

Модули аналогового ввода

M5914 (HART) Руководство пользователя



ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ДОКУМЕНТА				
ВЕР	СТРАНИЦА	ПРИМЕЧАНИЕ	ДАТА	РЕДАКТОР
1.00	Создание документа		09.09.19	CW, Seo
1.01		Добавлена информация о значении крутящего момента, функции «горячей замены», добавлено изображение	21.04.20	CW, Seo
1.02		Добавлена информация об устойчивости к вибрации и сертификации модуля	27.04.20	CW, Seo
1.03	13 - 17	Добавлена информация о сертификации АТЕХ	07.05.20	BS, Ha
1.04		Внесены дополнительные корректировки	19.12.20	SJ, Lim
1.04R		Перевод на русский язык	05.10.22	IV, Maevskiy

Оглавление	
1. Важные примечания	4
1.1. Инструкция по безопасности	5
1.1.1. Символьные обозначения	5
1.1.2. Примечания по безопасности	5
1.1.3. Сертификация	5
2. Список модулей	6
3. Спецификация	7
3.1. M5914	7
3.1.1. Схема подключения	7
3.1.2. Индикаторы	8
3.1.3. Индикатор состояния канала	8
3.1.4. Эксплуатационная спецификация	9
3.1.5. Технические характеристики	10
3.1.6. Соотношение код / ток	11
3.1.7. Соотношение данных модуля в таблице отображения (Базовый режим)	12
3.1.8. Соотношение данных модуля в таблице отображения (Расширенный режим)	13
3.1.9. Таблица параметров модуля	15
4. Примеры работы с модулем	16
4.1. Через утилиту IOGuide Pro (на примере модуля GT-5914)	16
4.2. Через CODESYS (на примере модуля GT-5914)	29

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)

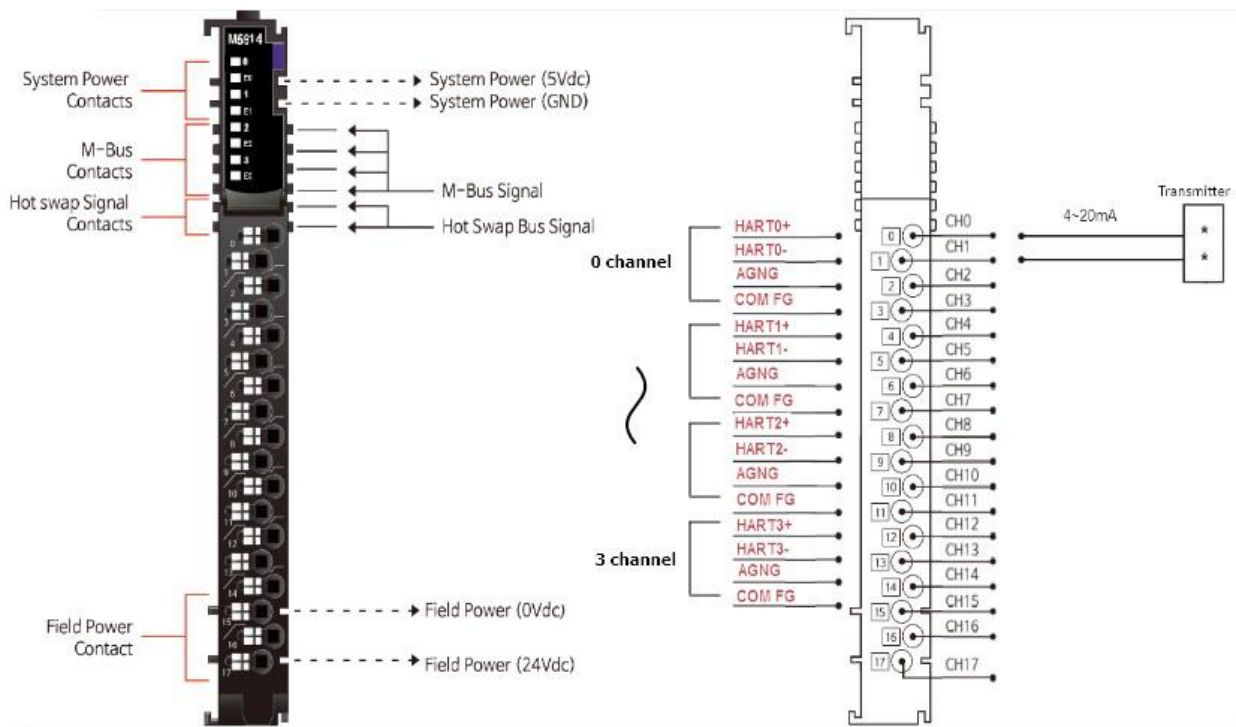
2. Список модулей

Модуль	Описание	ID
M5914	Аналоговый ввод, 4 канала, HART, 4 ~ 20 мА, 16 бит АЦП, 18С RTB	5914

3. Спецификация

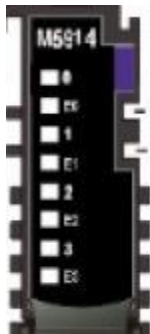
3.1. M5914

3.1.1 Схема подключения



Контакт	Описание сигнала	Описание сигнала	Контакт
0	Входной канал 0 (HART, +)	Входной канал 0 (HART, -)	1
2	Общий входной канал (AGND)	Заземление (FG)	3
4	Входной канал 1 (HART, +)	Входной канал 1 (HART, -)	5
6	Общий входной канал (AGND)	Заземление (FG)	7
8	Входной канал 2 (HART, +)	Входной канал 2 (HART, -)	9
10	Общий входной канал (AGND)	Заземление (FG)	11
12	Входной канал 3 (HART, +)	Входной канал 3 (HART, -)	13
14	Общий входной канал (AGND)	Заземление (FG)	15
16	Не используется	Не используется	17

