

# ПРИЛОЖЕНИЕ II HART

2022







## 1 ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>2 КОНФИГУРАЦИЯ ВЫЧЕСЛИТЕЛЯ FGM-160 .....</b>	<b>3</b>
2 1. Технические характеристики интерфейса HART .....	16
2 1.1. Физический уровень HART .....	16
2 1.1.1. Контур подключения .....	17
2 1.1.2. Уровень управления передачей данных HART .....	18
2 1.2. Драйверы устройств HART .....	19
2 1.3. Функциональные возможности интерфейса HART .....	20
2 1.3.1. Выходной канал HART .....	20
2 1.3.2. Совместимость HART .....	20
2 1.3.3. Драйверы устройств .....	20
2 1.3.4. Поддерживаемые команды HART .....	20
2 1.3.5. Адреса для опроса по протоколу HART .....	21
2 1.3.6. Многоточечный режим .....	21
2 1.3.7. Монопольный режим .....	21
2 1.3.8. Выходные параметры HART .....	21
2 1.3.9. Подключение интерфейса HART .....	25



## 2 КОНФИГУРАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ FGM-160

В этом разделе описано управление полевым компьютером FGM 160. FGM 160 представляет собой устанавливаемую на объекте автономную ультразвуковую систему измерения расхода газа. Для ее использования не требуется устройство для обмена данными в безопасной зоне. При этом для постоянного мониторинга данных и состояния счетчика рекомендуется использовать программный пакет UFM Manager. Эта программа постоянно выводит данные процесса и состояния в удобном формате и поддерживает удаленный доступ к системе FGM 160 с любой удаленной системы с установленным соответствующим программным обеспечением для дистанционного управления.

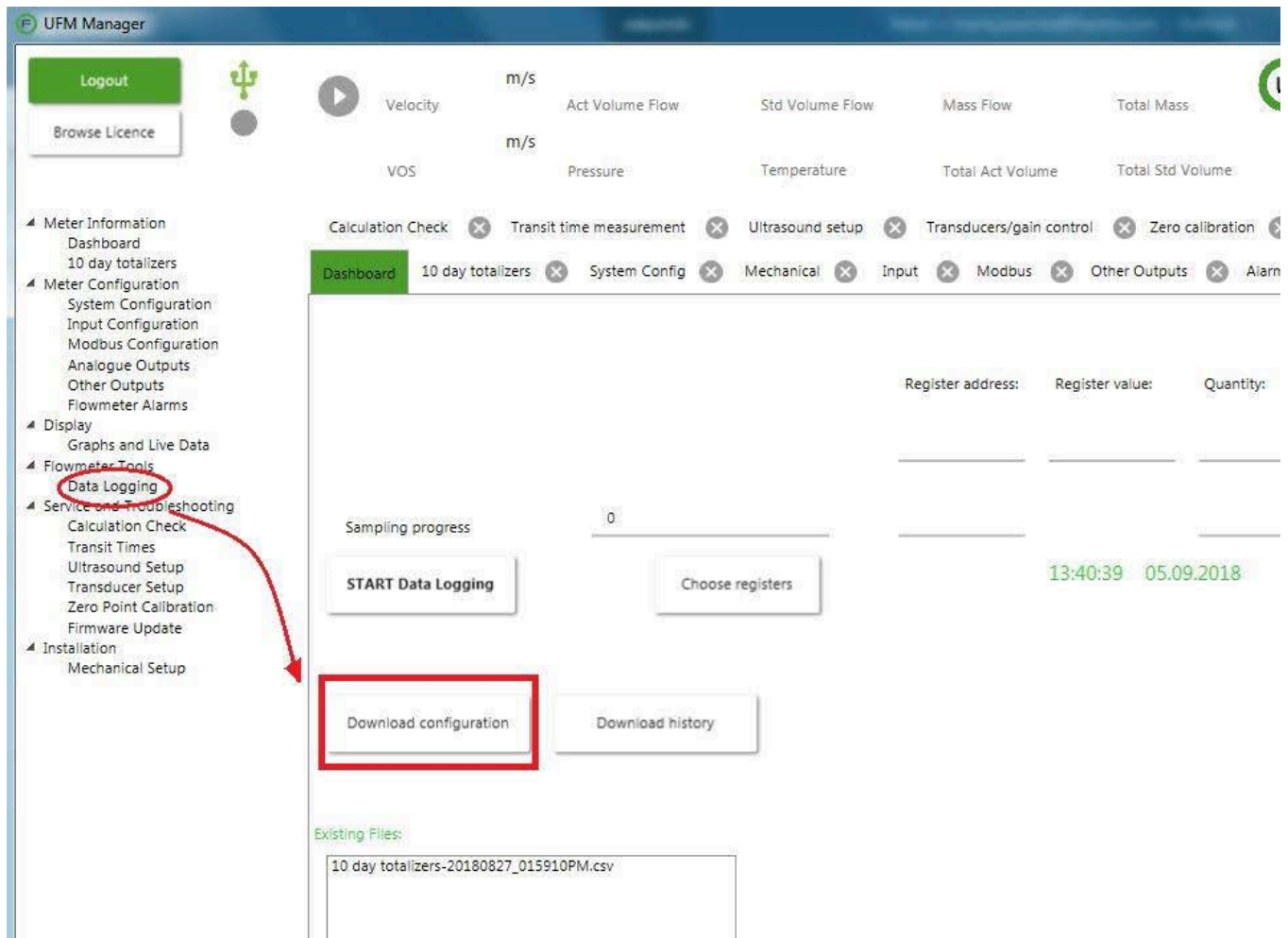
### Последовательность включения питания

В разделе с описанием последовательности включения питания указано, как обращаться с системой FGM 160 для обеспечения ее нормальной работы. Последовательность включения питания следующая.

1. Подключите все кабели питания, входных и выходных сигналов и обмена данными согласно спецификации проекта и всем применимым процедурам и инструкциям.
2. Убедитесь, что кабель питания подключен к подходящему источнику (либо непосредственно к источнику 24 В пост. тока, либо к преобразователю 110 – 240 В пер. тока/24 В пост. тока).
3. Включите питание FGM 160. У полевого компьютера FGM 160 нет выключателя питания. Питание включается с помощью внешнего выключателя или его аналога, предпочтительно расположенного в безопасной зоне.
4. При пуске FGM 160 выполняет последовательность загрузки и инициализации, а затем переходит в стандартный режим работы (измерения).
5. Когда FGM 160 переходит в стандартный режим работы (измерения) счетчик (в зависимости от конфигурации системы) определяет время перемещения, извлекает данные температуры и давления, рассчитывает объемный и массовый расход и либо активно выводит набор заданных параметров через аналоговые выходы 4 – 20 мА, либо формирует набор данных процесса для передачи через интерфейсы PCU HART или Modbus.

### Конфигурация полевого компьютера

Систему FGM 160 можно настроить с помощью ПО UFM Manager. При производстве в полевой компьютер вводится конфигурация по умолчанию. При установке и вводе счетчика в эксплуатацию сервисные инженеры или партнеры компании Fluenta меняют конфигурацию системы. Ее можно в любой момент изменить с помощью программного обеспечения UFM Manager. Все параметры конфигурации системы хранятся в постоянной памяти и не стираются в случае отключения питания. В приложении II описан ввод или изменение системной конфигурации согласно списку параметров от клиента.



### Скачивание системной конфигурации с помощью UFM Manager

Файл параметров конфигурации системы можно скачать из FGM 160 с помощью ПО UFM Manager, нажав кнопку Download configuration (Скачать конфигурацию) на вкладке Data Logging (Регистрация данных). Конфигурацию системы можно скопировать в буфер обмена и вставить в документ или сохранить непосредственно в файл.

Полный листинг файла конфигурации системы см. в приложении I. Некоторые параметры конфигурации системы можно посмотреть и в реестрах PCY Modbus. При этом параметры, доступ к которым разрешен только уполномоченному персоналу, не открываются через этот канал связи. Полный список доступных через интерфейс PCY Modbus параметров конфигурации см. в спецификациях интерфейса.

### Функции локального дисплея

Система FGM 160 оборудована локальным ЖК-дисплеем, установленным спереди и видимым через защитное стекло Ex-d. На дисплее отображаются заданные параметры процесса от FGM 160. Кроме того, на передней панели находятся 4 СИД, показывающие следующие состояния.

