Разрешить глобальное прерывание
0x6006	0x00	Маска прерываний AnyChange	Unsigned8	rw		Маска прерываний AnyChange
0x6007	0x00	Маска прерываний Low-To-High	Unsigned8	rw		Маска прерываний Low-To-High
0x6008	0x00	Маска прерываний High-To-Low	Unsigned8	rw		Маска прерываний High-To-Low
0x6200	0x01	Дискретные выходы 1	Unsigned8	rw		Состояние дискретных выходов
	0x02	Дискретные выходы 2	Unsigned8	rw		
	
0x6206	0x01	Действие дискретных выходов при ошибке 1	Unsigned8	rw		Действие дискретных выходов при ошибке: 0 : Сохранить последнее значение; 1 : Перевести в заданное значение (0x6207)
	0x02	Действие дискретных выходов при ошибке 2	Unsigned8	rw		
	
0x6207	0x01	Значение дискретных выходов при ошибке 1	Unsigned8	rw		Значение дискретных выходов при ошибке
	0x02	Значение дискретных выходов при	Unsigned8	rw		

		ошибке 2				
	
0x6401	0x01	Аналоговый вход 1	Unsigned16	ro		Состояние аналоговых входов
	0x02	Аналоговый вход 2	Unsigned16	ro		
	
0x6411	0x01	Аналоговый выход 1	Unsigned16	rw		Состояние аналоговых выходов
	0x02	Аналоговый выход 2	Unsigned16	rw		
	
0x6421	0x00	Выбор триггера прерывания аналоговых входов	Unsigned32	rw		Выбор триггера прерывания аналоговых входов
0x6423	0x00	Разрешить глобальное прерывание аналоговых входов	Unsigned8	rw		Разрешить глобальное прерывание аналоговых входов
0x6424	0x00	Верхняя граница прерывания аналоговых входов	Signed16	rw		Верхняя граница прерывания аналоговых входов
0x6425	0x00	Нижняя граница прерывания аналоговых входов	Signed16	rw		Нижняя граница прерывания аналоговых входов
0x6426	0x00	Дельта границы прерывания аналоговых входов	Signed16	rw		Дельта границы прерывания аналоговых входов
0x6427	0x00	Отрицательная дельта прерывания аналоговых входов	Unsigned16	rw		Отрицательная дельта прерывания аналоговых входов
0x6428	0x00	Положительная дельта прерывания аналоговых входов	Unsigned16	rw		Положительная дельта прерывания аналоговых входов
0x6443	0x00	Действие аналоговых выходов при ошибке	Unsigned8	rw		Действие аналоговых выходов при ошибке
0x6444	0x00	Значение аналоговых выходов при ошибке	Signed16	rw		Значение аналоговых выходов при ошибке

7. Описание реализации протокола Modbus

7.1. Протокол Modbus

Реализация протокола Modbus полностью соответствует официальной спецификации данного протокола. Дополнительные данные можно найти по следующим ссылкам:

<http://www.modbus.org> – официальный сайт организации Modbus;

<http://www.modbustools.com> – официальный сайт вспомогательной утилиты Modbus Poll;

<http://www.win-tech.com> – официальный сайт вспомогательной утилиты ModScan32/64.

7.2. Поддерживаемые Modbus функции

Код функции	Функция
1	Считать данные из выходных битовых регистров (Read Coils)
2	Считать данные из входных битовых регистров (Read Discrete Inputs)
3	Считать данные из регистров хранения (Read Holding Registers)
4	Считать данные из входных регистров (Read Input Registers)
5	Записать данные в одиночный выходной битовый регистр (Write Single Coil)
6	Записать данные в одиночный выходной регистр (Write Single Register)
8	Считать диагностические данные (Diagnostics)
15	Записать данные в несколько выходных битовых регистров (Write Multiple Coils)
16	Записать данные в несколько регистров хранения (Write Multiple Registers)
23	Считать/записать данные в несколько регистров хранения (Read/Write Multiple Registers)

7.3. Карта дополнительных Modbus регистров

Дополнительные регистры доступны для чтения (записи) с помощью Modbus функций 3, 4, 6 и 16. Доступ к данным осуществляется по Modbus адресу, некоторые данные располагаются в Modbus регистрах **не** последовательно. Например, для чтения параметра «Дата релиза СПО» (см. таблицу ниже) необходимо считать 2 регистра, начиная с 0x1010 (4112). При этом в регистре 0x1011 (4113) располагается не 2й регистр этого параметра, а 1й регистр параметра «Дата проверки продукта на производстве».

