

# SIEMENS

## SIMATIC

**Устройство  
децентрализованной  
периферии ET 200M  
Аналоговые модули HART**  
Руководство

**Предисловие**

---

**Присоединение к системе**

**1**

**Обзор продукта**

---

**2**

**Основы проектирования,  
ввода в действие и  
эксплуатации**

---

**3**

**Параметры аналоговых  
модулей HART**

---

**4**

**Диагностика и  
прерывания аналоговых  
модулей HART**

---

**5**

**Аналоговые модули  
HART**

---

**6**

**Интерфейс записей  
данных и данные  
пользователя**

---

**7**

## Указания по технике безопасности

Это руководство содержит указания, которые вы должны соблюдать для обеспечения вашей собственной безопасности, а также во избежание имущественного ущерба. Указания, относящиеся к вашей собственной безопасности, выделены в руководстве предупреждающим треугольником, указания, относящиеся только к повреждению имущества, не имеют предупреждающего треугольника. Эти указания показаны ниже в порядке убывания степени опасности.



### Опасность

указывает, что непринятие соответствующих мер **приведет** к гибели людей или к тяжким телесным повреждениям.



### Предупреждение

указывает, что непринятие соответствующих мер **может привести** к гибели людей или к тяжким телесным повреждениям.



### Осторожно

с символом опасности указывает, что непринятие соответствующих мер может привести к небольшим телесным повреждениям.

### Осторожно

без символа опасности указывает, что непринятие соответствующих мер может привести к имущественному ущербу.

### Внимание

указывает, что непринятие соответствующих мер может привести к нежелательному результату или состоянию.

При возникновении нескольких уровней опасности всегда используется предупреждение наивысшего уровня. Если указание со знаком опасности предупреждает о возможности телесных повреждений персонала, то в том же указании дополнительно может содержаться предупреждение о возможности нанесения имущественного ущерба.

## Квалифицированный персонал

Ввод в действие и эксплуатация соответствующего устройства или системы может производиться только в соответствии с данной документацией. Ввод в действие и эксплуатация устройства или системы может производиться только **квалифицированным персоналом**. В контексте указаний по технике безопасности в данной документации квалифицированный персонал – это люди, которые имеют право вводить в действие, заземлять и маркировать электрические цепи, оборудование и системы в соответствии с установленными стандартами и практикой обеспечения безопасности.

## Надлежащее использование

Примите во внимание следующее:



### Предупреждение

Это устройство может использоваться только для применений, описанных в каталоге или технической документации, и в соединении только с теми устройствами или компонентами других производителей, которые были одобрены или рекомендованы фирмой Siemens. Безаварийная и безопасная эксплуатация этого продукта предполагает надлежащую транспортировку, хранение и монтаж, а также аккуратное обслуживание и уход.

## Товарные знаки

Все названия, отмеченные знаком ®, являются зарегистрированными товарными знаками фирмы Siemens AG. Другие названия, встречающиеся в этой документации, также могут быть товарными знаками, использование которых третьими лицами для своих целей может нарушать права их владельцев.

## Исключение ответственности

Мы проверили содержание этого руководства на соответствие с описанным аппаратным и программным обеспечением. Так как отклонения не могут быть полностью исключены, то мы не можем гарантировать полного соответствия. Однако, данные, приведенные в этом руководстве, регулярно проверяются, и необходимые исправления вносятся в последующие издания.

# Предисловие

## Цель руководства

Это руководство описывает, как вводить в действие аналоговые модули HART устройства децентрализованной периферии ET 200M.

## Основные необходимые знания

Для понимания руководства требуются общие знания в области техники автоматизации.

## Область применимости этого руководства

Данное руководство действительно для указанных компонентов устройства децентрализованной периферии ET 200M.

Это руководство содержит описание компонентов, которые использовались на момент издания руководства. Мы сохраняем за собой право прилагать к новым компонентам и компонентам новых версий информацию о продукте, содержащую новейшие данные.

## Сертификаты

Серия продуктов SIMATIC ET 200M имеет следующие сертификаты:

- Underwriters Laboratories [Лаборатории страхователей], Inc.: UL 508 (Industrial Control Equipment [Промышленное управляющее оборудование])
- Canadian Standards Association [Канадская ассоциация стандартов]: CSA C22.2 No. 142, (Process Control Equipment [Оборудование для управления процессами])
- Factory Mutual Research [Совместные исследования промышленных предприятий]: Approval Standard Class Number 3611 [Стандартный класс подтверждения соответствия номер 3611].

Подробную информацию об этих сертификатах и стандартах вы найдете в справочном руководстве *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей*.

## Маркировка CE

Серия продуктов SIMATIC ET 200M удовлетворяет требованиям и спецификациям безопасности следующих директив Европейского Союза (ЕС):

- Директива ЕС 73/23/ЕЕС "Low-voltage directive [Директива по низковольтному оборудованию]"
- Директива ЕС 89/336/ЕЕС "EMC directive [Директива по электромагнитной совместимости]"

## Метка С (С Tick Mark)

Серия продуктов SIMATIC ET 200M удовлетворяет требованиям стандарта AS/NZS 2064 (Австралия и Новая Зеландия).

## Стандарты

Серия продуктов SIMATIC ET 200M удовлетворяет требованиям и критериям стандарта IEC 61131-2:

## Путеводитель

Для облегчения быстрого доступа у конкретной информации данное руководство содержит следующие вспомогательные средства:

- В начале руководства вы найдете содержание и список таблиц, имеющих в руководстве.
- В глоссарии объясняются важные понятия.
- Важнейшие места в нашей документации вы найдете с помощью предметного указателя.

## Положение в информационном ландшафте

Кроме этого руководства, вам необходимо руководство по используемому вами master-устройству DP.

## Утилизация и удаление отходов

Благодаря низкому содержанию вредных веществ, ET 200M может быть утилизировано. Для безопасной с точки зрения охраны окружающей среды утилизации и удаления ваших старых устройств обращайтесь к компании, имеющей сертификат на утилизацию и удаления лома электронного оборудования.

## Дальнейшая поддержка

Если у вас есть вопросы относительно продуктов, описанных в данном руководстве, на которые вы здесь не нашли ответа, обращайтесь, пожалуйста, к уполномоченным партнерам фирмы Siemens в наших местных представительствах.

<http://www.ad.siemens.de>

Путеводитель по предлагаемой технической документации для отдельных продуктов и систем SIMATIC вы найдете по адресу:

<http://www.siemens.de/simatic-tech-doku-portal>

Онлайн-каталог и онлайн-систему заказов вы найдете по адресу:

<http://mall.ad.siemens.com>

## Учебные центры

Для облегчения начала работы с ET 200M и системой автоматизации SIMATIC S7 мы предлагаем вам соответствующие курсы. Обращайтесь, пожалуйста, в свой региональный учебный центр или в центральный учебный центр по адресу D-90327 Нюрнберг.

Телефон: +49 (911) 895-3200.

<http://www.sitrain.com>

## Техническая поддержка

Техническую поддержку для всех продуктов департамента Автоматизации и приводов (A&D) вы можете получить

- Через web-формуляр для запроса на поддержку:  
<http://www.siemens.de/automation/support-request>
- Телефон: + 49 180 5050 222
- Факс: + 49 180 5050 223

Дальнейшую информацию о нашей технической поддержке вы найдете в Интернете по адресу <http://www.siemens.com/automation/service>

## Обслуживание и поддержка в Интернете

Кроме предлагаемой нами документации, вы найдете в Интернете всю нашу базу знаний.

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

Здесь вы найдете:

- информационный бюллетень, который постоянно снабжает вас последней информацией о наших продуктах
- нужную вам документацию через нашу систему поиска в разделе обслуживания и поддержки Service & Support
- форум, на котором пользователи и специалисты обмениваются опытом по всему миру
- контактное лицо департамента Автоматизации и приводов в нашей базе данных о контактных лицах.
- информацию об услугах на месте, ремонте, запасных частях. И еще многое другое вы найдете на страницах "Service [Услуги]".



# Содержание

	<b>Предисловие</b> .....	<b>iii</b>
<b>1</b>	<b>Присоединение к системе</b> .....	<b>1-1</b>
1.1	Обзор аналоговых модулей HART .....	1-1
1.2	ET 200M с аналоговыми модулями HART .....	1-2
<b>2</b>	<b>Обзор продукта</b> .....	<b>2-1</b>
2.1	Основы использования аналоговых модулей HART .....	2-1
2.2	Подключение измерительных преобразователей и нагрузок.....	2-2
2.2.1	Подключение датчиков тока или измерительных преобразователей к аналоговым входам .....	2-2
2.2.2	Подключение нагрузок или исполнительных устройств к аналоговым выходам.....	2-6
2.3	Основные свойства аналоговых модулей HART.....	2-7
2.4	Введение в HART .....	2-8
2.4.1	Использование HART .....	2-8
2.4.2	Принцип действия HART .....	2-9
2.4.3	Применение HART .....	2-13
<b>3</b>	<b>Основы проектирования, ввода в действие и эксплуатации</b> .....	<b>3-1</b>
3.1	Пример конфигурации .....	3-1
3.2	Проектирование .....	3-2
3.2.1	Проектирование аналогового модуля HART и полевых устройств .....	3-2
3.2.2	Проектирование аналоговых модулей HART с помощью GSD-файла .....	3-2
3.3	Ввод в действие аналогового модуля HART и полевых устройств .....	3-4
3.4	Эксплуатация аналогового модуля HART и полевых устройств .....	3-5
<b>4</b>	<b>Параметры аналоговых модулей HART</b> .....	<b>4-1</b>
4.1	Обзор параметров аналоговых модулей HART .....	4-1
4.2	Параметры аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART .....	4-1
4.3	Параметры аналогового модуля ввода SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART.....	4-3
<b>5</b>	<b>Диагностика и прерывания аналоговых модулей HART</b> .....	<b>5-1</b>
5.1	Диагностика аналоговых модулей HART .....	5-1
5.2	Прерывания аналоговых модулей HART .....	5-3
<b>6</b>	<b>Аналоговые модули HART</b> .....	<b>6-1</b>
6.1	Аналоговый модуль ввода HART SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART (6ES7331-7TF00-0AB0) .....	6-1
6.2	Аналоговый модуль вывода HART SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART (6ES7332-8TF00-0AB0) .....	6-7

<b>7</b>	<b>Интерфейс записей данных и данные пользователя.....</b>	<b>7-1</b>
7.1	Обзор интерфейса записей данных и данных пользователя HART-связи.....	7-1
7.2	Интерфейс записей данных.....	7-3
7.2.1	Записи данных о параметрах.....	7-3
7.2.2	Идентификационные данные I&M.....	7-5
7.2.3	Диагностические записи данных.....	7-6
7.2.4	Записи данных HART-связи.....	7-8
7.2.5	Записи данных о параметрах HART-каналов.....	7-13
7.3	Интерфейс данных пользователя.....	7-14
7.3.1	Интерфейс данных пользователя, входной диапазон (чтение).....	7-14
7.3.2	Интерфейс данных пользователя, выходной диапазон (запись).....	7-15
	<b>Глоссарий.....</b>	<b>Глоссарий-1</b>
	<b>Предметный указатель.....</b>	<b>Индекс-1</b>