- Питание



Этот СИД горит зеленым, когда питание системы включено.

- **Состояние**

Этот СИД загорается в следующих случаях.

**ЗЕЛЕНЫЙ**, если нет активных аварийных сигналов (система исправна).

- **Обмен данными**

Этот СИД загорается в следующих случаях.

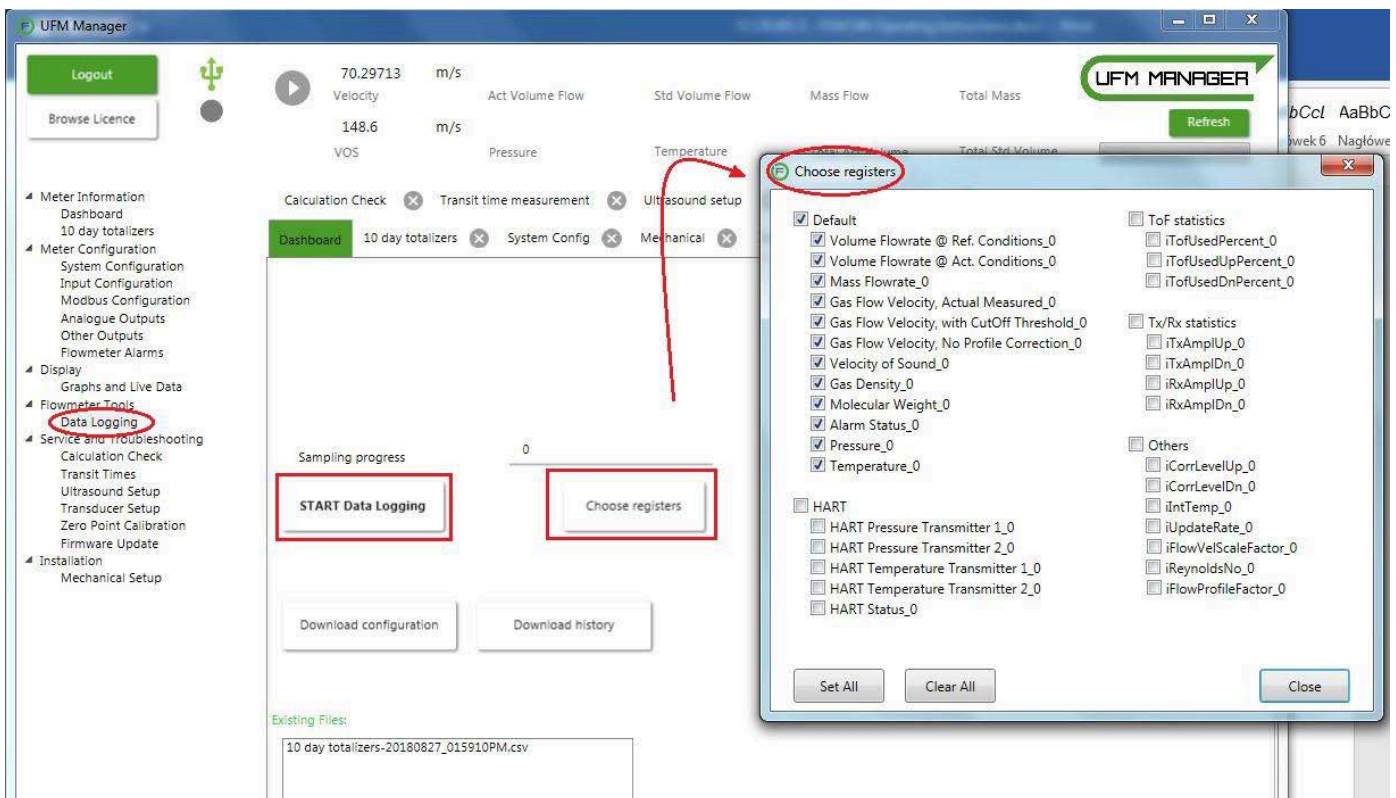
**ЗЕЛЕНЫЙ** — при получении или отправке кадра Modbus.

- **Измерение**

СИД мигает **ЗЕЛЕНЫМ** с регулярным интервалом, когда выполняется последовательность ультразвукового измерения

## Поиск ошибок с помощью UFM Manager

С помощью UFM Manager для FGM 160 можно регистрировать данные для анализа и оценки тенденций.



Нажатию кнопки **START Data Logging** (ЗАПУСК регистрации данных) на вкладке **Data Logging** (Регистрация данных) можно внести в файл данных любые параметры или большинство из них. Имя файла данных генерируется автоматически с учетом текущей даты и времени. Чтобы выбрать реестры для журнала данных, нажмите кнопку **Choose registers** (Выбрать реестры).



## Вставка настроек из списка параметров из сертификата в коробке системы

The screenshot shows the UFM Manager software interface. At the top, there are several data points: Velocity (70.29713 m/s), VOS (148.6 m/s), and various flow and mass measurements. Below this is a navigation bar with tabs for Calculation Check, Transit time measurement, Ultrasound setup, Transducers/gain control, Zero calibration, and Firmware Update. The main content area is divided into two columns. The left column contains system configuration parameters, and the right column contains a list of active alarms.

Parameter	Value
Serial Number	2006-0065
User logged in	omega (Super)
Company	FLUENTA AS
Installation	Sandbrekkeveien 85
Tag Number	01-FLUENTA-100
Description	12" HP
Pipe Int. Dia. [m]	0.25
Theo. trans. dist. [m]	

Alarm	Status
Measurement Alarm	Active
Flow velocity Alarm	Active
VOS Alarm	Active
Density Alarm	Active
Temperature Alarm	Active
Pressure Alarm	Active
Gas Composition Alarm	Active

A red box highlights the configuration parameters: Company, Installation, Tag Number, and Description. A red callout box points to this area with the following text:

- Смена имени системы
- Компания
- Место установки
- Идентификационный номер
- Описание



UFM Manager

Logout | Browse Licence | UFM MANAGER | Refresh

Velocity | Act Volume Flow | Std Volume Flow | Mass Flow | Total Mass  
VOS | Pressure | Temperature | Total Act Volume | Total Std Volume

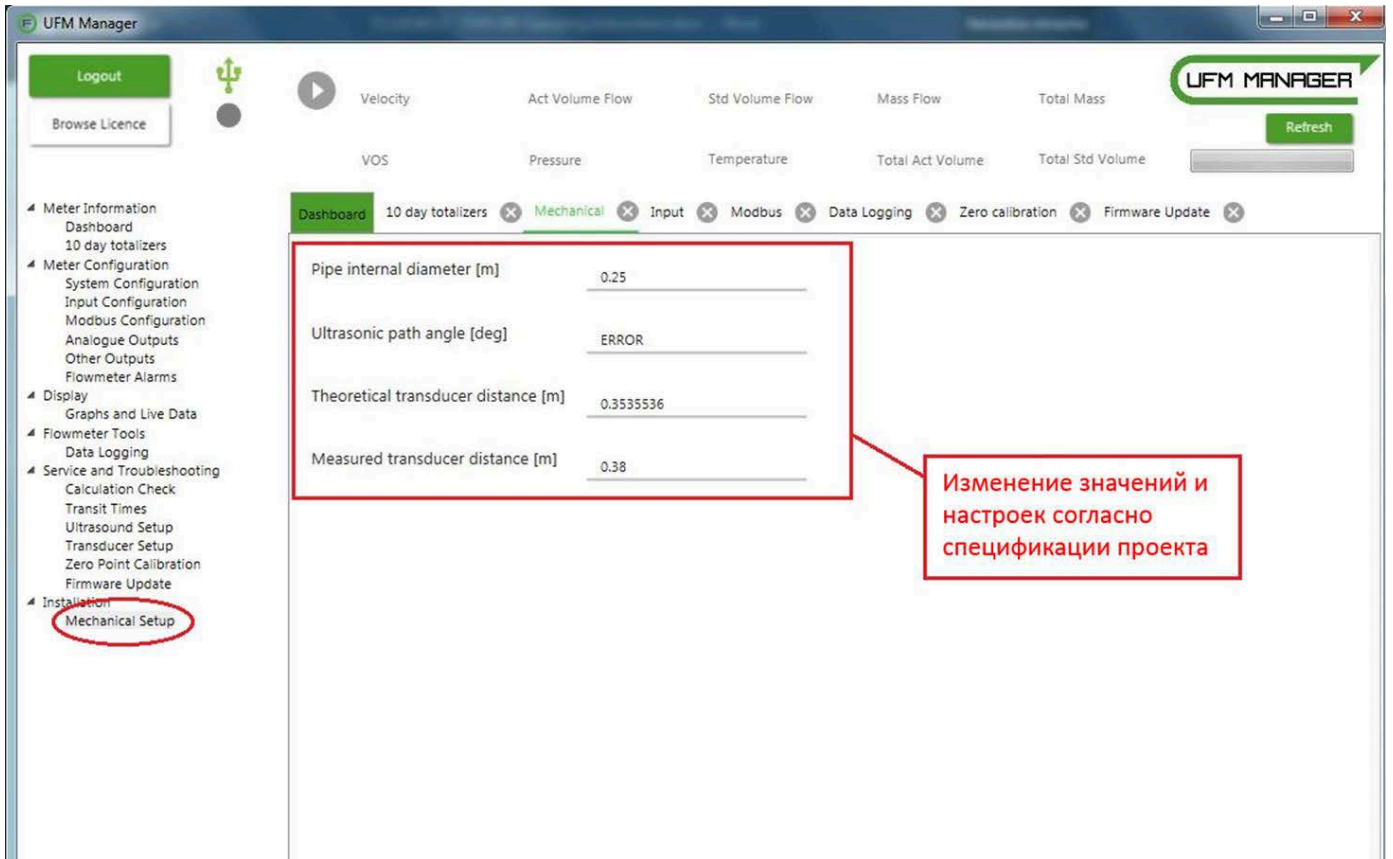
Other Outputs | Data Logging | Zero calibration | Firmware Update  
Dashboard | 10 day totalizers | Mechanical | Input | Modbus