3.1.2. Индикаторы



№	Функция / Описание	Цвет
0	Входной канал 0. Состояние	Зелёный
1	Входной канал 1. Состояние	Зелёный
2	Входной канал 2. Состояние	Зелёный
3	Входной канал 3. Состояние	Зелёный
E0	Входной канал 0. Ошибка HART	Красный
E1	Входной канал 1. Ошибка HART	Красный
E2	Входной канал 2. Ошибка HART	Красный
E3	Входной канал 3. Ошибка HART	Красный

3.1.3. Индикатор состояния канала

Статус	Индикатор	Описание
Нормальная работа	Индикатор состояния канала горит зелёным Индикатор ошибки HART не горит	Нормальная работа
Выход за пределы токового диапазона или обрыв	Индикатор состояния канала не горит	Выход за пределы токового диапазона
Ошибка HART	Индикатор ошибки HART горит красным	Ошибка HART обмена

3.1.4. Эксплуатационная спецификация

Эксплуатационная спецификация	
Температура эксплуатации	-25 °C ~ 60 °C
Температура эксплуатации (UL)	-20 °C ~ 60 °C
Температура хранения	-40 °C ~ 85 °C
Относительная влажность	5% ~ 90% без образования конденсата
Макс. высота эксплуатации	2000 м
Монтаж	DIN-рейка
Общая спецификация	
Ударопрочность	IEC 60068-2-27
Устойчивость к вибрации	На основании IEC 60068-2-6 DNVGL-CG-0039: Класс вибрации B, 4g
Электромагнитная эмиссия	EN 61000-6-4 /AII: 2011
Устойчивость к электромагнитным помехам	EN 61000-6-2: 2005
Место установки / Класс защиты	Возможна вертикальная и горизонтальная установка / IP20
Сертификаты	CE, UL, FCC, ATEX, DNV

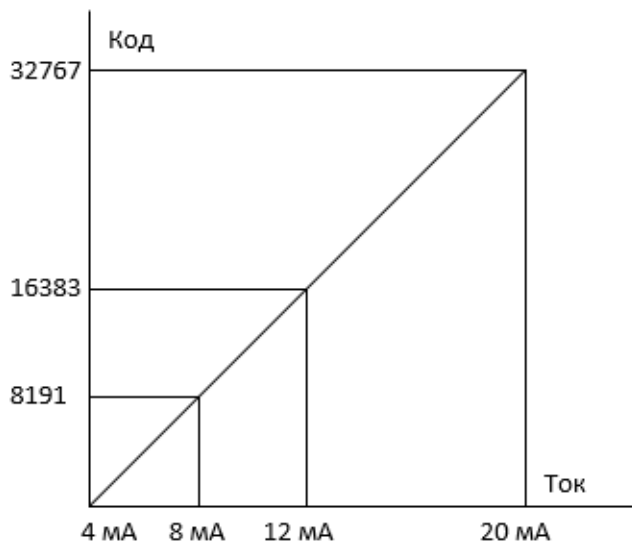
3.1.5. Технические характеристики

Параметры	Технические характеристики
Характеристики входов	
Количество каналов	4 канала (Несимметричный (с общей землей), Без изоляции между каналами)
Индикаторы	4 статуса входного подключения (зелёный), 4 статуса HART обмена (красный)
Разрядность АЦП	16 бит (включая знак) 15 бит: 0.49 мкА / бит (4 ~ 20 мА)
Формат данных	16-битное целое число
Погрешность модуля	± 0.1% шкалы при температуре окружающей среды 25 °C ± 0.3% шкалы при -40 °C, 70 °C
Входное сопротивление	270 Ом
Время преобразования	30 мс / все каналы
Калибровка полевых устройств	Не требуется
Общие контакты	4 контакта, 0 В (полевое питание) является общим (AGND)
Характеристики HART	
Версия HART	5
Детектирование обрыва линии	< 3.5 мА
Детектирование короткого замыкания линии	> 22 мА
Количество устройств на канал	1
Общая спецификация	
Рассеяние мощности	Максимум 30 мА (5.0 В DC)
Изоляция	Ввод/вывод к адаптеру: есть изоляция
Полевое питание (UL)	Напряжение питания: номинальное 24 В (DC), класс 2
Полевое питание	Напряжение питания: номинальное 24 В (DC) Диапазон напряжения: 18 ~ 28.8 В (DC) Рассеиваемая мощность: Максимум 10 мА (24 В DC)
Тип проводников	Кабель ввода/вывода Макс. 1.3 мм ² (AWG 16)
Крутящий момент	0.8 Нм
Масса	72 г
Размер модуля	12 мм x 110 мм x 75 мм
«Горячая» замена	Поддерживается
Условия эксплуатации	Обратитесь к «Эксплуатационная спецификация»

3.1.6. Соотношение код / ток

Диапазон тока: 4 ~ 20 мА

Ток	4.0 мА	8.0 мА	12.0 мА	20.0 мА
Код	0	8191	16383	32767



3.1.7. Соотношение данных модуля в таблице отображения (Базовый режим)

Входные данные модуля

Аналоговый ввод, Канал 0 (Код)
Аналоговый ввод, Канал 1 (Код)
Аналоговый ввод, Канал 2 (Код)
Аналоговый ввод, Канал 3 (Код)
Слот 0 для HART данных (PV, SV, TV, QV)
Слот 1 для HART данных (PV, SV, TV, QV)
Слот 2 для HART данных (PV, SV, TV, QV)
Слот 3 для HART данных (PV, SV, TV, QV)

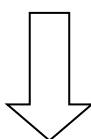


Таблица отображения (входные данные)

№ Бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Байт 0 – 1	Аналоговый ввод, Канал 0 (Код)							
Байт 2 - 3	Аналоговый ввод, Канал 1 (Код)							
Байт 4 – 5	Аналоговый ввод, Канал 2 (Код)							
Байт 6 – 7	Аналоговый ввод, Канал 3 (Код)							
Байт 8 -11	Слот 0 для HART данных (PV, SV, TV, QV)							
Байт 12 – 15	Слот 1 для HART данных (PV, SV, TV, QV)							
Байт 16 – 19	Слот 2 для HART данных (PV, SV, TV, QV)							
Байт 20 - 23	Слот 3 для HART данных (PV, SV, TV, QV)							

Таблица отображения (выходные данные)

№ Бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Байт 0	Слот 1 / Тип		Слот 1 / Канал		Слот 0 / Тип		Слот 0 / Канал	
Байт 1	Слот 3 / Тип		Слот 3 / Канал		Слот 2 / Тип		Слот 2 / Канал	
Байт 2	Не используется							
Байт 3	Не используется							

* Слот 0-3 / Канал – выбор канала с HART данными для соответствующего слота (0 – Канал 0, 1 – Канал 1, 2 – Канал 2, 3 – Канал 3);

Слот 0-3 / Тип – выбор типа данных для соответствующего слота (0 – PV, 1 – SV, 2 – TV, 3 – QV).

Пример настройки

Необходимо считать PV, SV с 0го канала, PV с 1го канала и TV с 3го канала. При этом в выходные данные таблицы отображения надо записать следующие значения:

№ Бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Байт 0	1 (Тип - SV)		0 (Канал 0)		0 (Тип - PV)		0 (Канал 0)	
Байт 1	2 (Тип - TV)		3 (Канал 3)		0 (Тип - PV)		1 (Канал 1)	
Байт 2	Не используется							
Байт 3	Не используется							

Итоговое значение выходных байтов будет: 01000000 = 64, 10110001 = 177. В данном режиме HART обмен запускается автоматически.

3.1.8. Соотношение данных модуля в таблице отображения (Расширенный режим)

Входные данные модуля

Аналоговый ввод, Канал 0 (Код)
Аналоговый ввод, Канал 1 (Код)
Аналоговый ввод, Канал 2 (Код)
Аналоговый ввод, Канал 3 (Код)
Байты HART обмена
Состояние HART обмена

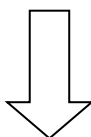


Таблица отображения (входные данные)

№ Бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Байт 0 – 1	Аналоговый ввод, Канал 0 (Код)							
Байт 2 – 3	Аналоговый ввод, Канал 1 (Код)							
Байт 4 – 5	Аналоговый ввод, Канал 2 (Код)							
Байт 6 – 7	Аналоговый ввод, Канал 3 (Код)							
Байт 8	Успех	Ошибка CMC	Ошибка CMD	В работе	Текущий номер «окна» с данными			
Байт 9 – 23	«Окно» с байтами HART обмена (15 байт)							

* Бит «Успех» - последний HART обмен завершился успешно;
 Биты «Ошибка CMC/CMD» - ошибка связи / выполнения команды;
 Бит «В работе» - HART обмен в работе;
 Параметр «Текущий номер «окна» с данными» опеределяет номер «окна» с HART данными. Данное «окно» позволяет получать HART данные размером больше 15 байт.

Таблица отображения (выходные данные)

№ Бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Байт 0	Номер канала (0 - 3)							
Байт 1	Код HART команды							
Байт 2	Не используется			Запуск	Номер «окна» с данными			
Байт 3	Не используется							

* Бит «Запуск» - отправить HART команду;
 Параметр «Номер «окна» с данными» задаёт номер «окна» с HART данными. Данное «окно» позволяет получать HART данные размером больше 15 байт. Например, в результате отправки команды 3 «Считать значение тока и все динамические переменные» датчик отвечает посылкой размером 24 байта. Установка номер «окна» в **0** позволит считать в «окно» с байтами HART обмена первые 15 байт, установка данного параметра в **1** – последние 9 байт.

В Расширенном режиме доступен следующий набор HART команд:

Поддерживаемые HART команды	
Код команды	Описание
0	Считать уникальный идентификатор
1	Считать первичную переменную (PV)

2	Считать значение тока и процент от диапазона
3	Считать значение тока и все динамические переменные
12	Считать сообщение датчика
13	Считать тэг, дескриптор и дату
14	Считать параметры датчика первичной величины
15	Считать параметры первичной величины
16	Считать заводской номер
255	Записать данные из HART посылки-ответа от датчика в «окно» с байтами HART данных

Алгоритм HART обмена в Расширенном режиме

Шаг 1. В 1й и во 2й байт выходных данных записываем номер канала (0 - 3) и желаемый код HART функций (в соответствии с таблицей выше), соответственно.

Шаг 2. В 3м байте установить бит «Запуск» в 1. При этом модуль отправит HART запрос на датчик. При этом установится бит «В работе». При некорретном задании кода HART команды установится бит «Ошибка CMD». В случае успешного HART обмена установится бит «Успех», «окно» с байтами HART обмена при этом останется пустым.

Шаг 3. Как только пришел бит успешного HART обмена необходимо в байт с кодом команды записать код **255** «Записать данные из HART посылки-ответа от датчика в «окно» с байтами HART данных». После этого данные из посылки перезапишутся во внутренний буфер модуля и станут доступны для чтения в данном «окне» по 15 байт.

Шаг 4. Если в ответе больше 15 байт, то для записи байтов 16 и далее из внутреннего буфера в окно необходимо изменить параметр «Номер «окна» с данными» (**0** – байты 0-14, **1** – байты 15-31 и т.д.)