**Таблицы**

Таблица 2-1	Примеры параметров HART.....	2-10
Таблица 2-2	Примеры универсальных команд.....	2-10
Таблица 2-3	Примеры команд общего пользования.....	2-11
Таблица 2-4	FC80: Запись набора данных в DB80 с помощью SFC 58.....	2-11
Таблица 2-5	DB80:.....	2-12
Таблица 2-6	FC81: Чтение ответа в DB80 с помощью SFC 59.....	2-12
Таблица 4-1	Параметры аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART.....	4-1
Таблица 4-2	Параметры аналогового модуля ввода SM 332; AI 8 x 0/4...20mA HART.....	4-3
Таблица 5-1	Дополнительные диагностические сообщения аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART и аналогового модуля вывода SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART.....	5-1
Таблица 5-2	Дополнительные диагностические сообщения, возможные причины ошибок и меры по их устранению.....	5-2
Таблица 6-1	Диапазоны измерения аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART.....	6-2
Таблица 6-2	Технические данные SM 331; AI 8 x 0/4...20 mA HART.....	6-4
Таблица 6-3	Выходные диапазоны аналогового модуля вывода SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART.....	6-8
Таблица 6-4	Представление результатов эхосчитывания аналогового модуля вывода HART.....	6-9
Таблица 6-5	Технические данные SM 332; AO 8 x 0/4...20 mA HART.....	6-11
Таблица 7-1	Дополнительные параметры аналоговых модулей HART.....	7-1
Таблица 7-2	Кодировка вида и диапазона измерений аналогового модуля ввода HART.....	7-4
Таблица 7-3	Кодировка вида и выходного диапазона аналогового модуля вывода HART.....	7-5
Таблица 7-4	Отображение групповой ошибки HART в ответном байте 1 (extended response control [расширенный контроль реакции]).....	7-11
Таблица 7-5	Ошибка протокола HART в ответном байте 2 при ответе полевого устройства модулю (код ошибки).....	7-12



# Присоединение к системе

## 1.1 Обзор аналоговых модулей HART

### Обзор

В этом руководстве описываются следующие аналоговые модули HART семейства SIMATIC S7:

- SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART (аналоговый модуль ввода HART), номер для заказа: 6ES7331-7TF00-0AB0
- SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART (аналоговый модуль ввода HART), номер для заказа: 6ES7332-8TF00-0AB0

Это руководство передает знания, необходимые вам для использования этих модулей в качестве интерфейса HART:

- Введение в HART для облегчения начала работы с этой технологией
- Основы ввода в действие и эксплуатации на примере некоторой конфигурации
- Специфические для HART параметризация и диагностика,
- Технические данные аналоговых модулей HART

## 1.2 ET 200M с аналоговыми модулями HART

### Основные свойства

Аналоговый модуль HART может эксплуатироваться только в рамках децентрализованной периферии ET 200M с интерфейсными модулями IM153-2BA00 или IM153-2BB00 в качестве интерфейса с PROFIBUS-DP.

При таком применении ET 200M является ведущим модулем HART (HART-master) для интеллектуальных полевых устройств HART (HART-devices). IM153-2 направляет команды (напр., параметризацию), которые приходят от HART-клиента (PDM или т.п.), через аналоговый модуль HART интеллектуальным полевым устройствам. Ответ возвращается по тому же пути. (На следующем рисунке серая линия показывает путь, по которому осуществляется связь.)

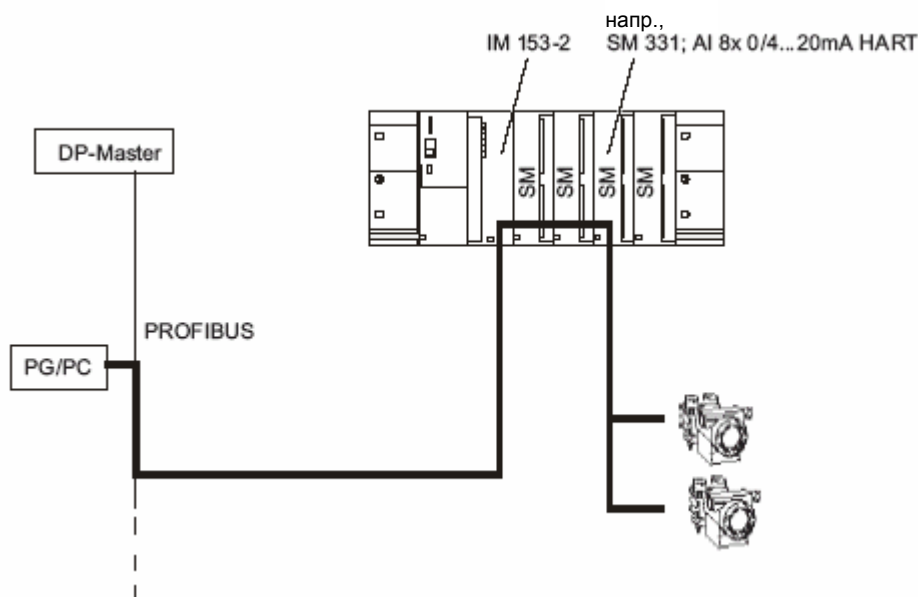


Рис. 1-1. Передача данных параметризации с помощью IM153-2 и аналоговых модулей HART

### См. также

За общей информацией о модулях SIMATIC S7 обращайтесь к справочному руководству *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей*. Приведенная там общая информация об аналоговых модулях в данном руководстве не повторяется.

Дальнейшую информацию об ET 200M вы найдете в руководстве *SIMATIC Distributed I/O Device ET 200M [Устройство децентрализованной периферии ET 200M]*.

## Обзор продукта

### 2.1 Основы использования аналоговых модулей HART

#### Обзор

На следующем рисунке показано, в каком месте системы можно использовать аналоговые модули HART:

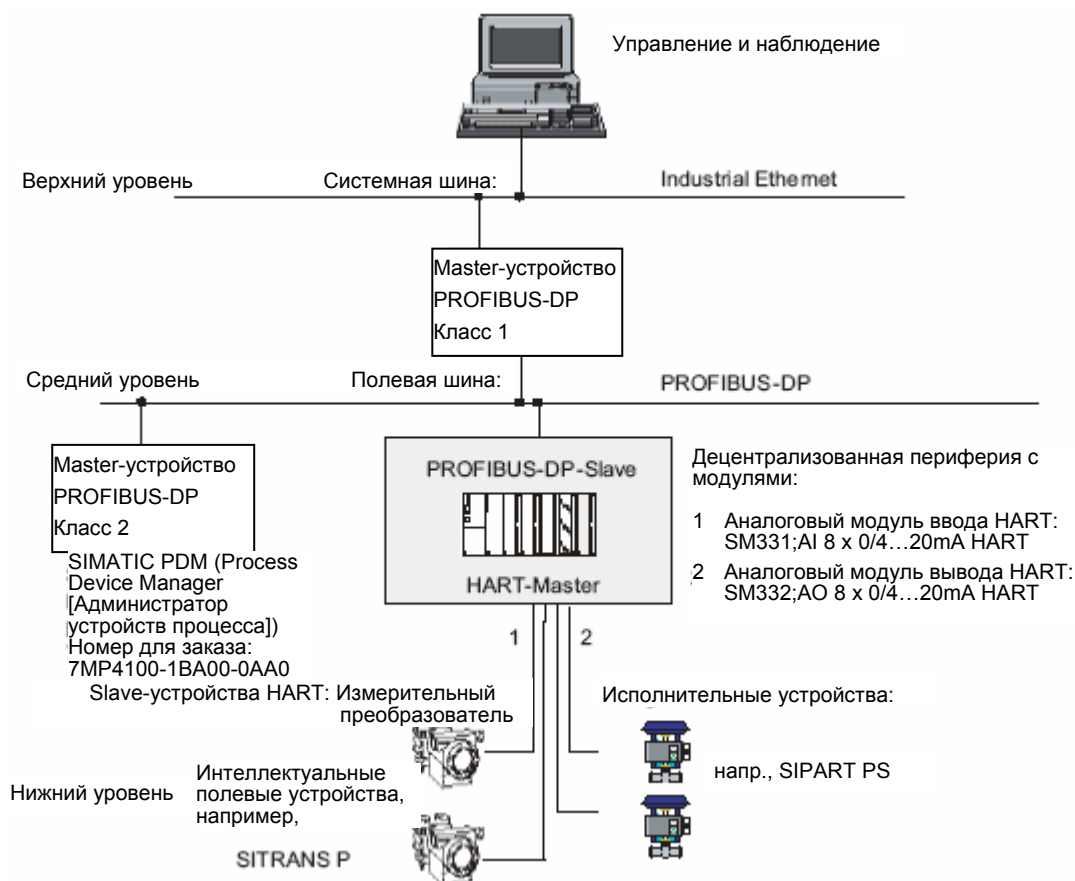


Рис. 2-1. Место использования аналоговых модулей HART в распределенной системе

### Использование в системе

Аналоговые модули HART используются в системе децентрализованной периферии, подключенной к PROFIBUS-DP (см. вышеприведенный рисунок).

У аналогового модуля HART к каждому каналу можно подключить одно полевое устройство: модуль работает как HART-master, монодропно; полевые устройства работают как HART-устройства.

Различные программные приложения могут передавать и принимать данные через аналоговый модуль HART подобно клиентам, для которых аналоговый модуль HART служит в качестве сервера.

## 2.2 Подключение измерительных преобразователей и нагрузок

### 2.2.1 Подключение датчиков тока или измерительных преобразователей к аналоговым входам

#### Введение

К аналоговым модулям ввода можно подключать датчики тока или измерительные преобразователи.

#### Линии для аналоговых сигналов

На следующих рисунках не показаны соединительные линии, необходимые для потенциальной связи аналогового модуля ввода и датчиков.

Поэтому обратите внимание на общую информацию о подключении измерительных датчиков в справочном руководстве *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей.*

#### Сокращения, используемы на следующем рисунке

На следующем рисунке использованы следующие сокращения:

I	Ток измерительного преобразователя
L +	Зажим источника питания 24 В пост. тока
M +	Измерительная линия (положительная)
M -	Измерительная линия (отрицательная)
M	Клемма заземления (масса)
MU	Измерительный преобразователь
$U_{ISO}$	Разность потенциалов между клеммами M 0- ... M 7- и клеммой заземления IM 153
$U_M$	Напряжение на резисторе для измерения тока
$U_V$	Питание измерительного преобразователя

### Питающее напряжение датчика

Питающее напряжение подводится к двухпроводному измерительному преобразователю через клеммы аналогового модуля ввода и защищено от коротких замыканий.

Затем двухпроводный измерительный преобразователь преобразует измеренное значение в ток. Двухпроводные измерительные преобразователи должны быть изолированными измерительными датчиками.

На следующем рисунке показано подключение датчиков тока как 2-проводных измерительных преобразователей к аналоговому модулю ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART.

С помощью переключки 10-11 активизируется защищенное от короткого замыкания питание измерительного преобразователя модуля и выполняется кроссировка на аналоговом входе. Поэтому  $U_{ISO}$  у 2-проводных измерительных преобразователей не действует.

Благодаря использованию L+, M для совместного питания измерительных преобразователей сохраняется допустимая разность потенциалов между каналами.

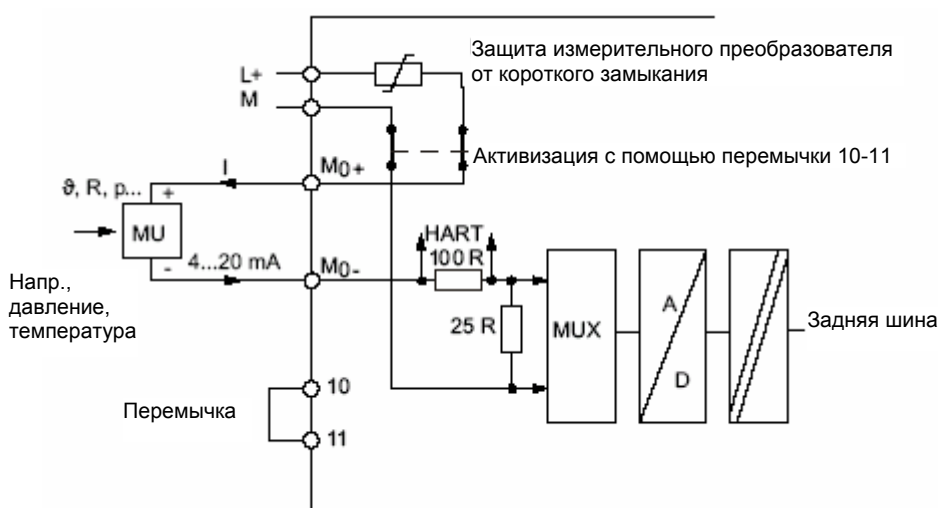


Рис. 2-2. Подключение 2-проводных измерительных преобразователей к HART-AI

2.2 Подключение измерительных преобразователей и нагрузок

На следующем рисунке показано, как подключать 4-проводный измерительный преобразователь (4...20mA) к модулю, сконфигурированному для 2-проводного измерительного преобразователя (4...20mA).