Modbus Configuration

Enable Modbus	<input type="checkbox"/>	
Modbus mode	RTU	
Baud rate		
Parity	no parity	
Register base address		
Register size in request	32 bit	
Byte ordering	DCBA	
Register spacing	1	
Data/stop bits (auto)	7	1
Termination	<input type="checkbox"/>	
TX enable delay [ms]		
DCS port slave address	224	

Изменение настроек MODBUS согласно спецификации проекта





The screenshot shows the UFM Manager software interface. The top navigation bar includes a 'Logout' button, a USB icon, and a play button. The main dashboard displays various flow and mass parameters: Velocity, Act Volume Flow, Std Volume Flow, Mass Flow, Total Mass, VOS, Pressure, Temperature, Total Act Volume, and Total Std Volume. A 'Refresh' button is located on the right. The left sidebar contains a menu with categories: Meter Information, Meter Configuration, Display, Flowmeter Tools, Service and Troubleshooting, and Installation. The 'Mechanical Setup' option under the Installation category is circled in red. The main content area shows the 'Mechanical' configuration page with the following parameters:

Pipe internal diameter [m]	0.25
Ultrasonic path angle [deg]	ERROR
Theoretical transducer distance [m]	0.3535536
Measured transducer distance [m]	0.38

A red callout box points to the table with the text: **Изменение значений и настроек согласно спецификации проекта** (Change of values and settings according to the project specification).

UFM Manager

Logout | Browse Licence

UFM MANAGER | Refresh

- Velocity
- Act Volume Flow
- Std Volume Flow
- Mass Flow
- Total Mass
- VOS
- Pressure
- Temperature
- Total Act Volume
- Total Std Volume
- Analog Out
- Other Outputs
- Data Logging
- Zero calibration
- Firmware Update
- Dashboard
- 10 day totalizers
- System Config
- Mechanical
- Input
- Modbus

Serial Number: 2006-0065

Instrument Time: \_\_\_\_\_

24h Accumulation reset time: \_\_\_\_\_

PC Time: \_\_\_\_\_

Synchronize time with PC:

Calculation parameters:

Flow velocity threshold [m/s]: \_\_\_\_\_

STD Temperature [C]: \_\_\_\_\_

STD Pressure [barA]: \_\_\_\_\_

Viscosity: \_\_\_\_\_

Upload configuration file:

Velocity unit setup: m/s

Volume unit setup: m<sup>3</sup>

Volume flow unit setup: m<sup>3</sup>/h

Mass unit setup: kg

Mass flow unit setup: kg/h

Pressure unit setup: BarA

Temperature unit setup: ° Celsius

Изменение единиц измерения согласно спецификации проекта

UFM Manager

Logout | Browse Licence

Velocity | Act Volume Flow | Std Volume Flow | Mass Flow | Total Mass

VOS | Pressure | Temperature | Total Act Volume | Total Std Volume

Dashboard | 10 day totalizers | System Config | Mechanical | Input | Modbus

Analog Out | Other Outputs | Data Logging | Zero calibration | Firmware Update

Meter Information  
 Dashboard  
 10 day totalizers  
 Meter Configuration  
 System Configuration  
 Input Configuration  
 Modbus Configuration  
 Analog Outputs  
 Other Outputs  
 Flowmeter Alarms  
 Display  
 Graphs and Live Data  
 Flowmeter Tools  
 Data Logging  
 Service and Troubleshooting  
 Calculation Check  
 Transit Times  
 Ultrasound Setup  
 Transducer Setup  
 Zero Point Calibration  
 Firmware Update  
 Installation  
 Mechanical Setup

Pulse/Freq1 mode: Pulse | variable: Test val | polarity: Active H  
 Pulse/Freq2 mode: Pulse | variable: Standar | polarity: Active H  
 Frequency scale: | Frequency offset: | Range scale: | Range offset: | Test value:  
 Pulse/Freq1 setup: 1 | 0 | 1 | 0 |  
 Pulse/Freq2 setup: 1 | 0 | 1 | 0 |  
 Enable Pulse/Frequency: Output 1:  Output 2:   
 Enable HART:  Poll adr: 1  
 HART variables: Gas Flow | Volume | Temper: | Pressure

UFM MANAGER Refresh

Изменение значений и настроек согласно спецификации проекта

UFM Manager

Logout | Browse Licence | UFM MANAGER | Refresh

Velocity | Act Volume Flow | Std Volume Flow | Mass Flow | Total Mass

VOS | Pressure | Temperature | Total Act Volume | Total Std Volume

Dashboard | 10 day totalizers | System Config | Mechanical | Input | Modbus

Analog Out | Other Outputs | Data Logging | Zero calibration | Firmware Update

- Meter Information
  - Dashboard
  - 10 day totalizers
- Meter Configuration
  - System Configuration
  - Input Configuration
  - Modbus Configuration
  - Analog Outputs**
  - Other Outputs
  - Flowmeter Alarms
- Display
  - Graphs and Live Data
- Flowmeter Tools
  - Data Logging
- Service and Troubleshooting
  - Calculation Check
  - Transit Times
  - Ultrasound Setup
  - Transducer Setup
  - Zero Point Calibration
  - Firmware Update
- Installation
  - Mechanical Setup

CL1 variable:	Test Value	Test value:	0	<input type="checkbox"/>
CL2 variable:	Test Value	Test value:	0	<input type="checkbox"/>
CL3 variable:	Test Value	Test value:	0	<input type="checkbox"/>
CL4 variable:	Test Value	Test value:	0	<input type="checkbox"/>
CL5 variable:	Test Value	Test value:	0	<input type="checkbox"/>
CL6 variable:	Test Value	Test value:	0	<input type="checkbox"/>

	Scale:	Offset:	4 mA	20 mA
CL1 setup:	1.004217	-0.086359	4	20
CL2 setup:	1.001377	-0.043958	4	20
CL3 setup:	1.005378	-0.067555	4	20
CL4 setup:	1.00065	-0.121477	4	20
CL5 setup:	1.007252	-0.112609	4	20

Изменение значений и настроек согласно спецификации проекта

Reading Data | Packets: 99 | Failed packets: 45 | Communication quality: 45% | ID: TestVersion | Expires: 18/10/2018 09:24:07 | Version 1.1A-1