7.3.1. Идентификационные данные адаптера (0x1000, 4096)

Modbus адрес	Доступ	Объём данных	Описание
0x1000 (4096)	Чтение	1 регистр	Идентификатор производителя = 0x029D (669), Crevis. Co., Ltd.
0x1001 (4097)	Чтение	1 регистр	Тип устройства = 0x000C (Сетевой адаптер)
0x1002 (4098)	Чтение	1 регистр	Код продукта = 0x9060
0x1003 (4099)	Чтение	1 регистр	Версия СПО, например, 0x0101 – это версия 1.01
0x1004 (4100)	Чтение	2 регистра	Уникальный серийный номер продукта
0x1005 (4101)	Чтение	Строка, до 34 байт	Строковое описание продукта (ASCII код) "GN-9261,CANopen Adapter, G-Bus"
0x1010 (4112)	Чтение	2 регистра	Дата релиза СПО
0x1013 (4115)	Чтение	1 регистр	Код СПО (0x9261)
0x101E (4126)	Чтение	7 регистров - 1 регистр - 1 регистр - 1 регистр - 1 регистр - 1 регистр - 2 регистра	Составной идентификатор: * режим Modbus RTU 0x1100 (4352), Modbus адрес RS-232 (1, фикс.) 0x1000 (4096), Идентификатор производителя 0x1001 (4097), Тип устройства 0x1002 (4098), Код продукта 0x1003 (4099), Версия СПО 0x1004 (4100), Серийный номер продукта

7.3.2. Настройки адаптера и состояние модулей расширения (0x1100, 4352)

Modbus адрес	Доступ	Объём данных	Описание
0x1102 (4354)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров входных данных = 0x0000 (0)
0x1103 (4355)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров выходных данных = 0x0800 (2048)
0x1104 (4356)	Чтение	1 регистр	Объём регистров входных данных
0x1105 (4357)	Чтение	1 регистр	Объём регистров выходных данных
0x1106 (4358)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров входных данных в битовом формате = 0x0000 (0)