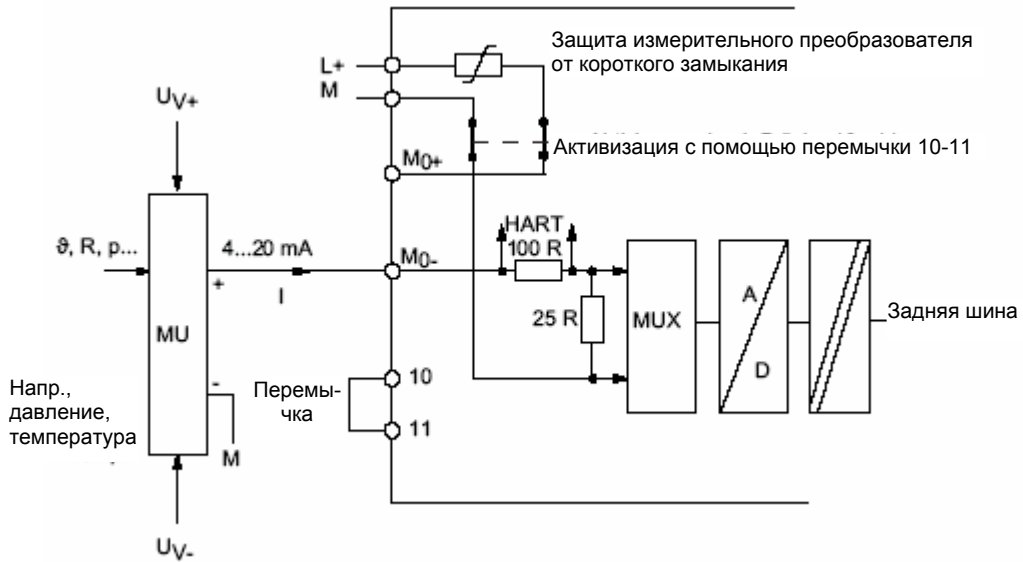


Рис. 2-3. Подключение 4-проводного измерительного преобразователя (4...20mA) к модулю, сконфигурированному для 2-проводного измерительного преобразователя (4...20mA)

4-проводные измерительные преобразователи имеют отдельное питающее напряжение.

## 2.2 Подключение измерительных преобразователей и нагрузок

На следующем рисунке показано подключение датчиков тока как 4-проводных измерительных преобразователей с внешним питанием измерительного преобразователя к аналоговому модулю ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART.

Удалите перемычку 10-11; параметризация в STEP 7 как "4DMU".

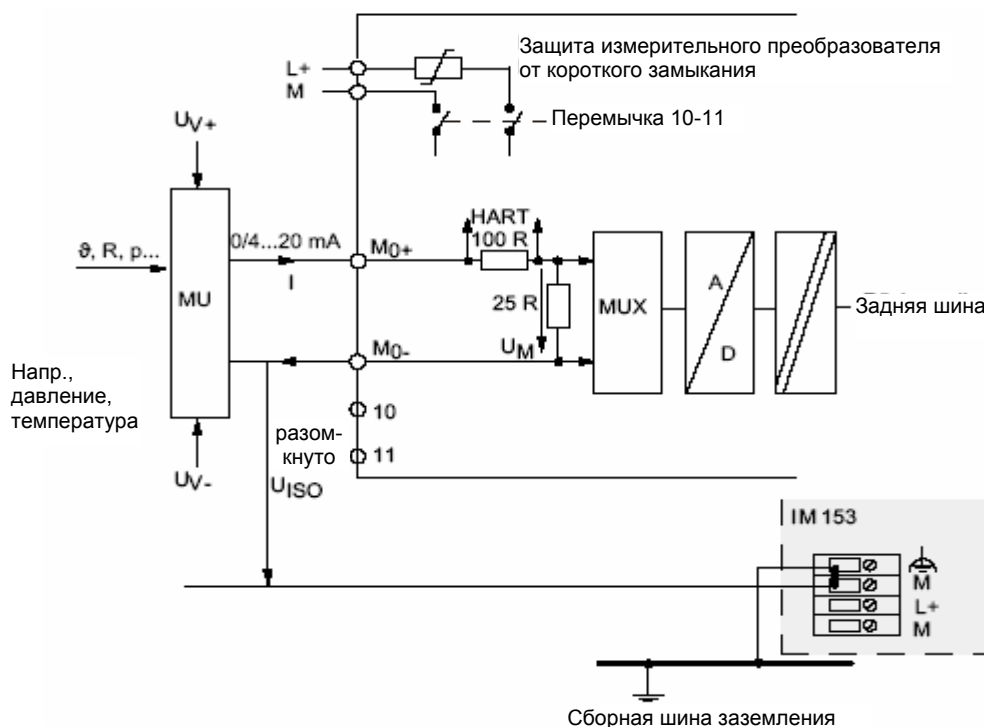


Рис. 2-4. Подключение 4-проводных измерительных преобразователей к HART-AI

На следующем рисунке показано, как подключить 2-проводный измерительный преобразователь (4...20mA) к модулю, сконфигурированному для 4-проводного измерительного преобразователя (4...20mA).

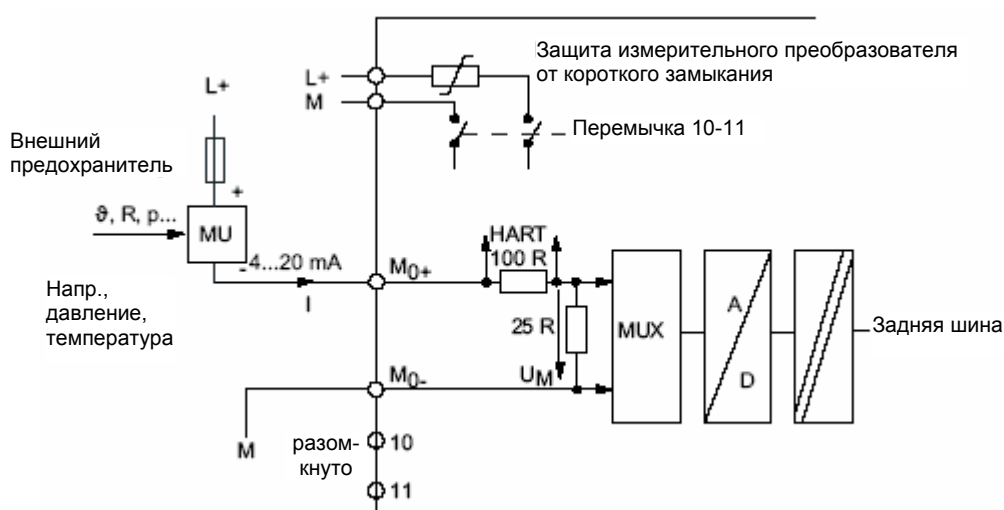


Рис. 2-5. Подключение 2-проводного измерительного преобразователя (4...20mA) к модулю, сконфигурированному для 4-проводного измерительного преобразователя (4...20mA)

## 2.2.2 Подключение нагрузок или исполнительных устройств к аналоговым выходам

### Введение

С помощью аналоговых модулей вывода можно снабжать током нагрузки и исполнительные устройства

### Линии для аналоговых сигналов

На следующем рисунке не показаны соединительные линии, необходимые для обеспечения потенциальной связи аналогового модуля вывода.

Поэтому обратите внимание на общую информацию о подключении датчиков и исполнительных устройств в справочном руководстве *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей*.

### Сокращения, использованные на следующем рисунке

На нижеприведенном рисунке использованы следующие сокращения:

CHx +	Зажим положительного аналогового сигнала (выходной ток)
CHx -	Зажим отрицательного аналогового сигнала (опорный потенциал)
M <sub>ANA</sub>	Опорный потенциал аналоговой цепи тока
R L	Сопrotивление нагрузки
L +	Клемма питающего напряжения 24 В пост. тока
M	Зажим заземления (масса)
M <sub>external</sub>	Опорный потенциал цепи тока нагрузки
M <sub>internal</sub>	Опорный потенциал цепи тока управления (зажим заземления в IM 153) и задней шины
U <sub>ISO</sub>	Разность потенциалов между M <sub>ANA</sub> и зажимом заземления (M) IM 153



### Подключение нагрузок к токовому выходу

Нагрузки необходимо подключать к CHx + и опорной точке аналоговой цепи CHx – токового выхода.

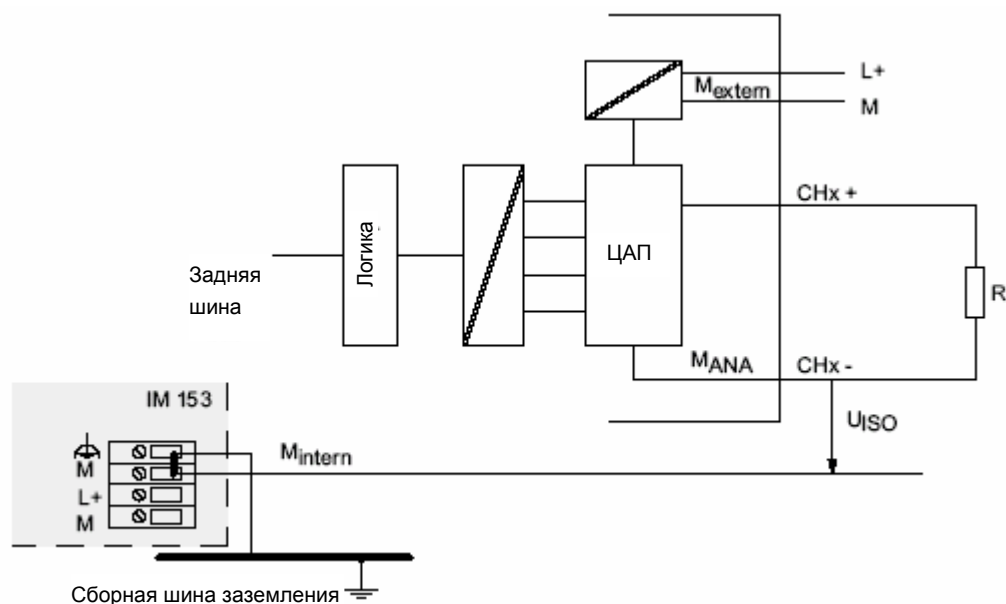


Рис. 2-6. Подключение нагрузок к токовому выходу HART-AO

## 2.3 Основные свойства аналоговых модулей HART

### Обзор

"HART" означает "Highway Addressable Remote Transducer", т.е. дистанционно управляемый датчик, адресуемый через магистраль. HART – это зарегистрированный товарный знак организации HART Communication Foundation.

Аналоговые модули HART – это аналоговые модули, которые в дополнение к своему аналоговому значению могут осуществлять HART-связь. Аналоговые модули HART могут использоваться как HART-интерфейсы для полевых HART-устройств. Благодаря этому через модули можно параметризовать полевые HART-устройства или считывать диагностические состояния.

## 2.4 Введение в HART

### 2.4.1 Использование HART

#### Введение

Этот раздел содержит введение в HART с точки зрения пользователя:

- Определение HART
- Преимущества аналоговых модулей HART
- Типичные применения HART

#### Определение

Функции HART позволяют использовать аналоговые модули с дополнительными возможностями цифрового обмена данными. Протокол HART стал де факто стандартным протоколом для обмена данными между интеллектуальными полевыми устройствами: HART – это зарегистрированная торговая марка организации HART Communication Foundation (HCF), которой принадлежат все права на протокол HART.

#### Преимущества HART

Использование аналоговых модулей HART дает следующие преимущества:

- Совместимость по присоединению с аналоговыми модулями: токовая петля 4 - 20 мА
- Дополнительный цифровой обмен данными с помощью протокола HART
- Незначительный расход энергии
- Наличие в эксплуатации большого числа полевых устройств с функциями HART
- Аналоговые модули HART позволяют использовать HART в системе S7

#### Типичные применения

Для HART типичны следующие применения:

- Ввод в действие полевых устройств (централизованная параметризация)
- Возможность изменения параметров полевых устройств в режиме online
- Информационные индикаторы, индикаторы обслуживания и диагностики для полевых устройств

## 2.4.2 Принцип действия HART

### Введение

Протокол HART описывает физическую форму передачи: процедуру передачи, структуру сообщения, форматы данных и команды.