UFM Manager

Logout | Browse Licence | UFM MANAGER | Refresh

Velocity | Act Volume Flow | Std Volume Flow | Mass Flow | Total Mass

VOS | Pressure | Temperature | Total Act Volume | Total Std Volume

Dashboard | 10 day totalizers | System Config | Mechanical | Input | Modbus

Analog Out | Other Outputs | Alarms | Data Logging | Zero calibration | Firmware Update

	Minimum	Maximum	Maximum change
Sound velocity [m/s]	200	500	70
Flow velocity [m/s]	0	100	70
Temperature [K]	268.15	348.15	
Pressure [barA]	0.5	3	

Изменение значений согласно спецификации проекта

- Meter Information
  - Dashboard
  - 10 day totalizers
- Meter Configuration
  - System Configuration
  - Input Configuration
  - Modbus Configuration
  - Analogue Outputs
  - Other Outputs
  - Flowmeter Alarms
- Display
  - Graphs and Live Data
- Flowmeter Tools
  - Data Logging
- Service and Troubleshooting
  - Calculation Check
  - Transit Times
  - Ultrasound Setup
  - Transducer Setup
  - Zero Point Calibration
  - Firmware Update
- Installation
  - Mechanical Setup

UFM Manager

Logout | Browse Licence

Velocity | Act Volume Flow | Std Volume Flow | Mass Flow | Total Mass

VOS | Pressure | Temperature | Total Act Volume | Total Std Volume

Dashboard | 10 day totalizers | System Config | Mechanical | Input | Modbus | Analog Out | Other Outputs

Alarms | Data Logging | **Ultrasound setup** | Transducers/gain control | Zero calibration | Firmware Update

Chirp signal settings: | Signal averaging: | Features:

Center frequency [kHz] \_\_\_\_\_ | Raw data | 1 | Averaging | None

Band width [kHz] \_\_\_\_\_ | Process data | 1

Burst width [us] \_\_\_\_\_ | Transit times (ToF) | 1

Amplitude [V] \_\_\_\_\_ | Minimum ping rate [ms] | 20

Sweep direction | Decreases | Chirp sample rate [ns] | 1000

Chirp pattern | Velocity | CW sample rate [ns] | 500

Chirp configuration | Automa | Chirp preprocessing | None

CW signal settings

Frequency [kHz] \_\_\_\_\_ | No of periods used for phase detection | 10

Burst width [us] \_\_\_\_\_ | Update rate (readout) | 0.55705

Amplitude [V] \_\_\_\_\_

Изменение значений согласно сертификату калибровки датчика



UFM Manager

Logout  
Browse Licence

UFB

Velocity Act Volume Flow Std Volume Flow Mass Flow Total Mass  
VOS Pressure Temperature Total Act Volume Total Std Volume

UFM MANAGER  
Refresh

Dashboard 10 day totalizers System Config Mechanical Input Modbus Analog Out Other Outputs  
Alarms Data Logging Ultrasound setup Transducers/gain control Zero calibration Firmware Update

Upload DSP	Version: 0.07	Refresh
Upload IO	Version: Error	Refresh
Upload PT	Version: 0.257	Refresh

Block 0

Проверка наличия  
наиболее новой версии  
микропрограммного  
обеспечения

- Meter Information
  - Dashboard
  - 10 day totalizers
- Meter Configuration
  - System Configuration
  - Input Configuration
  - Modbus Configuration
  - Analogue Outputs
  - Other Outputs
  - Flowmeter Alarms
- Display
  - Graphs and Live Data
- Flowmeter Tools
  - Data Logging
- Service and Troubleshooting
  - Calculation Check
  - Transit Times
  - Ultrasound Setup
  - Transducer Setup
  - Zero Point Calibration
  - Firmware Update**
- Installation
  - Mechanical Setup



UFM Manager

Logout | Browse Licence

Velocity | Act Volume Flow | Std Volume Flow | Mass Flow | Total Mass

VOS | Pressure | Temperature | Total Act Volume | Total Std Volume

Dashboard | 10 day totalizers | System Config | Mechanical | Input | Modbus | Analog Out | Other Outputs

Alarms | Data Logging | Ultrasound setup | **Transducers/gain control** | Zero calibration | Firmware Update

Gain control:  
Manual GC

Manual gain settings

CW upstream	800
CW downstream	1300
Chirp upstream	1300
Chirp downstream	1300

Automatic gain settings

No of samples outside allowance range	0
Maximum chirp sample value	0
Low limit for correlation top level	0

Ultrasonic transducers

Serial numbers:

Upstream transducer \_\_\_\_\_

Downstream transducer \_\_\_\_\_

Transit time delays

Chirp delay upstream [ns] \_\_\_\_\_

Chirp delay downstream [ns] \_\_\_\_\_

CW delay upstream [ns] \_\_\_\_\_

CW delay downstream [ns] \_\_\_\_\_

Изменение серийного номера преобразователя на верный. Введите, например, 182.18 в оба поля (буквы U и D появятся автоматически).

Изменение задержек по времени перемещения согласно сертификату калибровки датчика.





## **2 1. Технические характеристики интерфейса HART**

### **2 1.1. Физический уровень HART**

Протокол HART использует частотную манипуляцию для наложения цифровой связи со скоростью 1200 бод на токовые контуры с уровнем сигнала от 4 до 20 мА. Для представления двоичных кодов 1 и 0 используются две различные частоты (1200 Гц и 2200 Гц соответственно).

Среднее значение накладываемого сигнала HART равно нулю, поэтому к существующему сигналу 4 до 20 мА постоянная составляющая не добавляется. Таким образом, аналоговый сигнал от 4 до 20 мА можно использовать как дополнение к связи по протоколу HART.

Однако это возможно только для двухточечной конфигурации. В многоточечной конфигурации аналоговые сигналы от 4 до 20 мА от каждого датчика суммировались бы между собой и в результате давали бы бессмысленное значение общего тока. Поэтому в многоточечной конфигурации аналоговый сигнал от 4 до 20 мА устанавливается на уровне 4 мА (это также снижает общее потребление электроэнергии).

#### **Работа в многоточечном режиме**

К одной многоточечной паре проводов может быть подключено до 15 ведомых устройств. Каждое ведомое устройство должно иметь уникальный адрес.

## 2 1.1.1. Контур подключения

### Нагрузочный резистор

Блок питания представляет собой практически короткозамкнутую цепь на частотах сигнала HART, поэтому устройство связи не может быть подключено напрямую через него. Чтобы избежать этой проблемы, в токовый контур необходимо включить нагрузочный резистор. Тогда устройство связи может быть подключено через передатчик или через нагрузочный резистор. Технические требования протокола HART позволяют использовать нагрузочные резисторы с сопротивлением от 230 до 1100 Ом.

### Прокладка кабелей

Промышленная прокладка кабелей для системы HART должна осуществляться с использованием экранированной витой пары кабелей. Чтобы избежать возникновения возможных помех между парами кабелей, предпочтительно использовать индивидуально экранированные витые пары.

### Затухание и искажение сигнала

Благодаря относительно низким частотам затухание в кабеле и искажение, обусловленное запаздыванием, снижаются. Это означает, что связь HART может осуществляться на расстоянии до 1500 метров или более при условии, что постоянная времени RC кабеля и подключенных устройств составляет 65 мкс или менее. Поскольку максимальная длина линии связи HART (ограниченная постоянной времени RC) намного меньше, чем длина волны сигнала HART (приблизительно 120 км), действующие сети HART функционируют не так, как линии передачи, и для них не требуется согласовывать сопротивление с кабелями или оконечными устройствами.

Ограничивающими факторами являются емкость и сопротивление контура. Емкость и сопротивление контура образуют однозвенный фильтр с частотой среза  $1/(2 \cdot RC)$ . При больших длинах кабелей (большой емкости) частота среза фильтра может приблизиться к частоте сигнала HART. В результате этого возможно искажение сигнала HART.

Чтобы избежать такого рода искажений, в технических требованиях протокола HART задается минимальная частота среза 2500 Гц (при затухании 3 дБ), что чуть выше самой высокой частоты сигнала HART. Этому требованию будет удовлетворять простой резистивно-емкостной контур, если он имеет постоянную времени RC, величина которой составляет 65 мкс или менее. Сопротивление контура в основном определяется резистором контура, однако сопротивление кабеля также будет вносить свой вклад. При больших длинах кабеля емкость в основном определяется емкостью кабеля. Емкость устройства также будет вносить небольшой вклад, особенно в многоточечных сетях с несколькими устройствами, подключенными параллельно. В соответствии с техническими требованиями протокола HART в качестве максимального значения шунтирующей емкости устройства рекомендована величина 5000 пФ.