0x1107 (4359)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров выходных данных в битовом формате = 0x1000 (4096)																						
0x1108 (4360)	Чтение	1 регистр	Объём регистров входных данных в битовом формате																						
0x1109 (4361)	Чтение	1 регистр	Объём регистров выходных данных в битовом формате																						
0x110A (4362)	Чтение	1 регистр	Время обновления данных модулей расширения (в 1 мкс)																						
0x110C (4364)	Чтение	1 регистр	Состояние полевого питания																						
0x110D (4365)	Чтение	1 регистр	Текущее состояние DIP-переключателей и переключателей выбора CAN адреса																						
0x110E (4366)	Чтение	до 33 регистров	Идентификаторы модулей корзины. Первый регистр – идентификатор адаптера (если GN-9261, то 0x9261), второй – идентификатор следующего модуля расширения (например, если GT-3714, то 3714)																						
0x1110 (4368)	Чтение	1 регистр	Количество модулей расширения																						
0x1113 (4371)	Чтение	до 33 регистров	Идентификаторы модулей корзины. Первый регистр – идентификатор адаптера (если GN-9261, то 0x9261), второй – идентификатор следующего модуля расширения (например, если GT-3714, то 3714)																						
0x1119 (4377)	Чтение	1 регистр	<p>Старший байт: статус Modbus, младший байт: внутренний статус (шины G-Bus). Состояние 0 означает «нет ошибок».</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Статус Modbus</th> <th>Внутренний статус</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00 (0): Нет ошибок</td> <td>0x00 (0): OPERATING</td> </tr> <tr> <td>0x01 (1): Ошибка DIP-переключателя</td> <td>0x01 (1): Ошибка связи</td> </tr> <tr> <td>0x40 (64): Ошибка CRC</td> <td>0x02 (2): Ошибка соединения</td> </tr> <tr> <td>0x80 (128): Ошибка сторожевого таймера</td> <td>0x03 (3): Ошибка конфигурации</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0x04 (4): Нет модулей расширения</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0x05 (5): Неверное значение атрибута</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0x06 (6): Превышен максимальный объём данных</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0x07 (7): ошибка кода производителя</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0x08 (8): ошибка типа модуля расширения</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0x09 (9): ошибка CRC</td> </tr> </tbody> </table>	Статус Modbus	Внутренний статус	0x00 (0): Нет ошибок	0x00 (0): OPERATING	0x01 (1): Ошибка DIP-переключателя	0x01 (1): Ошибка связи	0x40 (64): Ошибка CRC	0x02 (2): Ошибка соединения	0x80 (128): Ошибка сторожевого таймера	0x03 (3): Ошибка конфигурации		0x04 (4): Нет модулей расширения		0x05 (5): Неверное значение атрибута		0x06 (6): Превышен максимальный объём данных		0x07 (7): ошибка кода производителя		0x08 (8): ошибка типа модуля расширения		0x09 (9): ошибка CRC
Статус Modbus	Внутренний статус																								
0x00 (0): Нет ошибок	0x00 (0): OPERATING																								
0x01 (1): Ошибка DIP-переключателя	0x01 (1): Ошибка связи																								
0x40 (64): Ошибка CRC	0x02 (2): Ошибка соединения																								
0x80 (128): Ошибка сторожевого таймера	0x03 (3): Ошибка конфигурации																								
	0x04 (4): Нет модулей расширения																								
	0x05 (5): Неверное значение атрибута																								
	0x06 (6): Превышен максимальный объём данных																								
	0x07 (7): ошибка кода производителя																								
	0x08 (8): ошибка типа модуля расширения																								
	0x09 (9): ошибка CRC																								
0x111D (4381)	Чтение	1 регистр	Версия СПО адаптера																						

7.3.3. Информация и настройки модулей расширения (0x2000, 8192)

Каждый модуль ввода вывода имеет одинаковую структуру регистров с информацией и настройками и смещение в 32 регистра относительно других модулей расширения.

Для модуля 1 (первого после адаптера) данные регистры начинаются с адреса 0x2000 (8192), для модуля 2 – с 0x2020 (8224), для модуля 3 – с 0x2040 (8256) и т.д., для модуля 16 – с 0x21E0 (8672).

Смещение относительно стартового адреса	Модуль расширения 1	Модуль расширения 2	Модуль расширения 3	.....	Модуль расширения 16
+ 0x00 (+0)	0x2000 (8192)	0x2020 (8224)	0x2040 (8256)	.....	0x21E0 (8672)
+ 0x01 (+1)	0x2001 (8193)	0x2021 (8225)	0x2041 (8257)	.....	0x21E1 (8673)
+ 0x02 (+2)	0x2002 (8194)	0x2022 (8226)	0x2042 (8258)	.....	0x21E2 (8674)
+ 0x03 (+3)	0x2003 (8195)	0x2023 (8227)	0x2043 (8259)	.....	0x21E3 (8675)
+ 0x04 (+4)	0x2004 (8196)	0x2024 (8228)	0x2044 (8260)	.....	0x21E4 (8676)
+ 0x05 (+5)	0x2005 (8197)	0x2025 (8229)	0x2045 (8261)	.....	0x21E5 (8677)
...
+ 0x1D(+29)	0x201D(8221)	0x203D(8253)	0x205D(8285)		0x21ED(8701)
+ 0x1E (+30)	0x201E (8222)	0x203E (8254)	0x205E (8286)	.....	0x21EE (8702)
+ 0x1F (+31)	0x201F (8223)	0x203F (8255)	0x205F (8287)	.....	0x21EF (8703)

Данные регистры позволяют считывать / записывать следующие параметры:

Смещение относительно стартового адреса	Доступ	Объём данных	Описание
+ 0x02(+2)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров входных данных
+ 0x03(+3)	Чтение	1 регистр	Смещение регистров входных данных
+ 0x04(+4)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров выходных данных
+ 0x05(+5)	Чтение	1 регистр	Смещение регистров выходных данных
+ 0x06(+6)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров входных данных в битовом формате
+ 0x07(+7)	Чтение	1 регистр	Стартовый адрес регистров выходных данных в битовом формате
+ 0x08(+8)	Чтение	1 регистр	Объём регистров входных данных в битовом формате
+ 0x09(+9)	Чтение	1 регистр	Объём регистров выходных данных в битовом формате

+ 0x0A(+10)	Чтение	Зависит от модуля	Регистры входных данных
+ 0x0B(+11)	Чтение / Запись	Зависит от модуля	Регистры выходных данных
+ 0x0E(+14)	Чтение	1 регистр	Идентификатор модуля (например, если GT-1238, то в регистре будет 0x1238)
+ 0x0F(+15)	Чтение	Строка до 72 байт	Первые 2 байта – длина строкового описания модуля. Далее идёт само описание (ASCII код). Если GT-1238, то в регистрах будет: “00 1E 52 54 2D 31 32 33 38 2C 20 38 44 49 2C 20 32 34 56 64 63 2C 20 55 6E 69 76 65 72 73 61 6C 00 00” , где 0x001E =30 символов (длина описания). “GT-1238, 8DI, 24Vdc, Universal”
+ 0x10(+16)	Чтение	1 регистр	Размер регистров таблицы параметров модуля
+ 0x11(+17)	Чтение / Запись	Зависит от модуля	Регистры таблиц параметров модуля
+ 0x17(+23)	Чтение	2 регистра	Версия СПО модуля (например, 0x00010010 (Старшая версия 1 / Младшая версия 1, т.е. версия 1.001)
+ 0x19(+25)	Чтение	2 регистра	Дата релиза СПО

8. Обнаружение и устранение неисправностей

Статус индикаторов	Причина	Действие
Все индикаторы выключены	Нет питания	Проверьте кабель питания
	Системное питание подаётся, но модуль его не принимает	Свяжитесь с поставщиком для консультации по дальнейшим действиям
Индикатор MOD мигает зелёным	Ошибка инициализации параметров из EEPROM	Свяжитесь с поставщиком для консультации по дальнейшим действиям
Индикатор MOD мигает красным	<ul style="list-style-type: none"> - Превышен максимальный размер корзины; - Превышен максимальный объем данных модулей ввода/вывода; - Неправильный состав корзины; - Ошибка контрольной суммы EEPROM. 	<ul style="list-style-type: none"> - Используйте количество модулей, не превышающее максимального количества (см. технические характеристики модуля); - Общий объем данных не должен превышать максимальный размер (см. технические характеристики модуля); - Проверьте правильность компоновки корзины модуля.
Индикатор MOD горит красным	<ul style="list-style-type: none"> - Неправильный ID модуля; - Критическая ошибка СПО. 	<ul style="list-style-type: none"> - Проверьте правильность ID модуля; - Свяжитесь с поставщиком для консультации по дальнейшим действиям
Индикатор I/O не горит	<ul style="list-style-type: none"> - Корзина не содержит модулей расширения; - Ошибка идентификации модулей расширения. 	Проверьте состояние соединения на модуле адаптера и на модулях расширения
Индикатор I/O мигает красным	Ошибка конфигурации скорости передачи данных	<ul style="list-style-type: none"> - Проверьте коммуникационный кабель (связь с Опросчиком, Master); - Проверьте состояние Опросчика (Master).
	Ошибка инициализации модулей расширения	<ul style="list-style-type: none"> - Используйте количество модулей, не превышающее максимального количества (см. технические характеристики модуля); - Общий объем данных не должен превышать максимальный размер (см. технические характеристики модуля);
Индикатор I/O горит красным	Ошибка обмена данными с модулями расширения	Проверьте состояние соединения на модуле адаптера и на модулях расширения