### HART-сигнал

На следующем рисунке показан аналоговый сигнал с наложенным на него HART-сигналом (метод частотной манипуляции FSK), который состоит из синусоидальных волн 1200 Гц и 2200 Гц и имеет среднее значение 0. Он может быть отфильтрован с помощью входного фильтра, благодаря чему первоначальный аналоговый сигнал снова оказывается в нашем распоряжении.

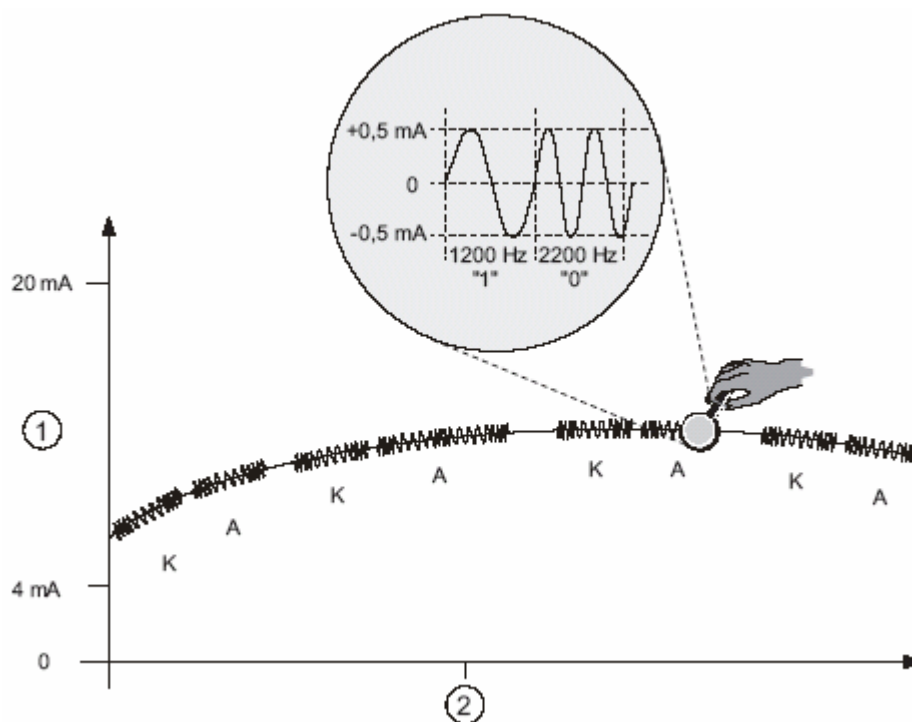


Рис. 2-7. HART-сигнал

- ① Аналоговый сигнал
- ② Время (секунды)

## Команды и параметры HART

Параметризуемые свойства полевых устройств HART (параметры HART) могут быть установлены с помощью команд HART и считаны через ответы HART. Команды HART и их параметры делятся на три группы со следующими свойствами:

- универсальные
- общего пользования
- для конкретных устройств

Универсальные команды должны поддерживаться всеми изготовителями полевых устройств HART, а команды общего пользования следовало бы поддерживать. Имеются также команды, которые имеют силу только для соответствующих конкретных устройств.

## Примеры параметров HART

В следующей таблице представлены параметры HART различных групп:

Таблица 2-1. Примеры параметров HART

Группа параметров	Параметры полевых устройств HART
Универсальные	Измеряемое значение или управляющее воздействие (первичная переменная), название изготовителя, идентификатор (метка) места измерения или идентификатор исполнительного устройства, другие измеряемые значения или управляющие воздействия
Общего пользования	Диапазон измерения, время фильтрации, параметры аварийных сигналов (сообщение, аварийный сигнал и границы для предупреждений), выходной диапазон
Для конкретных устройств	Специальная диагностическая информация

## Примеры команд HART

В следующих двух таблицах представлены примеры команд HART:

Таблица 2-2. Примеры универсальных команд

Команда	Функция
0	Прочитать изготовителя и тип устройства – только с помощью этой команды 0 возможно обращение к полевым устройствам посредством короткого адреса
11	Прочитать изготовителя и тип устройства
1	Прочитать первичную переменную и единицу измерения
2	Прочитать ток и процентную долю диапазона, в цифровом виде как число с плавающей точкой (IEEE 754)
3	Прочитать до четырех предварительно определенных динамических переменных (первичные, вторичные переменные и т.д.)
13, 18	Прочитать или записать идентификатор места измерения, описание и данные (совместно посланные данные)

Таблица 2-3 Примеры команд общего пользования

Команда	Функция
36	Установить верхнюю границу диапазона
37	Установить нижнюю границу диапазона
41	Выполнить самотестирование устройства
43	Установить первичную переменную в ноль

## Данные и состояние

Команды HART часто передаются без данных, так как они служат для инициирования обработки. Ответы HART всегда содержат данные. С ответом HART всегда передается информация о состоянии (байты состояния HART), которую вы должны анализировать, чтобы удостовериться, что ответ правилен.

## Пример HART-программирования

Для HART-канала 0 должна быть отправлена команда 01 HART-устройству с адресом "98 CF 38 84 F0". Положительный фронт на входе 4.0 цифрового модуля ввода приводит к записи команды HART.

Приняты следующие допущения:

- Диагностический адрес ET 200M равен 512 (200<sub>H</sub>).
- Набор данных хранится в DB80: начиная с адреса 0.0, длина 11 байтов.
- В этом примере DB80 состоит из 11 байтов.

Таблица 2-4. FC80: Запись набора данных в DB80 с помощью SFC 58

STL	Объяснение
U E 4.0	
FP M 101.0	
= M 104.0	
m2: CALL SFC 58	
REQ :=M104.0	Запрос на запись
IOID :=B#16#54	Идентификатор адресной области
LADDR :=#512	Адрес модуля HART-AI
RECNUM :=#80	Номер набора данных
RECORD :=P#DB80.DBX0.0 BYTE 11	Набор данных
RET_VAL :=MW93	RET_VAL SFC 58 (ОК/ошибка/...)
BUSY :=M51.0	Процесс записи еще не завершен
U M 51.0	
SPB m2	
BE	

Таблица 2-5 DB80:

Имя	Начальное значение (hex)	Комментарий
Байт 0	00	Resp_Control
1	05	Ext_Req_Control (имеет значение только в том случае, если в DS131-138 число заголовков было установлено =255 (FF <sub>H</sub> ))
2	82	Пуск
3	98	Адрес
4	CF	
5	38	
6	84	
7	F0	
8	01	Команда (CMD)
9	00	Длина
10	98	Контрольная сумма (CHK)

Вы можете узнать, когда был получен ответ полевого устройства, циклическим чтением набора данных DS81 для HART-канала 0.

Таблица 2-6. FC81: Чтение ответа в DB80 с помощью SFC 59

STL	Объяснение
m3: CALL SFC 59	
REQ :=1	Запрос на чтение
IOID :=B#16#54	Идентификатор адресной области
LADDR :=#512	Адрес модуля HART-AI
RECNUM :=#81	Номер набора данных
RECORD :=P#DB81.DBX0.0 BYTE 75	Набор данных
RET_VAL :=MW100	RET_VAL SFC 59 (ОК/ошибка/...)
BUSY :=M49.1	Операция чтения еще не завершена
U M 49.1	
SPB m3	
BE	

Часть программы от UM 49.1 до SPB m3 нужна только в том случае, если чтение должно происходить синхронно.

Пока в байте 0 DB81 находится "0x03", ответ полевого устройства еще не принят. Как только в байте 0 бит 2 установлен = 1, имеются в наличии данные положительного ответа полевого устройства, которые можно анализировать.

Если данные ответа неверны, см. таблицы "Отображение групповой ошибки HART в ответном байте 1 (extended response control [расширенный контроль реакции])" и "Ошибки протокола ART в ответном байте 2 при ответе полевого устройства модулю (код ошибки)" в этом руководстве.

### См. также

Записи данных HART-связи (стр. 7-9)

## 2.4.3 Применение HART

### Системная среда для использования HART

Для использования интеллектуального полевого устройства с функциональными возможностями HART, вам нужна следующая системная среда (см. следующий рисунок):

- Токковая петля 4 - 20 мА
- Инструментальное средство параметризации HART:  
Установку параметров HART можно выполнить или с помощью внешнего портативного устройства управления (HART-Handheld), или через инструментальное средство параметризации HART (PDM). Средство параметризации действует через аналоговый модуль HART, тогда как HART Handheld подключается параллельно полювому устройству. PDM (Process Device Manager [Администратор устройств процесса]) имеется в продаже как автономное средство (stand-alone) или может быть встроен в утилиту *HW Config STEP7*. Последнее реализуется через дополнительный пакет.
- HART – Присоединение к системе:  
Аналоговый модуль HART берет на себя функцию master-устройства, получая команды от инструментального средства параметризации HART, передавая их интеллектуальному полювому устройству и отправляя обратно ответы. Интерфейсом аналогового модуля HART являются записи данных, передаваемые через периферийную шину. Эти записи должны генерироваться или интерпретироваться инструментальным средством параметризации HART. Аналоговые значения вводятся в образ процесса на входах и выходах в 16-битном формате.
- Интерфейсный модуль IM153-2 для инструментального средства параметризации HART:  
Интерфейсный модуль DP, обладающий функциональными возможностями как master-устройства класса 1, так и функциональными возможностями master-устройства класса 2.

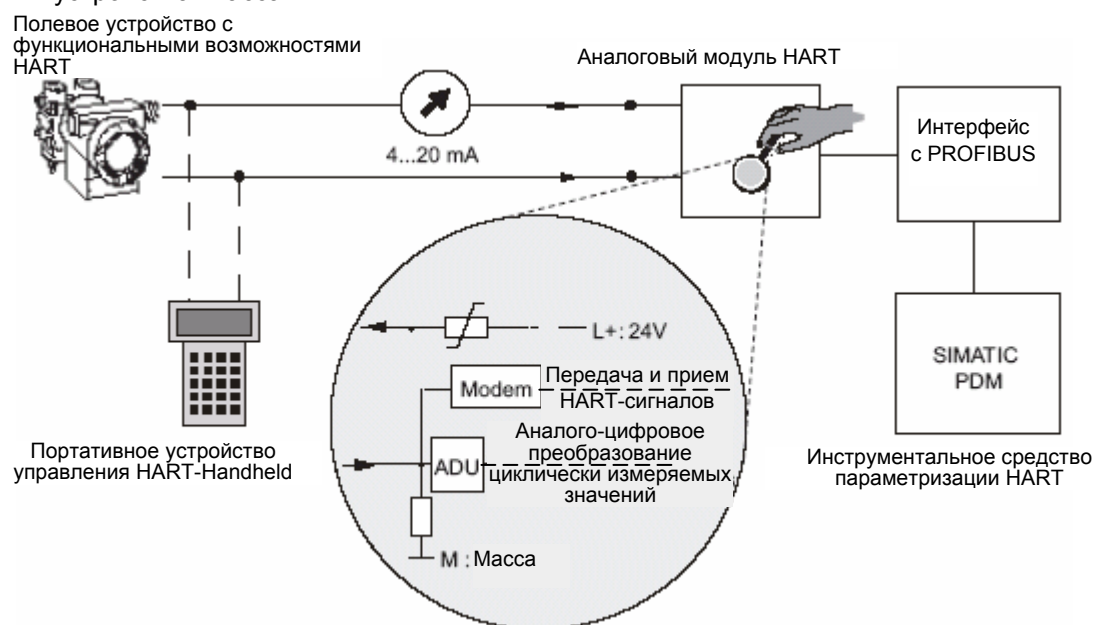


Рис. 2-8. Системная среда для использования HART

### **Обработка ошибок**

Оба байта состояния HART, передаваемых с каждым ответом полевого устройства, содержат информацию об ошибках в HART-связи, в команде HART и в состоянии устройства. (См. "Записи данных HART-связи".)