## **2 1.1.2. Уровень управления передачей данных HART**

HART представляет собой полудуплексный протокол типа «ведущий - ведомый». Это означает, что каждая передача сообщения инициируется ведущим устройством HART, а ведомое (промышленное) устройство только отвечает, после того как получит адресованное ему командное сообщени

### **Монопольный режим**

Для достижения более высокой скорости передачи данных промышленное устройство может использовать дополнительный монопольный режим. При переключении в этот режим промышленное устройство повторно отправляет сообщение с данными обратно к ведущему устройству.

### **Работа с несколькими ведущими устройствами**

Протокол HART позволяет работать с двумя активными ведущими устройствами в системе, при этом одно из них будет первичным, а другое – вторичным. Как правило, в качестве первичного ведущего устройства может использоваться система управления, а вторичным ведущим устройством может служить, например, портативный коммуникатор. Оба ведущих устройства имеют разные адреса, так что каждое из них может четко распознать ответы на свою собственную команду. После завершения каждой операции связи ведущее устройство должно выдержать паузу в течение короткого времени прежде чем отправить другую команду, чтобы дать возможность другому ведущему устройству при необходимости включиться в процесс передачи данных.

### **Пропускная способность**

Длина типовых сообщений допускает выполнение максимум двух операций связи в секунду. В монопольном режиме за одну секунду может передаваться более трех сообщений. В многоточечных сетях пропускная способность остается такой же, как и для двухточечной конфигурации (максимум приблизительно 2 операции связи в секунду). Тем не менее, время ожидания возрастает пропорционально количеству устройств в сети. Например, в многоточечной сети с 4 устройствами время ожидания приблизительно будет составлять 2 секунды (т. е. частота обновления для каждого устройства приблизительно составит 2 секунды).

### **Кодирование символов**

Формат символа: 1200 бод, 8 битов данных, контроль по нечетности, 1 стоповый бит.



## 2 1.2. Драйверы устройств HART

### Описание устройства (DD)

Описание устройства (DD – Device Description) – это драйвер устройства для специфических свойств и функций устройства HART.

Описание устройства представляет собой электронный файл данных, подготовленный в соответствии с требованиями языка описания устройств, который описывает специфические особенности и функции устройства, включая подробную информацию о меню и графических свойствах, которые будут использоваться ведущими прикладными программами для получения доступа ко всем параметрам и данным в соответствующем устройстве. Описание устройства определяет, какие команды из установившейся практики поддерживаются, а также формат и структуру всех команд для конкретных устройств. Описание устройства – это дополнительный элемент технологии связи HART, и он не является обязательным для коммуникационного взаимодействия с устройством HART.

Описание устройства в основном используется для установки устройства и не требуется для обычной связи с устройством.

### Администратор класса устройств (DTM)

Администратор класса устройств (DTM – Device Type Manager) – это драйвер устройства, соответствующий стандарту FDT. FDT (Field Device Tool – инструментальное средство низового устройства) представляет собой технические требования к интерфейсу, которые унифицируют обмен данными между низовыми промышленными устройствами и системным уровнем (программная оболочка FDT). Программными оболочками FDT могут быть инструменты для конфигурации устройств, системы управления, консоли оператора или инструменты по управлению активами и т. д. Примеры программных оболочек FDT: PACTware, FieldCare (E+H), ControlBuilderF (ABB), fdtContainer (M&M Software). Инструмент FDT не зависит от типа связи и может использоваться совместно с любым протоколом связи (например, HART, Modbus, Profibus, Foundation Fieldbus и т. д.). Соответствующий администратор класса устройств для каждого инструмента любого поставщика пока не доступен. Если для промышленного устройства, совместимого с протоколом HART, отсутствует отдельный администратор класса устройств, можно использовать универсальный администратор класса устройств HART. Общий администратор класса устройств поддерживает универсальные и полученные из установившейся практики команды, основанные на технических требованиях протокола HART, которые используются большинством устройств HART, представленных на рынке. Общий администратор класса устройств HART поставляется различными компаниями (например, ICS GmbH).



## 2 1.3. Функциональные возможности интерфейса HART

### 2 1.3.1. Выходной канал HART

Один из выходов по типу токового контура факельного расходомера FGM 160 можно настроить и использовать для связи по протоколу HART. Другие выходы по типу токового контура не имеют функциональных возможностей HART. Выходной канал HART можно настроить как пассивный выход (с внешним питанием контура) или как активный выход (получающий питание от FGM 160).

### 2 1.3.2. Совместимость HART

На данный момент факельный расходомер FGM 160 поддерживает только ограниченный набор универсальных команд HART и поэтому он не полностью соответствует требованиям к интерфейсу HART. Факельный расходомер FGM 160 не поддерживает команды из установившейся практики или команды для конкретных устройств

### 2 1.3.3. Драйверы устройств

Поскольку команды для конкретных устройств не поддерживаются факельным расходомером FGM 160, специальный драйвер устройства для того, чтобы взаимодействовать с ним, не требуется. Поэтому для факельного расходомера FGM 160 отсутствует специальное описание устройства (DD) или администратор класса устройств (DTM).

### 2 1.3.4. Поддерживаемые команды HART

Факельным расходомером FGM 160 поддерживаются следующие универсальные команды HART:

Поддерживаемые команды HART

Команда HART #	Функция
0	Считывание уникального идентификатора.
1	Считывание первичной переменной.
2	Считывание тока и процентов от диапазона
3	Считывание тока и четырех (заранее заданных) динамических переменных
12	Чтение сообщения.
13	Считывание бирки, ключевого слова и даты.
16	Считывание конечного номера сборки

#### ПРИМЕЧАНИЕ:

Факельный расходомер FGM 160 не поддерживает никакие команды записи протокола HART, и поэтому настроить устройство через интерфейс HART невозможно. Для настройки факельного расходомера FGM 160 необходимо использовать консоль управления и обслуживания факельного расходомера FGM 160. Это программное обеспечение взаимодействует с факельным расходомером FGM 160 через выделенный служебный порт RS-485.



### 2 1.3.5. Адреса для опроса по протоколу HART

Факельный расходомер FGM 160 можно настроить, задав адрес для опроса по протоколу HART в диапазоне от 0 до 15.

Адрес для опроса по протоколу HART для факельного расходомера FGM 160, заданный по умолчанию:

**1 (возможные адреса: 0 - 15).**

### 2 1.3.6. Многоточечный режим

Факельный расходомер FGM 160 поддерживает многоточечный режим. Если в качестве адреса для опроса по протоколу HART задано значение, отличное от 0, аналоговому сигналу токового контура присваивается фиксированное значение 4 мА. Затем устройство устанавливают в исходное положение и включают в работу в многоточечном режиме. Если в качестве адреса для опроса по протоколу HART задано значение 0, то в дополнение к передаче данных по протоколу HART может использоваться аналоговый сигнал от 4 до 20 мА.

### 2 1.3.7. Монопольный режим

Факельный расходомер FGM 160 не поддерживает дополнительный монопольный режим работы.

### 2 1.3.8. Выходные параметры HART

Параметры, доступные в качестве переменных HART, приведены в таблице ниже. Эта таблица содержит ограниченный набор регистров Modbus распределенной системы управления факельного расходомера FGM 160 (доступных через порт RS-485 распределенной системы управления).

Любой из этих параметров может быть выбран в качестве первичной переменной (PV), вторичной переменной (SV), третьей переменной (TV) и четвертой переменной (FV) интерфейса HART.

Выбранные параметры будут доступны для считывания с помощью 1 команды HART (PV) и 3 команды HART (PV, SV, TV и FV).

Для настройки выходных параметров HART необходимо использовать консоль управления и обслуживания факельного расходомера FGM 160.