3.1.9. Таблица параметров модуля

Объем таблицы параметров модуля: 4 байта

Параметры модуля

№ Бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Байт 0	Режим	Время повтора						
Байт 1	Время фильтрации							
Байт 2	Не используется							
Байт 3	Не используется							

* Бит «Режим» - выбор режима работы модуля (0 – Базовый, 1 - Расширенный);

Параметр «Время повтора» определяет время повтора отправки HART запроса при ошибке передачи (Минимальное – 5 секунд, Максимальное – 10 секунд);

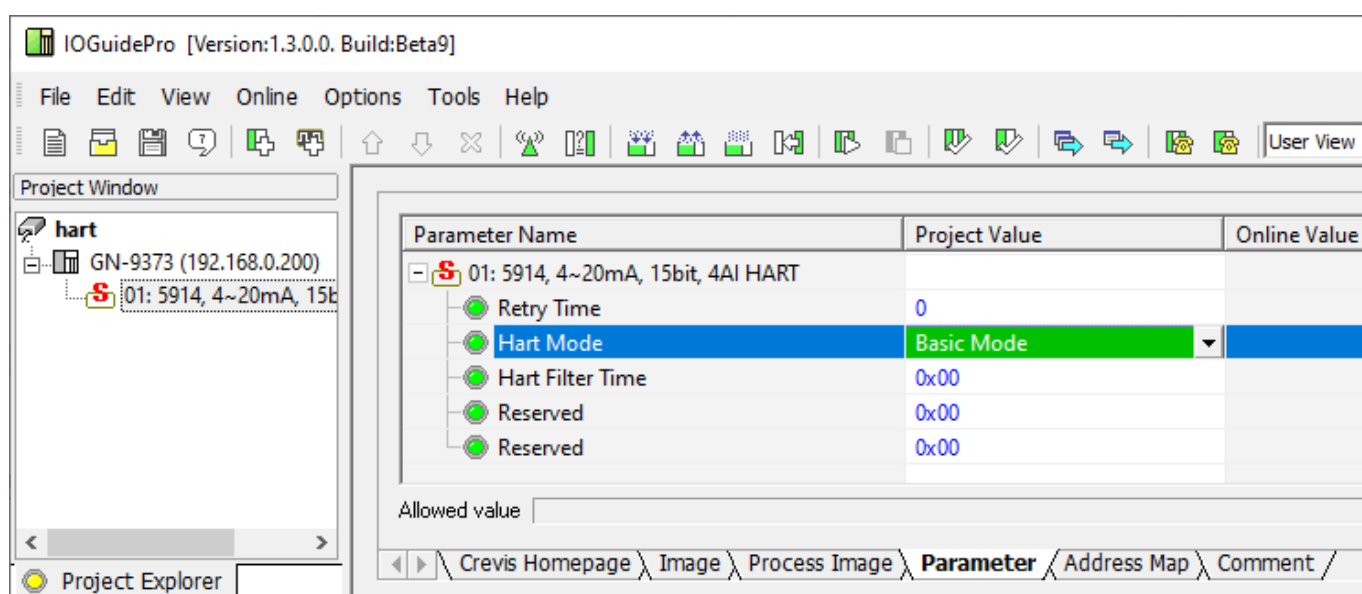
Параметр «Время фильтрации» определяет время фильтрации аналоговых сигналов (Минимальное – 20 мс, Максимальное – 255 мс).

4. Примеры работы с модулем (на примере модуля GT-5914)

4.1. Через утилиту IOGuide Pro

В данном примере модуль GT-5914 входит в состав корзины программируемого адаптера GN-9373 и сетевого адаптера GN-9289 (Modbus TCP), управление и отображение данных HART обмена производится с помощью утилиты IOGuidePro.

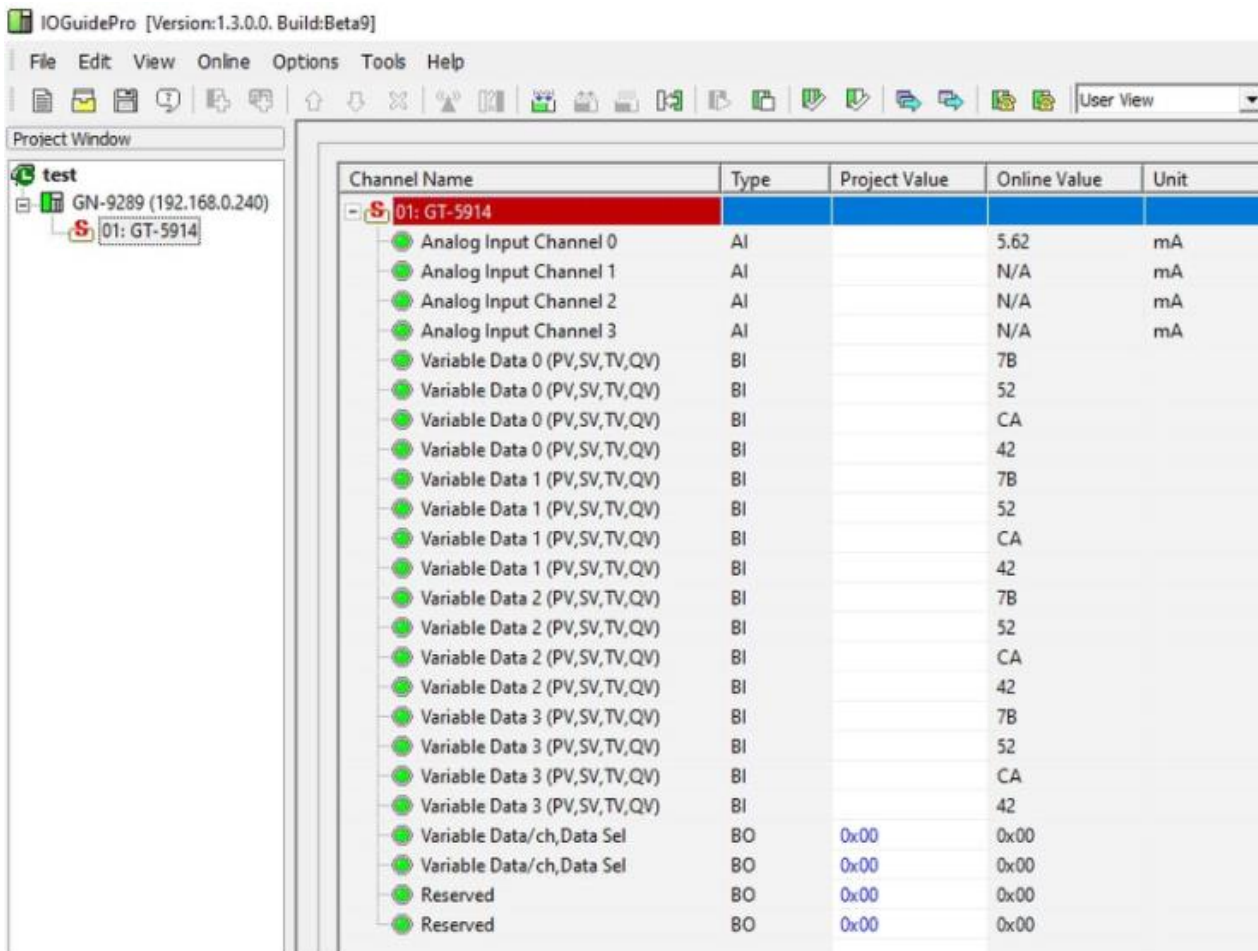
Выбор параметров модуля (Режим, Время повтора, Время фильтрации) осуществляется на вкладке «Parameter» данного модуля.