### **См. также**

Записи данных HART-связи (стр. 7-9)



# Основы проектирования, ввода в действие и эксплуатации

## 3.1 Пример конфигурации

### Использование в системе

На примере конфигурации показано, как вводится в действие аналоговый модуль ввода HART с подключенными полевыми устройствами и на что нужно обратить внимание на этапе эксплуатации. Дальнейшие указания об эксплуатации полевых устройств вы найдете во встроенной системе помощи для SIMATIC PDM.

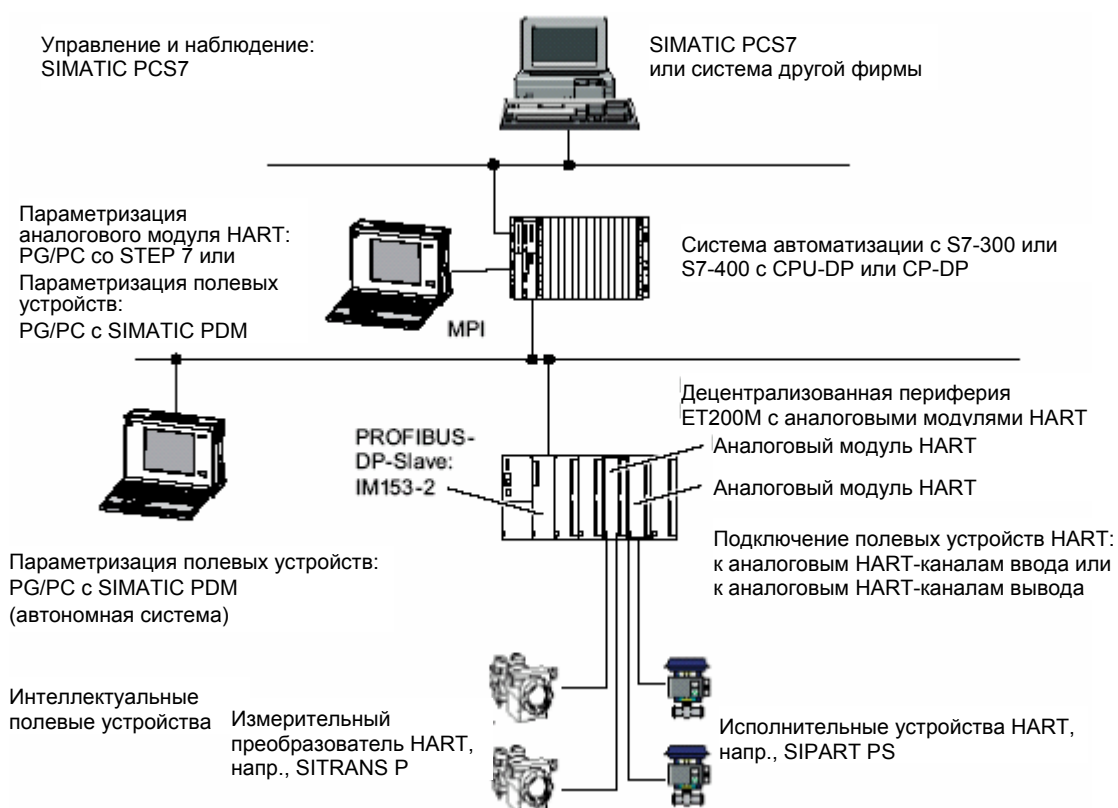


Рис. 3-1. Использование аналогового модуля HART в примере конфигурации

## 3.2 Проектирование

### 3.2.1 Проектирование аналогового модуля HART и полевых устройств

#### Обзор

Вы проектируете аналоговые модули HART

- в системе SIMATIC S7 со *STEP 7*, начиная с V5.1, Service Pack 1 и HSP для AI/AO 8x16 Bit HART.
- с помощью текущей версии GSD-файла интерфейсного модуля IM153.

Вы параметризуете полевые устройства

- с помощью SIMATIC PDM и EDD аналоговых модулей HART.

### 3.2.2 Проектирование аналоговых модулей HART с помощью GSD-файла

#### Проектирование с помощью GSD-файла

С помощью текущей версии GSD-файла интерфейсного модуля IM153 можно параметризовать модули следующим образом:

1. Вставьте аналоговый модуль HART в желаемый слот.
2. Выполните параметризацию функций диагностики двойным щелчком на модуле.
3. Создайте DB128. Это соответствует записи данных о параметрах 1 для динамических параметров для AI-HART или AO-HART.
4. Создайте блоки данных DB 131 – 138. Они соответствуют записям данных о параметрах 131 – 138 аналоговых модулей HART.
5. В OB запуска (OB 100) запишите эти DB в записи данных 128, а также 131 – 138. Только после выполнения всех записей данных модуль параметризован.

### Пример записи DB128 с помощью SFC 58 "WR\_REC" для AI-HART

Приняты следующие допущения:

- Адрес модуля ET 200M равен 512 (200<sub>H</sub>).
- Запись данных о параметрах хранится в DB128: начиная с адреса 0.0, длина 46 байтов.
- Запись данных о параметрах состоит максимум из 46 байтов.

STL	Объяснение
m1: CALL SFC 58	
REQ :=1	Запрос на запись
IOID :=B#16#54	Идентификатор адресной области
LADDR :=#512	Адрес модуля HART-AI
RECNUM :=#128	Номер набора данных
RECORD :=P#DB128.DBX0.0 BYTE 46	Набор данных
RET_VAL :=MW92	RET_VAL SFC 58 (ОК/ошибка/...)
BUSY :=M50.0	Процесс записи еще не завершен
U M 50.0	
SPB m1	
BE	

Часть программы от UM 50.0 до SPB m1 необходима только в том случае, если чтение должно осуществляться синхронно.

Для записи блоков данных DB 131 – 138 действуйте следующим образом. При этом обратите внимание, что записи данных о параметрах 131 – 138 HART-каналов имеют длину 8 байтов.

### См. также

Записи данных о параметрах (стр. 7-3)

Записи данных о параметрах HART-каналов (стр. 7-14)

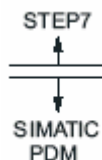
### 3.3 Ввод в действие аналогового модуля HART и полевых устройств

#### Ввод в действие

Выполните мероприятия по вводу в действие аналоговых модулей HART с помощью STEP 7, а для подключенных интеллектуальных полевых устройств – с помощью инструментального средства параметризации SIMATIC PDM.

#### Последовательность ввода в действие

1. Вставьте аналоговый модуль HART в устройство децентрализованной периферии ET200M. Выполните конфигурирование и параметризацию соответствующей станции в SIMATIC Manager с помощью *STEP 7*:  
Для этого дважды щелкните на символе "Hardware [Аппаратура]".
2. Выберите из каталога PROFIBUS устройство децентрализованной периферии ET200M с одним из допустимых модулей IM153 и подключите его к PROFIBUS (обратите внимание на адрес slave-устройства DP).
3. Вставьте аналоговый модуль HART в желаемый слот и выполните параметризацию модуля:  
Для этого дважды щелкните на аналоговом модуле HART в выбранном слоте.
4. Теперь вставьте в соответствующие каналы полевые устройства HART.
5. Загрузите конфигурацию для станции, которая содержит также параметризацию для аналогового модуля HART, в систему автоматизации.
6. Для параметризации полевых устройств откройте SIMATIC PDM:  
Для этого дважды щелкните на полевом устройстве HART, запроектированном на канале.



7. Теперь вы можете использовать инструментальное средство параметризации SIMATIC PDM для параметризации полевых устройств:  
В SIMATIC PDM вы получаете, в зависимости от типа подключенного полевого устройства, интерфейс для параметризации. До этого вы уже должны были установить EDD полевого устройства, IM 153 и аналоговый модуль HART.  
Для этого дважды щелкните на полевом устройстве в *HW Config* или выберите >Start >SIMATIC >SIMATIC PDM >Manage Device Catalog [Управление каталогом устройств].

#### Перепараметризация полевых устройств

Обратите внимание на то, что полевые устройства сообщают о любой перепараметризации аналоговому модулю HART как об изменении конфигурации. Это приводит в системе автоматизации к диагностическому прерыванию, если оно разблокировано. При вводе в действие предпочтительнее заблокировать диагностическое прерывание путем параметризации аналогового модуля HART. Диагностическое прерывание может также запускаться, если оно разблокировано, при перепараметризации с помощью портативного устройства управления Handheld.

### **Особенности при использовании SIMATIC PDM в качестве вторичного master-устройства**

Если вы спроектировали в качестве HART-канала только один канал модуля и обращаетесь к полевому устройству с помощью SIMATIC PDM через HART-модем (как COM, так и USB-модем), может случиться так, что компьютер, на котором работает SIMATIC PDM, не может больше установить связь с этим полевым устройством. Это происходит, если компьютер полностью загружен.

#### **Устранение**

- Используйте в качестве вторичного master-устройства портативное (handheld) устройство управления (HART-коммуникатор); он использует для вторичного master-устройства имеющиеся в протоколе HART временные лакуны.
- Обращайтесь к полевому устройству с помощью SIMATIC PDM через PROFIBUS DP. Модуль передает эти задания полевому устройству как первичное master-устройство.

#### **См. также**

Обзор параметров аналоговых модулей HART (стр. 4-1)

## 3.4 Эксплуатация аналогового модуля HART и полевых устройств

### Этап эксплуатации

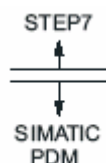
На этапе эксплуатации следует различать циклическую подготовку данных пользователя, ациклическое HART-управление и циклическую HART-связь.

- Циклические данные пользователя – это аналоговые токи, с помощью которых передается измеренное значение или управляющее воздействие. Вы получаете их через систему автоматизации (master-устройство PROFIBUS-DP класса 1): для этого имеются в распоряжении диапазон данных пользователя, входной диапазон для аналогового модуля ввода HART и входной и выходной диапазоны для аналогового модуля вывода HART.
- Ациклическое управление для диагностики и перепараметризации полевых устройств вы выполняете посредством инструментального средства параметризации SIMATIC PDM (на master-устройстве PROFIBUS-DP класса 2) или с помощью портативного устройства управления HART-handheld через HART-команды и HART-ответы.

С помощью циклических процедур записи/чтения наборов данных в программе *STEP 7* вы можете установить связь с полевым устройством.

### Последовательность действий на этапе эксплуатации

1. Переключите систему автоматизации в режим "RUN": данные пользователя передаются через PROFIBUS-DP.
2. В своей пользовательской программе вы можете циклически анализировать данные пользователя.



3. С помощью инструментального средства параметризации SIMATIC PDM вы можете выполнять диагностику и перепараметризацию полевых устройств:  
Для этого дважды щелкните на полевом устройстве HART, спроектированном на этом канале.

### Доступ к полевым устройствам

Аналоговый модуль HART полностью берет на себя перепараметризацию для полевых устройств. Передача прав доступа может производиться только в инструментальном средстве параметризации.

### Перепараметризация полевых устройств

Для перепараметризации полевых устройств, подключенных к аналоговым модулям HART, действуйте следующим образом:

- Перепараметризация полевого устройства инициируется HART-командой, которая вводится через инструментальное средство параметризации SIMATIC PDM.



### Информация о состоянии

После перепараметризации полевого устройства HART устанавливается соответствующий бит в статусе подключенного полевого устройства (= байты состояния HART). Этот признак следует рассматривать как индикатор, а не как ошибку. Он сбрасывается модулем. За дальнейшей информацией обратитесь к "байтам состояния HART". Прежде чем вы снова сможете обратиться к этому полемому устройству, запущенное диагностическое прерывание (если оно разблокировано) должно быть квитировано системой автоматизации (OB82).