**Выходные параметры HART**

Параметр	Единицы измерения	Минимум	Максимум	Номер регистра Modbus:
Объемный расход при исходных условиях	см <sup>3</sup> /ч *)	---	---	8
Объемный расход при фактических условиях	м <sup>3</sup> /ч *)	---	---	9
Массовый расход	кг/ч *)	---	---	10
Скорость потока газа	м/с *)	---	---	11



Скорость потока газа /установка	м/с *)	---	---	12
Скорость потока газа, некомпенсированная	м/с *)	---	---	13
Скорость звука	м/с *)	---	---	20
Плотность газа	кг/м <sup>3</sup>	---	---	21
Молекулярный вес	г	---	---	22
Аварийное состояние	---	0	---	23
Давление	бар,абс. *)	---	---	30
Температура	°С *)	---	---	31
Давление, датчик HART 1	1 *) бар,абс. *)	---	---	32
Давление, датчик HART 2	2 *) бар,абс. *)	---	---	33
Температура, датчик HART 1	1 *) °С *)	---	---	34
Температура, датчик HART 2	2 *) °С *)	---	---	35
Суммарный объем при исходных условиях	см <sup>3</sup> *)	0	999999	40
Суммарный объем при фактических условиях	м <sup>3</sup> *)	0	999999	41
Суммарная масса	кг *)	0	999999	42
Суммарный объем при исходных условиях. Подсчет излишнего количества	1000000	0	1000000	43
Суммарный объем при фактических условиях. Подсчет излишнего количества	1000000	0	1000000	44
Подсчет излишнего количества для суммарной массы	1000000	0	1000000	45
Суммарный объем за последние 24 часа при исходных условиях	см <sup>3</sup> *)	0	---	50
Суммарный объем за последние 24 часа при фактических условиях	м <sup>3</sup> *)	0	---	51
Суммарная масса за последние 24 часа	кг *)	0	---	52
Потраченное время прохождения в %, против потоку	%	0	100	114
Потраченное время прохождения в %, по потоку	%	0	100	115
Внутренняя температура, электроника	°С *)	---	---	125

**Примечания:**

1): Данные от датчиков HART применимы только для систем FGM 160, настроенных на датчики давления и температуры с интерфейсом HART.

2): Данные от 2 датчика HART применимы только для систем FGM 160, настроенных на сдвоенные датчики HART.



\*) : Дополнительные единицы измерения

#### Выходные параметры HART, дополнительные единицы измерения

Параметр	дополнителные единицы измерения
Объемный расход	MMCFD (млн. кубических футов в день), MMSCFD (млн. кубических футов в день при стандартных условиях)
Массовый расход	фунт/ч
Скорость	фут/с
Давление	кПа, абс; абс. фунт на квадратный дюйм, абс.; кг/см <sup>2</sup> абс.
Температура	°F
Накопленный/ суммарный объем	MMCF, MMSCFM
Накопленная/ суммарная масса	фунты

Для настройки единиц измерения выходных параметров HART необходимо использовать консоль управления и обслуживания факельного расходомера FGM 160. Все значения переменных HART будут передаваться в виде чисел с плавающей запятой с 32-разрядной одинарной точностью (стандарт IEEE 754) в соответствии с техническими требованиями HCF\_SPEC-127 к протоколу HART.

#### Единичные коды переменных HART

Коды единиц измерения переменных HART включены в ответ на 1 команду HART (считывание первичной переменной) и 3 команду HART (считывание тока и четырех динамических переменных). В факельном расходомере FGM 160 реализованы следующие коды единиц измерения для интерфейса HART:

#### Коды единиц измерения для интерфейса HART

Технические единицы измерения	Технические единицы измерения
м <sup>3</sup> /ч	19
млн. кубических футов в день	242
кг/ч	75
фунт/ч	82
м/с	21
фут/с	20
кг/м <sup>3</sup>	92
г	60
бар, абс.	7



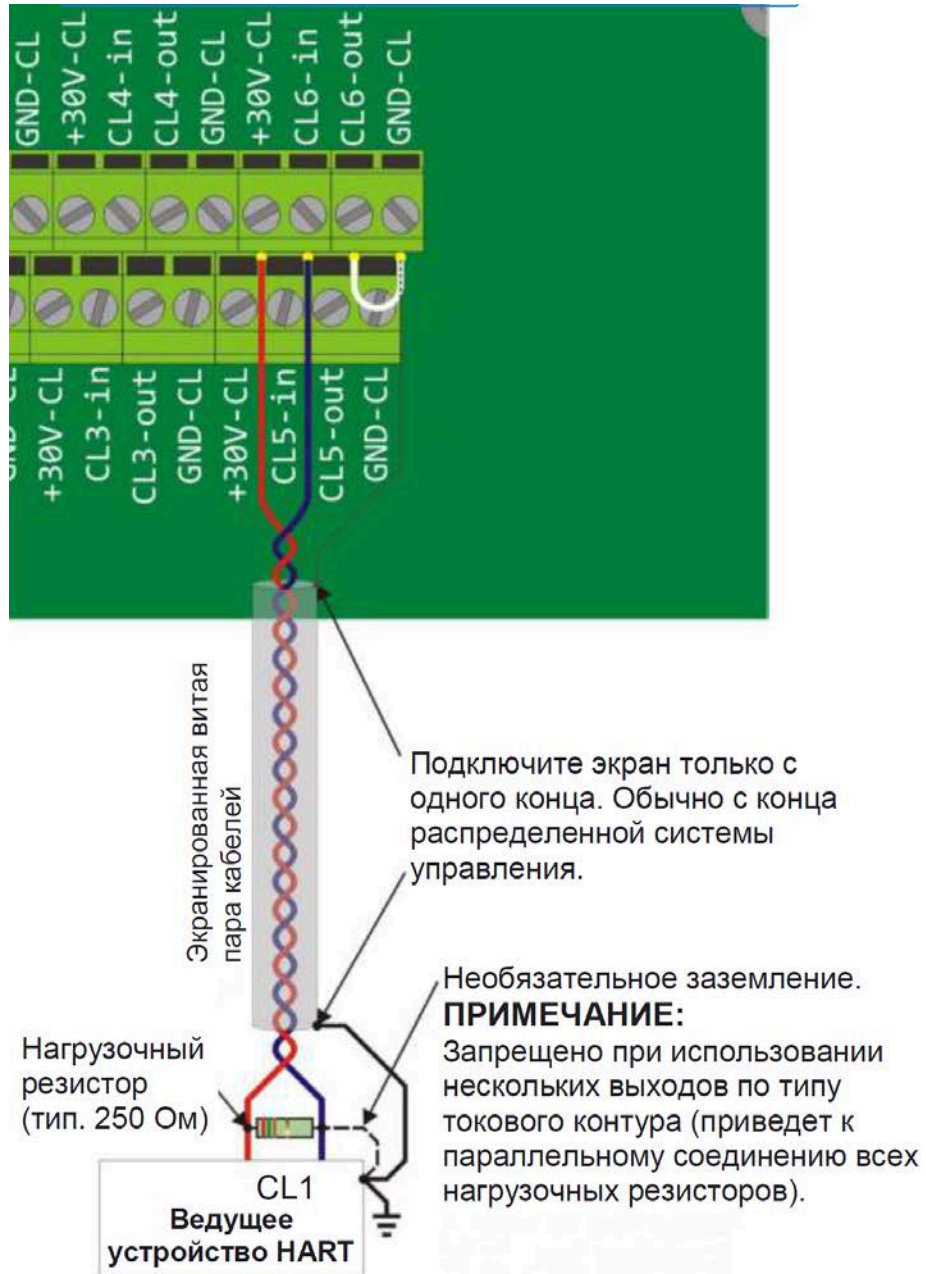


кПа, абс.	12
фует на квадратный дюйм, абс.	6
кг/см <sup>3</sup> , абс.	10
°C	32
°F	33
м <sup>3</sup>	43
млн. кубических футов	243 *)
кг	61
фунты	63
%	57
--- (нет)	251