После изменения этих параметров проект необходимо загрузить с помощью кнопок на панели инструментов.

Изменение байтов управления и отображение регистров (слов) данных осуществляется на вкладке «Process Image».

В Базовом режиме результат HART обмена может быть следующим:



Здесь во все выходные данные таблицы отображения (по умолчанию) записано значение 0 (записать во все слоты для HART данных значение PV с 0го канала). При этом принимаются байты в шестнадцатеричном формате 7B 52 CA 42. В формате инверсный FLOAT – это 0x42CA527B = **101.161**.

В Расширенном режиме для Команды 0 имеют место следующие данные:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		00	
Variable Data0 LH	BI		FE	
Variable Data0 HL	BI		FD	
Variable Data0 HH	BI		80	
Variable Data1 LL	BI		05	
Variable Data1 LH	BI		05	
Variable Data1 HL	BI		05	
Variable Data1 HH	BI		07	
Variable Data2 LL	BI		28	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		0D	
Variable Data3 LH	BI		00	
Variable Data3 HL	BI		00	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x10	0x10	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 0		
Байт	Значение	Описание
0	0xFE = 254	«254» («Расширение»)
1	0xFE = 253	Код производителя
2	0x80 = 128	Код типа устройства, присвоенный производителем
3	05	Требуемое количество символов преамбулы
4	05	Версия универсальных команд
5	05	Версия специальных команд
6	07	Версия программного обеспечения
7	0x28 = 40	Версия аппаратного обеспечения
8	00	Флаги функций устройства
9 - 11	00 00 0D	ID устройства

В Расширенном режиме для Команды 1:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
● Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
● Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
● Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
● Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
● Variable Data0 LL	BI		00	
● Variable Data0 LH	BI		0C	
● Variable Data0 HL	BI		42	
● Variable Data0 HH	BI		C9	
● Variable Data1 LL	BI		6F	
● Variable Data1 LH	BI		76	
● Variable Data1 HL	BI		00	
● Variable Data1 HH	BI		00	
● Variable Data2 LL	BI		00	
● Variable Data2 LH	BI		00	
● Variable Data2 HL	BI		00	
● Variable Data2 HH	BI		00	
● Variable Data3 LL	BI		00	
● Variable Data3 LH	BI		00	
● Variable Data3 HL	BI		00	
● Variable Data3 HH	BI		00	
● Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
● Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
● Reserved	BO	0x10	0x10	
● Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 1

Байт	Значение	Описание
0	0x0C = 12	Код единицы измерения (кПа)
1 - 4	0x42C96F76 = 101.718	Значение первичной переменной (PV)

В Расширенном режиме для Команды 2:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		00	
Variable Data0 LH	BI		40	
Variable Data0 HL	BI		B3	
Variable Data0 HH	BI		92	
Variable Data1 LL	BI		0E	
Variable Data1 LH	BI		41	
Variable Data1 HL	BI		21	
Variable Data1 HH	BI		28	
Variable Data2 LL	BI		6D	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		00	
Variable Data3 LH	BI		00	
Variable Data3 HL	BI		00	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x10	0x10	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 2

Байт	Значение	Описание
0 - 3	0x40B3920E = 5.61158	Значение тока (в mA)
4 - 7	0x4121286D = 10.0724	Процент от диапазона

В Расширенном режиме для Команды 3:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
● Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
● Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
● Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
● Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
● Variable Data0 LL	BI		00	
● Variable Data0 LH	BI		40	
● Variable Data0 HL	BI		B3	
● Variable Data0 HH	BI		91	
● Variable Data1 LL	BI		AA	
● Variable Data1 LH	BI		0C	
● Variable Data1 HL	BI		42	
● Variable Data1 HH	BI		C9	
● Variable Data2 LL	BI		70	
● Variable Data2 LH	BI		FF	
● Variable Data2 HL	BI		20	
● Variable Data2 HH	BI		41	
● Variable Data3 LL	BI		E1	
● Variable Data3 LH	BI		00	
● Variable Data3 HL	BI		A4	
● Variable Data3 HH	BI		FD	
● Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
● Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
● Reserved	BO	0x10	0x10	
● Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 3

Байт	Значение	Описание
0 - 3	0x40B391AA = 5.61153	Значение тока (в mA)
4	0x0C = 12	Код единицы измерения PV (кПа)
5 - 8	0x42C970FF = 100.721	Значение PV
9	0x20 = 32	Код единицы измерения SV (°C)
10 - 13	0x41E100A4 = 28.1253	Значение SV
14	0xFD = 253	Код единицы измерения TV (Спец.)

Для чтения оставшихся данных зададим значение параметра «Номер «окна» данных» равным 1.