### См. также

Диагностика аналоговых модулей HART (стр. 5-1)

Принцип действия HART (стр. 2-9)





## Параметры аналоговых модулей HART

### 4.1 Обзор параметров аналоговых модулей HART

#### Обзор

Следующие таблицы содержат параметры аналогового модуля ввода HART и параметры аналогового модуля вывода HART. В этих таблицах показано, какие параметры могут быть установлены для модуля в целом или для отдельного канала. Общую информацию о параметризации вы найдете в описании аналоговых модулей SIMATIC в справочном руководстве *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей.*

### 4.2 Параметры аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

Таблица 4-1. Параметры аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

Параметр	Диапазон значений	По умолчанию	Вид параметра	Область действия
Основные установки				
Деблокировки				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnostic interrupt [Диагностическое прерывание]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No	Динамический	Модуль
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware interrupt when limit exceeded [Аппаратное прерывание при нарушении границ]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No		
Diagnostics [Диагностика]				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Group diagnostics - Analog [Групповая диагностика - аналоговая]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No	Статический	Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>Open-wire test [Проверка обрыва провода]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No		
<ul style="list-style-type: none"> <li>HART group diagnostics [Групповая диагностика HART]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No	Статический	Канал
Smoothing [Сглаживание]	None [Отсутствует] Weak [Слабое] Medium [Среднее] Strong [Сильное]	None	Динамический	Канал

Параметр	Диапазон значений	По умолчанию	Вид параметра	Область действия
Measurement [Измерение]				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Measuring type [Вид измерения]</li> </ul>	Deactivated [Деактивизирован] 4DMU (4-проводный преобразователь) 2DMU (2-проводный преобразователь)	4DMU	Динамический	Модуль
<ul style="list-style-type: none"> <li>Measuring range [Диапазон измерения]</li> </ul>	Deactivated [Деактивизирован] 0...20 мА (возможен только у 4DMU), 4...20 мА ± 20 мА (возможен только у 4DMU)	4...20 мА	Динамический	Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>Interference frequency suppression [Подавление частоты помех]</li> </ul>	60 Гц; 50 Гц; 10 Гц; соответствует времени интегрирования 16,6 мс; 20 мс; 100 мс	50 Гц	Динамический	Канал

4.2 4.2 Параметры аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

Параметр	Диапазон значений	По умолчанию	Вид параметра	Область действия
Trigger for hardware interrupt [Инициатор для аппаратного прерывания]				
<ul style="list-style-type: none"> <li>High limit [Верхняя граница]</li> </ul>	0...20mA от -3,52 до 23,52 mA (от -4864 до 32511)*	-	Динамический	Канал
	4...20 mA от 1,185 до 22,81 mA (от -4864 до 32511)	-		
	± 20 mA от -23,52 до 23,52 mA (от -32512 до 32511)*	-		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Low limit [Нижняя граница]</li> </ul>	0...20mA от -3,52 до 23,52 mA (от -4864 до 32511)*	-	Динамический	Канал
	4...20 mA от 1,185 до 22,81 mA (от -4864 до 32511 mA)	-		
	± 20 mA от -23,52 до 23,52 mA (от -32512 до 32511)*	-		
HART				
<ul style="list-style-type: none"> <li>HART function [Функция HART]</li> </ul>	Yes [Да] (возможна только для диапазона измерения 4...20 mA) No [Нет]	Yes	Динамический	Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>Repetitions [Повторения]</li> </ul>	0-255	10		
* Эти значения устанавливаются только посредством динамической параметризации с помощью SFC				

### 4.3 Параметры аналогового модуля ввода SM 332; АО 8 x 0/4...20mA HART

Таблица 4-2. Параметры аналогового модуля ввода SM 332; AI 8 x 0/4...20mA HART

Параметр	Диапазон значений	По умолчанию	Вид параметра	Область действия
Основные установки				
Деблокировка				
Diagnostic interrupt [Диагностическое прерывание]	Yes/No [Да/нет]	No	Динамический	Модуль
Diagnostics [Диагностика] <ul style="list-style-type: none"> <li>Group diagnostics [Групповая диагностика]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No	Статический	Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>Short-circuit test [Проверка на короткое замыкание]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No	Статический	Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>HART group diagnostics [Групповая диагностика HART]</li> </ul>	Yes/No [Да/нет]	No	Статический	Канал
Reaction to IM153-Stop [Поведение при останове IM-153]		Заменяющее значение 4 мА		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Outputs have no current or voltage [Выходы обесточены] (OCV)</li> </ul>				Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keep last value [Сохранение последнего значения] (KLV)</li> </ul>				Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>Substitute a value [Заменяющее значение] (SV)</li> </ul>	0/4...20 мА (-6912...32511)*	0 или 4 мА	Динамический	Канал
Output [Вывод]				
Type of output [Вид вывода]	Deactivated [Деактивизирован] I (current, 2-wire)	I (current, 2-wire)	Динамический	Канал
Output range [Выходной диапазон]	Deactivated [Деактивизирован] 4...20 мА 0...20 мА	4...20 мА	Динамический	Канал
HART				
<ul style="list-style-type: none"> <li>HART function [Функция HART]</li> </ul>	Yes [Да] No [Нет]	Yes	Динамический	Канал
<ul style="list-style-type: none"> <li>Repetitions [Повторения]</li> </ul>	0-255	10		
* Эти значения устанавливаются только посредством динамической параметризации с помощью SFC				

## Диагностика и прерывания аналоговых модулей HART

### 5.1 Диагностика аналоговых модулей HART

#### Обзор диагностики

Если при вводе в действие или на этапе эксплуатации возникают ошибки, то диагностические сообщения дают вам возможность определить причину ошибки. При диагностике аналоговый модуль HART ведет себя в целом так же, как и аналоговые модули SIMATIC S7.

#### Диагностические сообщения

Диагностические сообщения для аналоговых модулей ввода и аналоговых модулей вывода приведены в справочном руководстве *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей*. Дополнительные диагностические сообщения для HART приведены в следующей таблице:

Таблица 5-1. Дополнительные диагностические сообщения аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART и аналогового модуля вывода SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART

Диагностическое сообщение	Область действия диагностики	Возможность параметризации через групповую диагностику HART
HART communication error [Коммуникационная ошибка HART]	Канал	Да
Primary variable outside the limits [Нарушение границ первичной переменной]		
Non-primary variable outside the limits [Нарушение границ не первичной переменной]		
HART analog output current in saturation [Аналоговый выходной ток HART в насыщении]		
HART analog output current is defined [Аналоговый выходной ток HART определен]		
Further HART status available [Имеется в наличии дальнейшее состояние HART]		
Maintenance requirement [Запрос на обслуживание]		
HART reparameterization reported by connected field device [Подключенное полевое устройство сообщает о перепараметризации HART]		
HART group fault [Групповая ошибка HART]		

#### Причины ошибок

Следующая таблица содержит причины ошибок, описываемых в дополнительных диагностических сообщениях, и меры по их устранению.

5.1 Диагностика аналоговых модулей HART

Таблица 5-2. Дополнительные диагностические сообщения, возможные причины ошибок и меры по их устранению

Диагностическое сообщение	Возможные причины диагностики или ошибок	Возможные меры устранения
HART communication error [Коммуникационная ошибка HART]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Полевое устройство HART не отвечает</li> <li>Ошибка синхронизации</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверьте проводку к процессу</li> <li>Исправьте параметры</li> <li>Установите выходной ток <math>\geq 4</math> мА</li> </ul>
Primary variable outside the limits [Нарушение границ первичной переменной]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неверные параметры в HART-устройстве</li> <li>HART-устройство обладает возможностью имитации, и имитация установлена на "Primary variable outside the limits [Нарушение границ первичной переменной]"</li> <li>Неправильное место измерения</li> <li>Первичная переменная параметризована вне допустимых границ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверьте параметризацию HART-устройства</li> <li>Проверьте настройку имитации</li> <li>Проверьте, тот ли датчик подключен</li> </ul>
Non-primary variable outside the limits [Нарушение границ не первичной переменной]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильные параметры в HART-устройстве</li> <li>HART-устройство обладает возможностью имитации, и имитация установлена на "Non-primary variable outside the limits [Нарушение границ не первичной переменной]"</li> <li>Неправильное место измерения</li> <li>Первичная переменная параметризована вне допустимых границ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверьте параметризацию HART-устройства</li> <li>Проверьте настройку имитации</li> <li>Проверьте, тот ли датчик подключен</li> </ul>
HART analog output current in saturation [Аналоговый выходной ток HART в насыщении]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильные параметры в HART-устройстве</li> <li>HART-устройство обладает возможностью имитации, и для имитации установлена слишком большая измеряемая величина</li> <li>Неправильное место измерения</li> <li>Первичная переменная параметризована вне допустимых границ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверьте параметризацию HART-устройства</li> <li>Проверьте настройку имитации</li> <li>Проверьте, тот ли датчик подключен</li> </ul>
HART analog output current is defined [Аналоговый выходной ток HART определен]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неправильные параметры в HART-устройстве</li> <li>HART-устройство обладает возможностью имитации, и для имитации установлена слишком большая измеряемая величина</li> <li>Неправильное место измерения</li> <li>Первичная переменная параметризована вне допустимых границ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверьте параметризацию HART-устройства</li> <li>Проверьте настройку имитации</li> <li>Проверьте, тот ли датчик подключен</li> </ul>
Further HART status available [Имеется в наличии дальнейшее состояние HART] (удаляется через 3 секунды)	<ul style="list-style-type: none"> <li>HART-устройство поставляет дальнейшее состояние.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Считайте состояние и исправьте, если необходимо</li> </ul>

Диагностическое сообщение	Возможные причины диагностики или ошибок	Возможные меры устранения
Maintenance requirement [Запрос на обслуживание]	Имеется запрос на обслуживание	Выполните обслуживание устройства
HART reparameterization reported by connected field device [Подключенное полевое устройство сообщает о перепараметризации HART]	В статусе HART-устройства (=байтах состояния HART) установлен идентификатор перепараметризации полевого устройства HART.	Если при перепараметризации не должно запускаться диагностическое прерывание, то оно не должно разблокироваться.
HART group fault [Групповая ошибка HART]	Коммуникационные ошибки и ошибки команд, которые влияют на подключенные полевые устройства HART.	Для получения подробной информации проанализируйте ответный набор данных соответствующего клиента или диагностический набор данных.

### Байты состояния HART

Каждая команда HART сопровождается ответом HART, который содержит данные и два байта состояния. Байты состояния дают информацию

- о состоянии подключенного полевого устройства (напр., перепараметризации)
- о коммуникационных ошибках при передаче между аналоговым модулем HART и подключенным полевым устройством
- об ошибках команд при интерпретации команд HART подключенным полевым устройством (это предупреждение, а не сообщение об ошибке).

Байты состояния HART в неизменном виде принимаются в ответную запись данных HART. Их значение описано в технических данных HART. Вы можете считать состояние устройства в свою пользовательскую программу путем чтения соответствующих записей данных с помощью SFC59.

### См. также

Записи данных HART-связи (стр. 7-9)

Диагностические записи данных (стр. 7-6)

## 5.2 Прерывания аналоговых модулей HART

### Обзор прерываний

Аналоговые модули HART при прерываниях ведут себя в целом так же, как и аналоговые модули SIMATIC S7. При параметризации вы можете разблокировать или заблокировать все прерывания.

### См. также

Обзор параметров аналоговых модулей HART (стр. 4-1)





## Аналоговые модули HART

### 6.1 Аналоговый модуль ввода HART SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART (6ES7331-7TF00-0AB0)

#### Номер для заказа

6ES7 331-7TF00-0AB0

#### Свойства

Аналоговый модуль ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART обладает следующими свойствами:

- 8 входов
- 8 питающих выходов для питания 2-проводных преобразователей
- Разрешение измеряемого значения 15 битов + знак (независимо от времени интегрирования)
- Вид измерения может быть выбран для каждого модуля (возможность аппаратной параметризации с помощью переключки на клеммах 10 и 11):
  - 2-проводный преобразователь – ток
  - 4-проводный преобразователь – ток
  - Канал деактивизирован (с помощью *HW Config*)
- Произвольный выбор диапазона измерения для каждого канала
  - 0 ... 20 mA (без HART)
  - 4 ... 20 mA (с или без HART)
  - $\pm 20$  mA (без HART)
- Поканальная параметризация через параметризационную запись данных 1 или записи данных HART 131-138
- Возможность параметризации диагностики (на каждый канал) и диагностических прерываний (для всего модуля)
  - групповая диагностика
  - дополнительно контроль обрыва провода
  - диагностическое прерывание
- Возможность параметризации аппаратного прерывания на модуль
- Потенциальная развязка
  - каналы потенциально развязаны с напряжением нагрузки L+ только у 4-проводных преобразователей
  - каналы потенциально развязаны относительно IM153
- Модуль можно динамически поканально перепараметризовать в режиме RUN (свойство CiR)

## Аналоговые величины и разрешение

О представлении аналоговых величин для каналов аналогового ввода в целом и для диапазонов измерения тока  $\pm 20$  mA, от 0 до 20 mA и от 4 до 20 mA в частности см. соответствующие таблицы в справочном руководстве *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей*.