**Примечание:**

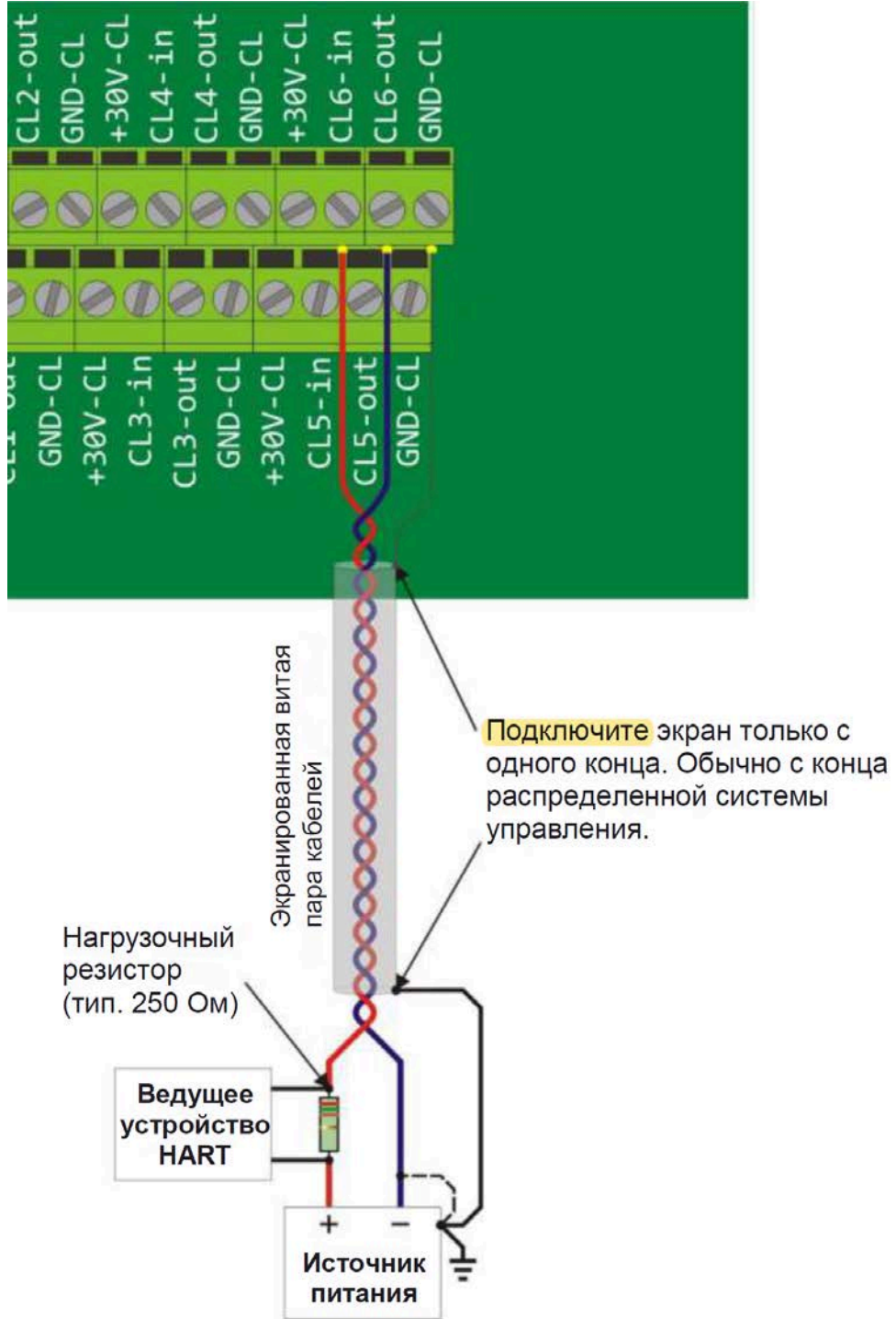
\*) : Коды единиц измерения 242 и 243 заданы производителем

## 2 1.3.9. Подключение интерфейса HART Активный выход (контур получает питание от FGM 160)



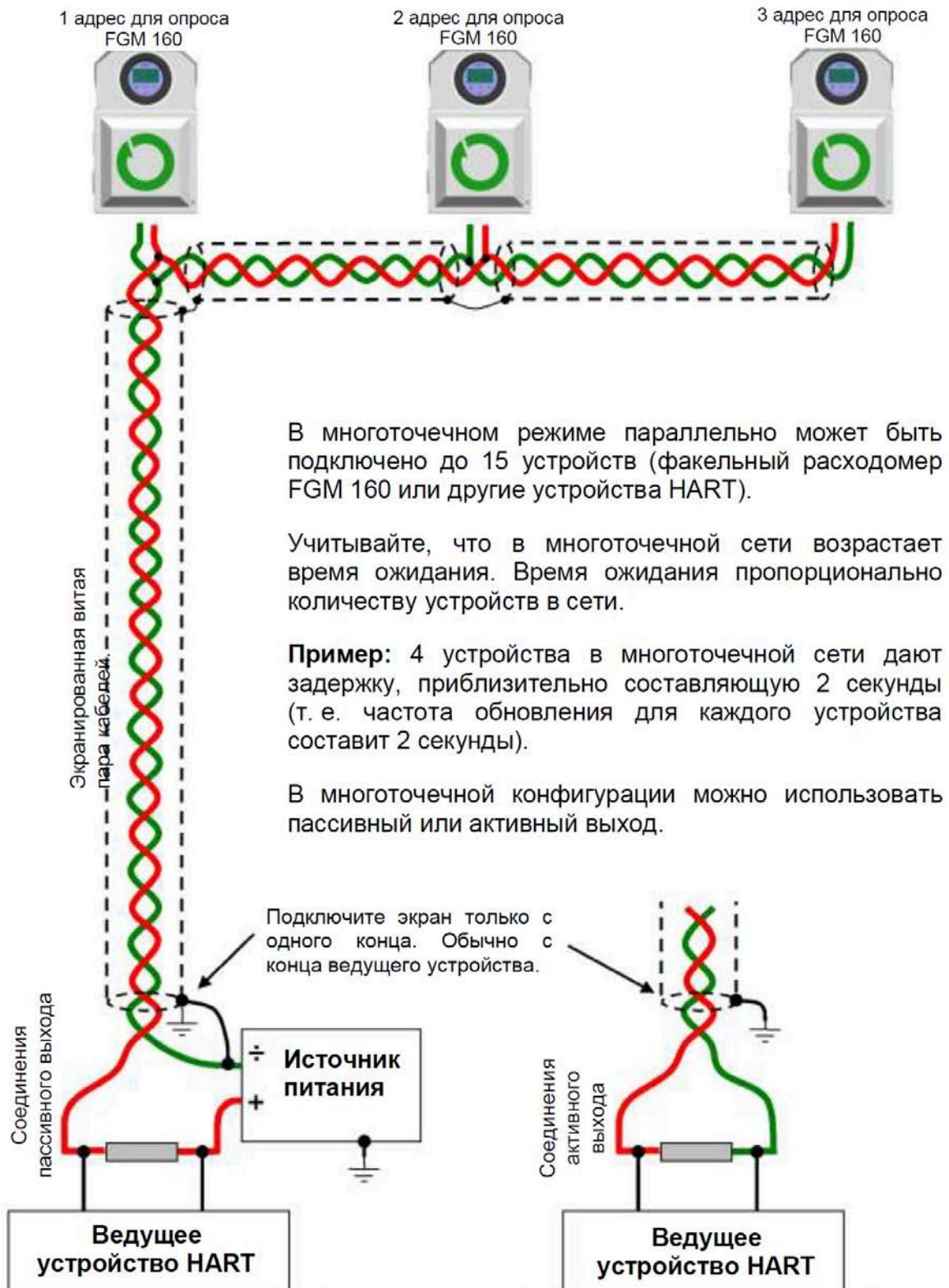
Подключение интерфейса HART с активной конфигурацией выходов

**HART/распределенной системы управления)**



**Выход HART с пассивной конфигурацией выходов**

## Многоточечная схема подключения



В многоточечном режиме параллельно может быть подключено до 15 устройств (факельный расходомер FGM 160 или другие устройства HART).

Учитывайте, что в многоточечной сети возрастает время ожидания. Время ожидания пропорционально количеству устройств в сети.

**Пример:** 4 устройства в многоточечной сети дают задержку, приблизительно составляющую 2 секунды (т. е. частота обновления для каждого устройства составит 2 секунды).

В многоточечной конфигурации можно использовать пассивный или активный выход.

Многоточечная схема подключения интерфейса HART (многоабонентская)



#### **Гальваническая развязка**

Выходные клеммы HART (а также другие выходы по типу токовых контуров) гальванически изолированы от остальной части электроники факельного расходомера FGM 160.

Однако отдельные выходы по типу токовых контуров не изолированы друг от друга (т. е. выходные клеммы HART изолированы от других выходов по типу токовых контуров факельного расходомера FGM 160).