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
● Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
● Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
● Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
● Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
● Variable Data0 LL	BI		01	
● Variable Data0 LH	BI		41	
● Variable Data0 HL	BI		21	
● Variable Data0 HH	BI		27	
● Variable Data1 LL	BI		32	
● Variable Data1 LH	BI		00	
● Variable Data1 HL	BI		00	
● Variable Data1 HH	BI		00	
● Variable Data2 LL	BI		00	
● Variable Data2 LH	BI		00	
● Variable Data2 HL	BI		00	
● Variable Data2 HH	BI		00	
● Variable Data3 LL	BI		00	
● Variable Data3 LH	BI		00	
● Variable Data3 HL	BI		00	
● Variable Data3 HH	BI		00	
● Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
● Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
● Reserved	BO	0x11	0x11	
● Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 3

Байт	Значение	Описание
15 - 18	0x41212732 = 10.0721	Значение TV
19	0	Код единицы измерения QV (нет)
20 - 23	0	Значение QV

В Расширенном режиме для Команды 12:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		00	
Variable Data0 LH	BI		01	
Variable Data0 HL	BI		02	
Variable Data0 HH	BI		03	
Variable Data1 LL	BI		04	
Variable Data1 LH	BI		00	
Variable Data1 HL	BI		00	
Variable Data1 HH	BI		00	
Variable Data2 LL	BI		00	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		00	
Variable Data3 LH	BI		00	
Variable Data3 HL	BI		00	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x10	0x10	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 12		
Байт	Значение	Описание
0 - 14 (+)	01020304 ...	Сообщение (Формат - Packed ASCII)

Общая длина сообщения равна 24 байтам, то есть для его полного чтения необходимо учитывать данные со второго «листа».

В Расширенном режиме для Команды 13:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		00	
Variable Data0 LH	BI		00	
Variable Data0 HL	BI		00	
Variable Data0 HH	BI		00	
Variable Data1 LL	BI		00	
Variable Data1 LH	BI		00	
Variable Data1 HL	BI		00	
Variable Data1 HH	BI		00	
Variable Data2 LL	BI		00	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		00	
Variable Data3 LH	BI		00	
Variable Data3 HL	BI		00	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x10	0x10	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 13

Байт	Значение	Описание
0 - 5	00 ...	Тэг
6 - 14 (+)	00 ...	Дескриптор

Для перехода на следующий «лист» данных зададим значение параметра «Номер листа данных» равным 1.

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		01	
Variable Data0 LH	BI		00	
Variable Data0 HL	BI		00	
Variable Data0 HH	BI		00	
Variable Data1 LL	BI		05	
Variable Data1 LH	BI		07	
Variable Data1 HL	BI		72	
Variable Data1 HH	BI		00	
Variable Data2 LL	BI		00	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		00	
Variable Data3 LH	BI		00	
Variable Data3 HL	BI		00	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x11	0x11	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 13		
Байт	Значение	Описание
15 - 17	00 ...	Дескриптор (последние 3 байта)
18 - 21	0x050772	Дата

В Расширенном режиме для Команды 14:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		00	
Variable Data0 LH	BI		00	
Variable Data0 HL	BI		00	
Variable Data0 HH	BI		00	
Variable Data1 LL	BI		0C	
Variable Data1 LH	BI		44	
Variable Data1 HL	BI		7A	
Variable Data1 HH	BI		00	
Variable Data2 LL	BI		00	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		00	
Variable Data3 LH	BI		42	
Variable Data3 HL	BI		C8	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x10	0x10	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 14

Байт	Значение	Описание
0 - 2	00 00 00	Серийный номер датчика
3	0x0C = 12	Код единицы измерения PV (кПа)
4 - 7	0x447A0000 = 1000	Верхний предел датчика PV
8 - 11	0	Нижний предел датчика PV
12 - 14 (+)	0x42C80000 = 100	Минимальный диапазон датчика PV

В Расширенном режиме для Команды 15:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		00	
Variable Data0 LH	BI		FD	
Variable Data0 HL	BI		00	
Variable Data0 HH	BI		0C	
Variable Data1 LL	BI		44	
Variable Data1 LH	BI		7A	
Variable Data1 HL	BI		00	
Variable Data1 HH	BI		00	
Variable Data2 LL	BI		00	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		00	
Variable Data3 LH	BI		00	
Variable Data3 HL	BI		00	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x10	0x10	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 15

Байт	Значение	Описание
0	0xFD = 253	Код выбора аварийной сигнализации
1	0	Код функции преобразования (0 - Линейная)
2	0x0C	Код единицы измерения PV (кПа)
3 - 6	0x447A0000 = 1000	Максимальный диапазон измерения PV
7 - 10	0	Минимальный диапазон измерения PV
11 - 14	0	Время успокоения (демпфирования)
14 (+)	0	Код защиты от записи
14 (+)	0	Код специальной метки дистрибьютора

В Расширенном режиме для Команды 16:

Channel Name	Type	Project Value	Online Value	Unit
01: 5914, 4~20mA, 15bit, 4AI HART				
Analog Input Channel 0	AI		5.61	mA
Analog Input Channel 1	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 2	AI		N/A	mA
Analog Input Channel 3	AI		N/A	mA
Variable Data0 LL	BI		00	
Variable Data0 LH	BI		01	
Variable Data0 HL	BI		02	
Variable Data0 HH	BI		03	
Variable Data1 LL	BI		00	
Variable Data1 LH	BI		00	
Variable Data1 HL	BI		00	
Variable Data1 HH	BI		00	
Variable Data2 LL	BI		00	
Variable Data2 LH	BI		00	
Variable Data2 HL	BI		00	
Variable Data2 HH	BI		00	
Variable Data3 LL	BI		00	
Variable Data3 LH	BI		00	
Variable Data3 HL	BI		00	
Variable Data3 HH	BI		00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0x00	0x00	
Variable Data/ch,Data Sel	BO	0xFF	0xFF	
Reserved	BO	0x10	0x10	
Reserved	BO	0x00	0x00	

Данные для команды 16

Байт	Значение	Описание
0 - 2	010203	Заводской номер (номер конечной сборки)

4.2. Через CODESYS (на примере модуля GT-5914)

В данном примере модуль GT-5914 входит в состав корзины программируемого адаптера GN-9373, управление и отображение данных HART обмена производится с помощью функциональных блоков библиотеки в CODESYS. Данная библиотека представляет собой лишь пример реализации описываемых функций и может быть предоставлена по запросу.