Разрешение входного значения в случае аналогового модуля ввода HART составляет 15 битов + знак.

Таблица 6-1. Диапазоны измерения аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

Выбранный вид измерения	Диапазон измерения
2-проводный преобразователь	от 4 до 20 mA
4-проводный преобразователь	от 0 до 20 mA от 4 до 20 mA $\pm 20$ mA

## Сглаживание

Использование сглаживания

Благодаря сглаживанию аналоговых величин для дальнейшей обработки предоставляется стабильный аналоговый сигнал.

Сглаживание аналоговых значений имеет смысл, если измеряемые величины меняются медленно (напр., изменения температуры).

Параметры

Измеряемые величины сглаживаются с помощью цифровых фильтров. Сглаживание достигается за счет того, что модуль формирует среднее значение из определенного числа преобразованных (оцифрованных) аналоговых значений.

Пользователь может установить до четырех уровней сглаживания, а именно, отсутствие сглаживания, слабое, среднее или сильное сглаживание. Уровень определяет количество аналоговых сигналов, используемых для формирования среднего значения.

Чем сильнее сглаживание, тем стабильнее сглаженная аналоговая величина, и тем больше времени требуется до того, как сглаженный аналоговый сигнал появится при реакции на ступенчатое воздействие на входе.

## Настройки по умолчанию

По умолчанию видом измерения является 4DMU. Имеются также настройки по умолчанию для подавления частоты помех, диагностики, прерываний. Аналоговый модуль HART использует эти настройки, если не производится перепараметризация через STEP 7.

## Проверка обрыва провода

Распознавание обрыва провода невозможно для диапазонов тока от 0 до 20 mA и  $\pm 20$  mA.

Для диапазона тока от 4 до 20 mA снижение входного тока до величины  $I \leq 1,185$  mA интерпретируется как обрыв провода, и при разблокированном диагностическом прерывании оно запускается.

Аналоговый модуль ввода HART также оценивает как обрыв провода, если 4-проводный преобразователь поставляет сигнал от 4 до 20 mA, и при этом происходит короткое замыкание, так как при этом входной ток тоже снижается до величины  $I \leq 1,185$  mA.

6.1 Аналоговый модуль ввода HART SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART (6ES7331-7TF00-0AB0)

**Удаление и вставка**

Аналоговые модули HART поддерживают функцию "Замена модулей во время работы". Однако анализ прерываний по удалению и вставке модулей возможен только на главном (master) CPU S7/M7-400 и активной задней шине в ET 200M.

**Схема подключения**

На следующем рисунке представлена схема подключения аналогового модуля ввода SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART. Подробные технические данные вы найдете на следующих страницах.

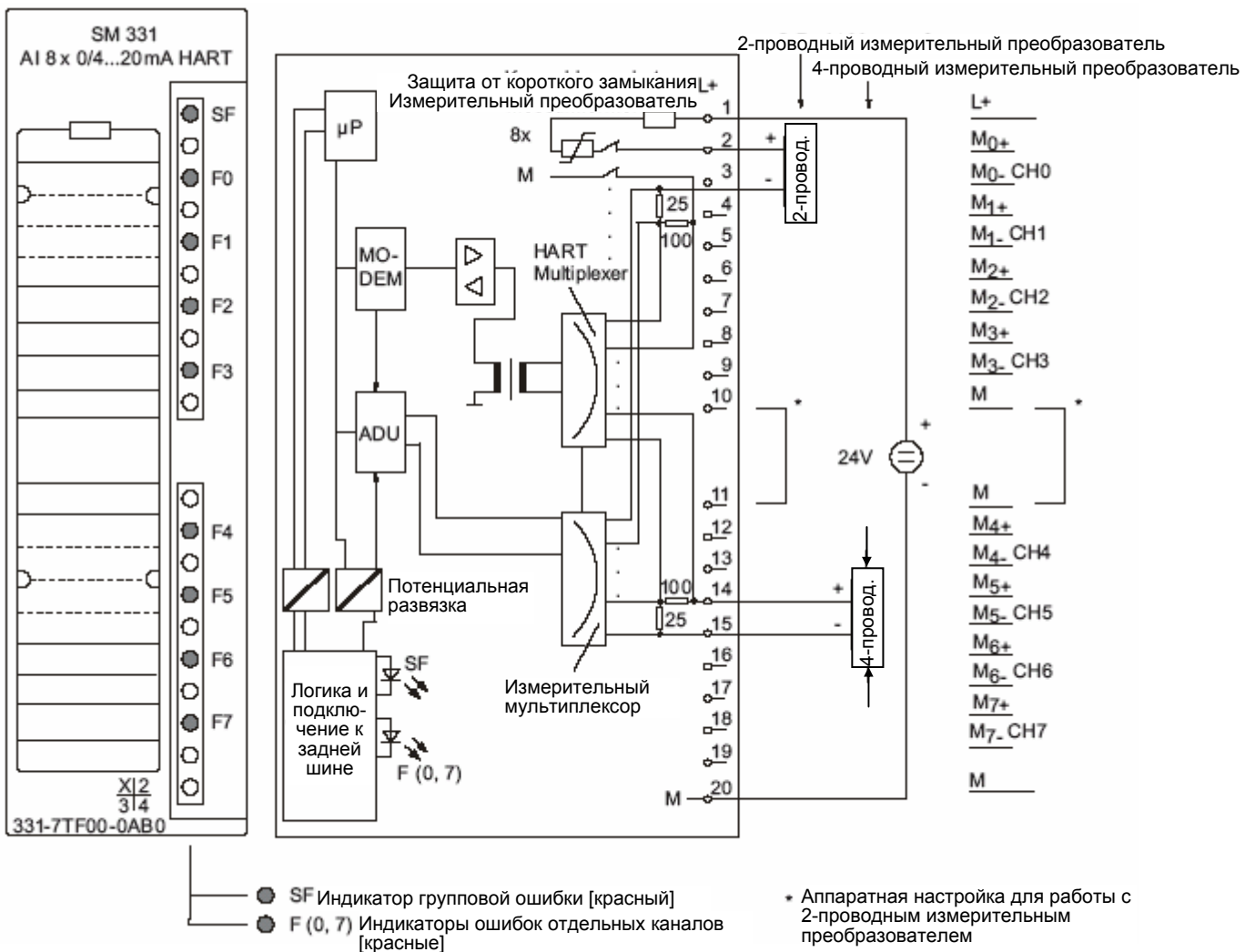


Рис. 6-1. Вид модуля и принципиальная схема подключения SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

**Указание**

При использовании 2-проводных преобразователей вы должны установить перемычку между резервными клеммами 10 и 11.

**Технические данные SM 331; AI 8 x 0/4...20 mA HART**

Таблица 6-2. Технические данные SM 331; AI 8 x 0/4...20 mA HART

Технические данные	
<b>Размеры и вес</b>	
Размеры Ш x В x Г (мм)	40 x 125 x 117
Вес	ок. 205 г
<b>Данные модуля</b>	
Число входов	8
Число питающих выходов	8
Длина экранированного кабеля	макс. 800 м
Средняя наработка на отказ	48 лет
Температурный диапазон	
• горизонтальный монтаж	от 0 °C до 60 °C
• вертикальный монтаж	от 0 °C до 40 °C
<b>Напряжения, токи, потенциалы</b>	
Номинальное напряжение нагрузки L+	24 В пост. тока
• Защита от обратной полярности	Да
Блок питания 2-проводных преобразователей	Да
• устойчив к коротким замыканиям	Ток короткого замыкания примерно от 40 до 60 mA
Потенциальная развязка	
• между каналами и задней шиной	Да
• между каналами	Нет
• между каналами и напряжением нагрузки L+	2-проводный преобразователь: нет 4-проводный преобразователь: да
• между задней шиной и напряжением нагрузки L+	Да
Допустимая разность потенциалов	
• между каналами и задней шиной (U <sub>ISO</sub> )	75 В пост. тока 60 В перем. тока
• между каналами и напряжением нагрузки L+	4-проводный преобразователь: 75 В пост. тока 60 В перем. тока
• между каналами	Допустимое синфазное напряжение для 4-проводного преобразователя: 60 В перем. тока
• между задней шиной и напряжением нагрузки L+	75 В пост. тока 60 В перем. тока

## 6.1 Аналоговый модуль ввода HART SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART (6ES7331-7TF00-0AB0)

Технические данные			
Изоляция испытана			
• каналы относительно задней шины и напряжения нагрузки L+	напряжением 500 В пост. тока		
• задняя шина относительно напряжения нагрузки L+	напряжением 500 В пост. тока		
• между каналами	Нет		
Потребление тока			
• из задней шины	макс. 120 мА		
• из источника питания нагрузки L + (ток питания всех подключенных преобразователей)	Тип. 20 мА на преобразователь		
Мощность потерь модуля	ок. 1,5 Вт		
<b>Формирование аналоговых величин</b>			
Принцип измерения	SIGMA-DELTA		
Время интегрирования/ подавление частоты помех (на каждый канал)	60 Гц	50 Гц	10 Гц
• возможность параметризации	Да	Да	Да
• время интегрирования в мс	16,6	20	100
• основное время преобразования, включая время интегрирования в мс (на каждый канал)	55	65	305
• разрешение в битах + знак (включая область перегрузки)	15 + знак	15 + знак	15 + знак
• Сглаживание измеренных величин	Да, возможность параметризации на 4 уровнях:		
	Уровень: None [Отсутствует] Weak [Слабое] Medium [Среднее] Strong [Сильное]	Постоянная времени: 1 x время цикла 4 x время цикла 32 x время цикла 64 x время цикла	
<b>Подавление помех, границы ошибок</b>			
Подавление напряжения помех для $f = n \times (f_1 \pm 1 \%)$ , ( $f_1 =$ частота помех)			
• синфазная помеха (возможна только у 4-проводных преобразователей ( $U_{cm} < 60$ В перем. тока))	> 100 дБ		
• противофазная помеха (пиковое значение помехи < номинального значения входного диапазона)	> 40 дБ		
Переходное затухание между входами ( $U_{ISO} < 60$ В)	> 70 дБ		
Эксплуатационная погрешность	$\pm 0,15 \%$		
Основная погрешность	$\pm 0,1 \%$		
Температурная погрешность (относительно входного диапазона)	$\pm 0,001\%/K$		
Погрешность линеаризации (относительно входного диапазона)	$\pm 0,01 \%$		
Точность повторения (в переходном режиме при 25 °С, относительно входного диапазона)	$\pm 0,1 \%$		
Влияние HART-сигнала, наложенного на входной сигнал, относительно входного диапазона (дополнительно к основной погрешности)			
Ошибка времени интегрирования			
• 16,6 мс	$\pm 0,05\%$		
• 20 мс	$\pm 0,04\%$		
• 100 мс	$\pm 0,02\%$		