#### **Заземление**

Для предотвращения помех, обусловленных внешними сигналами, важно правильно заземлить систему.

Кабельный экран должен быть соединен с землей только в одной точке. Эта единственная точка заземления будет располагаться в месте подключения первичного ведущего устройства (например, системы управления) или вблизи него. Экран остается разомкнутым на другом конце (обычно на том конце, где расположен промышленный прибор), чтобы избежать протекания токов возврата через землю.

Сигнальный контур следует заземлить в одной точке, либо он может быть изолированным (плавающим), если электрический шум минимален. Если контур заземлен, отрицательный сигнальный провод должен быть подключен к земле, предпочтительно в той же точке, что и кабельный экран.

**Особые меры предосторожности** при работе с факельным расходомером FGM 160: Когда несколько выходов по типу токового контура используются в активной конфигурации выходов, контуры сигналов не должны заземляться, так как это приведет к ошибочным показаниям всех выходов по типу токового контура (см. примечание к рисунку 73, касающееся дополнительного заземления).

Однако это не является проблемой в следующих случаях:

- пассивной конфигурации выходов и
- активной конфигурации выходов при использовании только одного токового контура.

#### **Ограничения напряжения нагрузки/контура**

В соответствии с техническими требованиями протокола HART сопротивление контура должно составлять от 230 до 1100 Ом.

#### **Активная конфигурация выходов**

При использовании активной конфигурации выходов напряжение контура составляет 30 В. Согласно рисунку 76, при напряжении 30 В минимальное ограничение нагрузки составляет 230 Ом, а максимального ограничение нагрузки составляет 1100 Ом.

#### **Пассивная конфигурация выходов**

При использовании пассивной конфигурации выходов ограничения нагрузки зависят от внешнего напряжения контура.





Напряжение контура:  
Нагрузочный резистор:

минимум 7,6 В; максимум 50 В  
 $U = \text{от } 25 \text{ до } 33 \text{ В:}$   $R_{\text{нагр}}$ : минимум 230 Ом, максимум 1100 Ом.  
 $U < 25 \text{ В:}$   $R_{\text{нагр}}$ : минимум 230 Ом, максимум  $(U-3 \text{ В}) \times 50$ .  
 $U > 32,6 \text{ В:}$   $R_{\text{нагр}}$ : максимум 1100 Ом, минимум  $(U-28 \text{ В}) \times 50$ .



Ограничения нагрузки в зависимости от напряжения

**Минимальные и максимальные значения сопротивления нагрузки при стандартных напряжениях контура**

Напряжение	$R_{\text{нагр}}$ минимальное	$R_{\text{нагр}}$ максимальное контура
12 В	230 Ом	450 Ом
24 В	230 Ом	1050 Ом
36 В	400 Ом	1100 Ом
48 В	1000 Ом	1100 Ом

**Критерии выбора величины сопротивления нагрузки**

- Длина кабеля:	для получения максимально эффективной длины кабеля, следует выбрать минимально допустимое значение сопротивления нагрузочного резистора в соответствии с рисунком.
- Уровень сигнала:	значение сопротивления нагрузочного резистора можно увеличить, если уровень сигнала ответа ведомого устройства будет низким (удвоенная амплитуда должна быть как минимум 120 мВ).
- Напряжение контура:	



для напряжений контура выше 32,6 В, возможно, потребуется увеличить значение сопротивления нагрузочного резистора за счет ограничений номинальной мощности выходов факельного расходомера FGM 160, выполненных по типу токового контура

### Прокладка кабелей

Рекомендуется использовать индивидуально экранированную витую пару кабелей низкой емкости с минимальным сечением 0,5 (AWG 20). мм<sup>2</sup>

Для более коротких расстояний можно использовать витую пару сечением 0,2 (AWG 24) с общим экраном.

### Максимальная длина кабеля

Можно использовать следующее правило, чтобы приблизительно определить максимальную длину контура:

106

Максимальная длина =  $65 \times 10^6 / (R \times C) - (N \times 5000 + 10000) / C$

где:

R – общее сопротивление контура в Ом;

C – емкость кабеля в пФ/м (или нФ/км);

N – число ведомых устройств, подключенных параллельно (многоточечная схема).

Низкое значение сопротивления контура позволит увеличить максимальную длину контура (однако нижнее ограничение в соответствии с техническими требованиями HART составляет 230 Ом).

Работа в многоточечном режиме уменьшает возможную длину кабеля, поскольку емкость промышленных устройств увеличивает общую емкость C (и постоянную времени RC).

### Пример:

Двухточечная конфигурация (одно ведомое устройство)

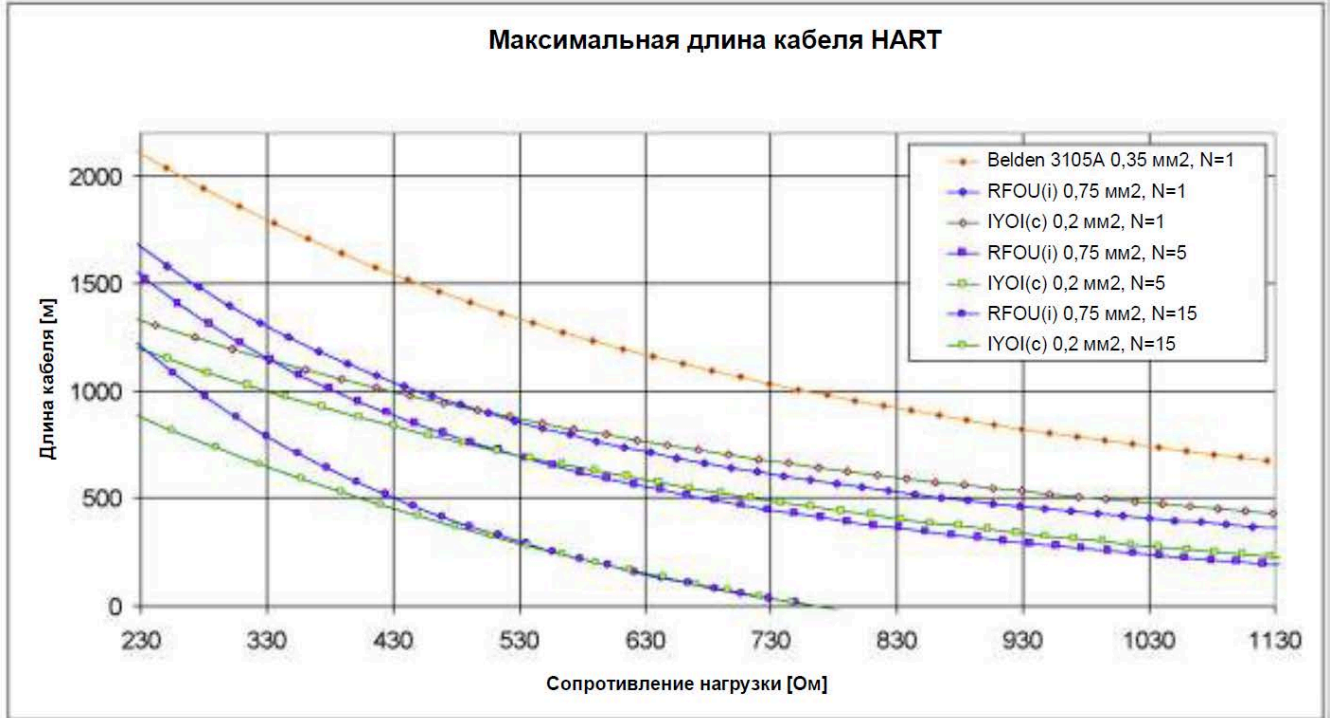
Кабель: измерительный кабель RFOU(i); 0,75 мм<sup>2</sup> (115 нФ/км, 25 Ом/км)

Нагрузочный резистор: 270 Ом

Максимальная длина кабеля .  $65 \times 10^6 / ((270+25) \times 115) - 15000/115$  . 1500 м

### Примечание:

Общее сопротивление контура включает в себя сопротивление нагрузочного резистора + сопротивление кабеля (оба проводника соединены последовательно). Емкость кабеля – это емкость, измеренная для одного проводника относительно всех остальных проводников и экрана (а не между двумя проводниками в паре, как обычно указывается).



Максимальная длина кабеля HART