В состав библиотеки входят:

- Структуры данных поддерживаемых команд EXT_CMD... Данные структуры являются выходами функционального блока HART обмена;
- Структура байтов управления и регистров (слов) данных HART_STRUCT. В проекте предлагается создать экземпляр этой структуры для каждого модуля с HART, например, следующим образом:

```

1  VAR_GLOBAL
2
3  HartStructure1      : HART_STRUCT;      // Структура для Hart обмена для модуля 1
4
5  END_VAR

```

Данный экземпляр предлагается привязать к соответствующим переменным в «Соотнесении входов/выходов» модуля GT-5914 (вручную или с помощью CSV файла):

Переменная	Соотнесение	Канал	Адрес	Тип
Application.HartStructure.1.CONTROL1	~	OUT0	%QB0	BYTE
Application.HartStructure.1.CONTROL2	~	OUT1	%QB1	BYTE
Application.HartStructure.1.CONTROL3	~	OUT2	%QB2	BYTE
Application.HartStructure.1.CONTROL4	~	OUT3	%QB3	BYTE
Application.HartStructure.1.CH1	~	AI0	%IWB0	WORD
Application.HartStructure.1.CH2	~	AI1	%IWB1	WORD
Application.HartStructure.1.CH3	~	AI2	%IWB2	WORD
Application.HartStructure.1.CH4	~	AI3	%IWB3	WORD
Application.HartStructure.1.HART1	~	AI4	%IWB4	WORD
Application.HartStructure.1.HART2	~	AI5	%IWB5	WORD
Application.HartStructure.1.HART3	~	AI6	%IWB6	WORD
Application.HartStructure.1.HART4	~	AI7	%IWB7	WORD
Application.HartStructure.1.HART5	~	AI8	%IWB8	WORD
Application.HartStructure.1.HART6	~	AI9	%IWB9	WORD
Application.HartStructure.1.HART7	~	AI10	%IWB10	WORD
Application.HartStructure.1.HART8	~	AI11	%IWB11	WORD

Экземпляр этой структуры используется, как входной параметр функционального блока HART обмена; Функция отслеживания изменения переменной UPON_CHANGE. Данная функция используется в функциональном блоке HART обмена;

Функция изменения порядка следования байт в слове INVERSE_WORD. Данная функция используется в функциональном блоке HART обмена;

Основной функциональный блок для реализации HART обмена HART_CONTROL. Данный блок имеет следующие параметры:

Входные параметры		
Параметр	Тип данных	Описание
HartStructure	POINTER TO HART_STRUCT	Указатель на структуру модуля с HART
Mode	BOOL	Выбор режима (0 – Базовый, 1 - Расширенный)
BasicM_Channel	ARRAY [1..4 OF BYTE]	Массив с номерами каналов для 4х слотов для базового режима
BasicM_VariableCode	ARRAY [1..4 OF BYTE]	Массив с типами переменных для 4х слотов для базового режима
ExtM_Execute	BOOL	Запуск HART обмена в расширенном режиме
ExtM_Channel	BYTE	Номер канала для расширенного режима
ExtM_CommandCode	BYTE	Код HART команды для расширенного режима

Выходные параметры		
Параметр	Тип данных	Описание
AI_CH1	REAL	Значение аналогового канала 1
AI_CH2	REAL	Значение аналогового канала 2
AI_CH3	REAL	Значение аналогового канала 3
AI_CH4	REAL	Значение аналогового канала 4
BasicM_Variable	ARRAY [1..4 OF REAL]	Значение переменных из слотов базового режима
ExtM_Done	BOOL	Бит успешного завершения HART обмена
ExtM_Error	BOOL	Общий бит ошибки HART обмена
Cmd0	EXT_CMD0	Структура данных команды 0
Cmd1	EXT_CMD1	Структура данных команды 1
Cmd2	EXT_CMD2	Структура данных команды 2
Cmd3	EXT_CMD3	Структура данных команды 3
Cmd12	EXT_CMD12	Структура данных команды 12
Cmd13	EXT_CMD13	Структура данных команды 13
Cmd14	EXT_CMD14	Структура данных команды 14

Cmd15	EXT_CMD15	Структура данных команды 15
Cmd16	EXT_CMD16	Структура данных команды 16

Алгоритм работы с функциональным блоком HART_CONTROL:

Шаг 1. В программе создать экземпляр этого функционального блока и вызвать его.

```

1  PROGRAM PLC_PRG
2  VAR
3
4  Start      : BOOL;           // Бит запуска HART обмена для расширенного режима
5
6  HCl        : HART_CONTROL;   // ФБ для HART обмена
7
8  Start_sr   : SR;            // Триггер
9
10 END_VAR

```

```

1  Start_sr (SET1 := Start, RESET := HCl.ExtM_Done OR HCl.ExtM_Error);
2
3  HCl (HartStructure := ADR(HartStructure1), ExtM_Execute := start_sr.Q1);
4
5  Start := FALSE;

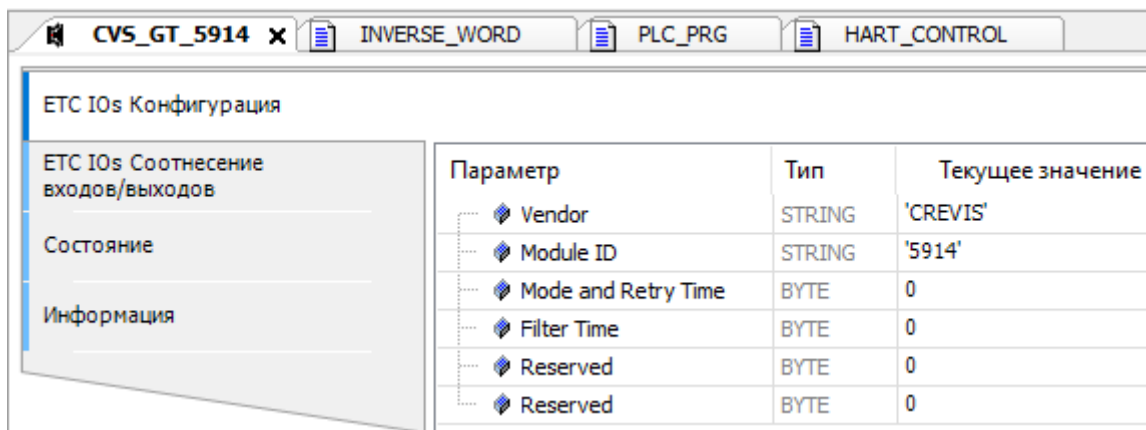
```

Шаг 2. На вход HartStructure подать адрес экземпляра структуры HART_STRUCT, привязанной к модулю GT-5914.

Шаг 3. Загрузить проект в контроллер. На этом шаге можно увидеть измеренные значения тока на каналах модуля (выходы AI_CH1-4).

Выражение	Тип	Значение
Start	BOOL	FALSE
HC1	HART_CONTROL	
HartStructure	POINTER TO HART_STRUCT	16#61007198
Mode	BOOL	FALSE
BasicM_Channel	ARRAY [1..4] OF BYTE	
BasicM_VariableCode	ARRAY [1..4] OF BYTE	
ExtM_Execute	BOOL	FALSE
ExtM_Channel	BYTE	0
ExtM_CommandCode	BYTE	0
AI_CH1	REAL	5.59375
AI_CH2	REAL	20
AI_CH3	REAL	20
AI_CH4	REAL	20

Шаг 4. Для базового режима HART обмена установить 7й бит параметра «Mode and Retry Time» в настройках модуля в 0 и загрузить проект в PИO.



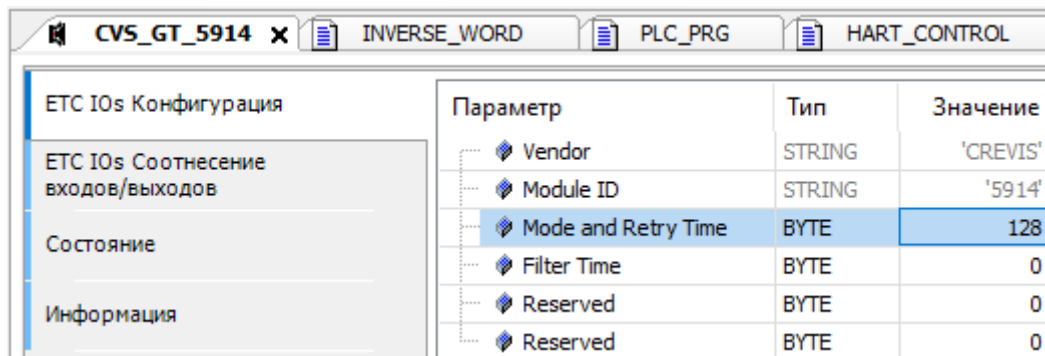
Шаг 5. Во входные параметры BasicM_Channel и BasicM_VariableCode записать нужные значения для всех 4х слотов. В примере ниже значения соответствуют команде – считать все типы динамических переменных с 0го канала.

BasicM_Channel	ARRAY [1..4] OF BYTE	
BasicM_Channel[1]	BYTE	0
BasicM_Channel[2]	BYTE	0
BasicM_Channel[3]	BYTE	0
BasicM_Channel[4]	BYTE	0
BasicM_VariableCode	ARRAY [1..4] OF BYTE	
BasicM_VariableCode[1]	BYTE	0
BasicM_VariableCode[2]	BYTE	1
BasicM_VariableCode[3]	BYTE	2
BasicM_VariableCode[4]	BYTE	3

Получаемые значения динамических переменных отображаются в выходной переменной BasicM_Variable.

BasicM_Variable	ARRAY [1..4] OF REAL	
BasicM_Variable[1]	REAL	99.7916946
BasicM_Variable[2]	REAL	28.50032
BasicM_Variable[3]	REAL	9.97917
BasicM_Variable[4]	REAL	0

Шаг 6. Для расширенного режима HART обмена установить 7й бит параметра «Mode and Retry Time» в 1 в настройках модуля и загрузить проект в PIO.



Во входной параметр выбора режима записать значение TRUE.

Mode	BOOL	TRUE
------	------	------

Шаг 7. Во входные параметры ExtM_Channel и ExtM_CommandCode записать нужные значения. В примере ниже значения соответствуют команде «Считать значение тока и все динамические переменные» (HART команда 3) с 0го канала.

ExtM_Execute	BOOL	FALSE
ExtM_Channel	BYTE	0
ExtM_CommandCode	BYTE	3

Шаг 8. Взвести бит запуска ExtM_Execute в 1. При этом необходимо держать его в 1 до завершения HART обмена. Это можно реализовать с помощью SR-триггера, как показано в примере вызова функционального блока.

Получаемые данные HART обмена отображаются в соответствующих выходных структурах.

Cmd3	EXT_CMD3	
Current	REAL	5.596691
Units_PV	BYTE	12
PV	REAL	99.7932
Units_SV	BYTE	32
SV	REAL	28.6469345
Units_TV	BYTE	253
TV	REAL	9.97932
Units_QV	BYTE	0
QV	REAL	0