<b>Технические данные</b>		
<b>Состояние, прерывания, диагностика</b>		
Прерывания		
• Прерывание по нарушению граничного значения	возможна параметризация	
• Диагностическое прерывание	возможна параметризация	
Диагностические функции		
• Индикатор групповой ошибки	Красный светодиод «SF»	
• Индикатор ошибки канала	Красный светодиод (F) на каждом канале	
• Возможность считывания диагностической информации	Да	
<b>HART-связь</b>		
• Монодропная/мультидропная	Только монодропная	
• Первичное/вторичное master-устройство	Только первичное master-устройство	
<b>Характеристики питания измерительных преобразователей</b>		
• Выходное напряжение для измерительного преобразователя и линии при токе измерительного преобразователя 22 мА (измерительный резистор величиной 125 Ом на модуль уже учтен)	≥ 18 В (при U <sub>N</sub> = 24 В)	
<b>Данные для выбора датчика</b>		
Входные диапазоны (номинальные значения/входное сопротивление)		
• Ток	от 0 до 20 мА: от 4 до 20 мА: ± 20 мА	125 Ом 125 Ом 125 Ом
Допустимый входной ток для токового входа (граница разрушения)	40 мА	
Подключение датчиков сигнала		
• для измерения тока		
в качестве 2-проводного преобразователя (питание через модуль)	возможно	
в качестве 4-проводного преобразователя	возможно	

См. также

Обзор параметров аналоговых модулей HART (стр. 4-1)

## 6.2 Аналоговый модуль вывода HART SM 332; АО 8 x 0/4...20mA HART (6ES7332-8TF00-0AB0)

### Номер для заказа

6ES7 332-8TF00-0AB0

### Свойства

Аналоговый модуль вывода HART SM 332; АО 8 x 0/4...20mA HART обладает следующими свойствами:

- 8 токовых выходов
- Разрешение:
  - 15 битов (0..20mA)
  - 15 битов (+ знак) (4..20mA)
- Возможность выбора вида вывода на каждый канал:
  - вывод тока с использованием HART
  - ток без использования HART
  - канал деактивизирован
- Произвольный выбор выходного диапазона на каждый канал
  - 0...20 mA (с использованием HART)
  - 4...20 mA (с использованием HART)
- Поканальная параметризация посредством записи данных о параметрах 1 или HART-записей 131-138
- Возможность параметризации диагностики (на каждый канал) и диагностического прерывания (для всего модуля)
  - групповая диагностика
  - диагностическое прерывание
- Потенциальная развязка
  - каналы потенциально развязаны относительно IM153 и напряжения нагрузки L+
- Возможность эхосчитывания аналоговых выходов

Модуль можно динамически поканально перепараметризовать в режиме RUN (свойство CiR)

### Аналоговые величины и разрешение

О представлении аналоговых величин для каналов аналогового вывода в целом и для диапазонов вывода тока от 0 до 20 мА и от 4 до 20 мА в частности см. соответствующие таблицы в справочном руководстве *Система автоматизации SIMATIC S7-300. Данные модулей*.

Разрешение выходного значения в случае аналогового модуля вывода HART составляет 15 битов + знак.

Таблица 6-3. Выходные диапазоны аналогового модуля вывода SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART

Вид вывода	Выходной диапазон
Ток	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА

### Установки по умолчанию

Установкой по умолчанию для вида вывода является HART. Кроме того, имеются установки по умолчанию для заменяющего значения, диагностики, прерываний. Аналоговый модуль вывода HART использует эти установки, если не выполняется перепараметризация в STEP 7.

### Контроль обрыва провода

Распознавание обрыва провода возможно для диапазонов вывода тока от 0 или 4 до 20 мА; при разблокированном диагностическом прерывании оно запускается.

Условие: должен быть установлен минимальный выходной ток  $\geq 100$  мкА.

### Проверка на короткое замыкание

Распознавание короткого замыкания возможно для диапазонов вывода тока от 0 или от 4 до 20 мА.

Условие: должен быть установлен минимальный выходной ток 4 мА. Распознавание короткого замыкания работает, если полное сопротивление нагрузки  $< 30$  Ом.

### Удаление и вставка

Аналоговые модули HART поддерживают функцию "Замена модулей во время работы". Однако анализ прерываний по удалению и вставке модулей возможен только на главном (master) CPU S7/M7-400 и активной задней шине в ET 200M.

### Работа со стандартным master-устройством

При децентрализованной работе со стандартным master-устройством должны учитываться следующие ограничения:

- Параметризация с помощью COM PROFIBUS (необходим GSD- или типовой файл)
- Ограниченный анализ при "Удалении и вставке"



### Влияние падения напряжения нагрузки на диагностическое сообщение

При падении напряжения нагрузки 24 В ниже допустимой нижней границы номинального диапазона (< 20,4 В), если полное подключенное сопротивление > 650 Ом, а выходные токи > 20 мА, может произойти снижение выходного тока еще до того, как будет запущено диагностическое сообщение.

### Возможность эхосчитывания

Имеется возможность эхосчитывания аналоговых выходов в области данных пользователя с разрешением 8 битов (+ знак). Обратите, пожалуйста, внимание, что результат эхосчитывания аналогового выхода становится доступным только по истечении времени преобразования в соответствии с точностью.

#### Указание

Относительно возможности эхосчитывания примите во внимание следующие указания:

Диапазон результатов эхосчитывания не соответствует системным границам STEP 7, а результат эхосчитывания представляется линейно в зависимости от диапазона вывода тока (см. следующую таблицу).

В случае деактивизированных или неправильно параметризованных каналов результат эхосчитывания записывается как "7FFF Hex".

При непараметризованном модуле, отсутствии напряжения нагрузки 24 В или неисправности модуля все результаты эхосчитывания записываются как "7FFF Hex".

Таблица 6-4. Представление результатов эхосчитывания аналогового модуля вывода HART

Результат эхосчитывания		Диапазон вывода тока	
Десятичный	Шестнадцатеричный	от 0 до 20 мА	от 4 до 20 мА
32348	7E80	23,52 мА	22,81 мА
27648	6C00	20,00 мА	20,00 мА
0	0	0 мА	4 мА
- 6912	E500	-	0 мА

**Схема подключения**

На следующем рисунке представлена схема подключения аналогового модуля вывода SM 332; АО 8 x 0/4...20mA HART. Подробные технические данные аналогового модуля вывода вы найдете на следующих страницах.

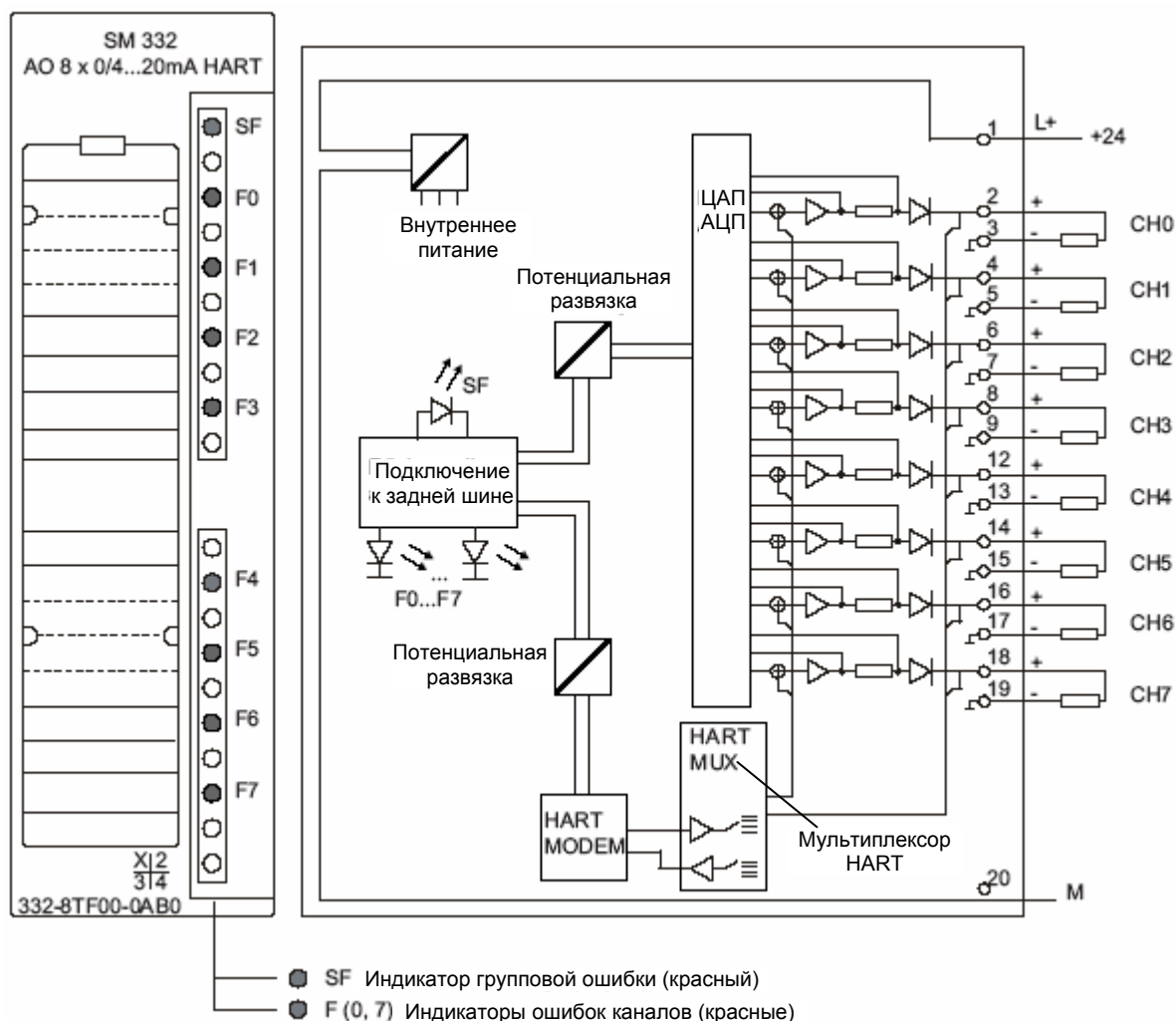


Рис. 6-2. Вид модуля и принципиальная схема подключения SM 332; АО 8 x 0/4...20mA HART

**Неподключенные выходные каналы**

Чтобы неподключенные выходные каналы аналогового модуля вывода SM 332; АО 8 x 0/4...20mA HART были обесточены, вы должны их деактивизировать. Деактивизация канала вывода осуществляется с помощью STEP 7 через блок параметров "Output [Вывод]". Подключение к выходу резисторов не требуется.

**Технические данные SM 332; АО 8 x 0/4...20 mA HART**

Таблица 6-5. Технические данные SM 332; АО 8 x 0/4...20 mA HART

<b>Технические данные</b>	
<b>Размеры и вес</b>	
Размеры Ш x В x Г (мм)	40 x 125 x 117
Вес	ок. 220 г
<b>Данные модуля</b>	
Число выходов	8
Длина экранированного кабеля	макс. 800 м
Средняя наработка на отказ	33 года
<b>Температурный диапазон</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>горизонтальный монтаж</li> <li>количество выходов, которые могут использоваться одновременно (ограничение допустимых значений)</li> </ul>	от 0 °C до 60 °C до 40 °C: 8 до 60 °C: 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>вертикальный монтаж</li> <li>количество выходов, которые могут использоваться одновременно</li> </ul>	от 0 °C до 40 °C 8
<b>Напряжения, токи, потенциалы</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Номинальное напряжение нагрузки</li> <li>Защита от обратной полярности</li> </ul>	24 В пост. тока Да
Потенциальная развязка	
<ul style="list-style-type: none"> <li>между каналами и задней шиной</li> </ul>	Да
<ul style="list-style-type: none"> <li>между каналами</li> </ul>	Нет
<ul style="list-style-type: none"> <li>между каналами и напряжением нагрузки L+</li> </ul>	Да
<ul style="list-style-type: none"> <li>между задней шиной и напряжением нагрузки L+</li> </ul>	Да
Допустимая разность потенциалов	
<ul style="list-style-type: none"> <li>между M<sub>ANA</sub> и M<sub>internal</sub> (U<sub>ISO</sub>)</li> </ul>	75 В пост. тока 60 В перем. тока
<ul style="list-style-type: none"> <li>между M<sub>ANA</sub> и M<sub>external</sub></li> </ul>	75 В пост. тока 60 В перем. тока
<ul style="list-style-type: none"> <li>между M<sub>internal</sub> и M<sub>external</sub></li> </ul>	75 В пост. тока 60 В перем. тока
<ul style="list-style-type: none"> <li>Изоляция испытана напряжением</li> </ul>	500 В пост. тока
Потребление тока	
<ul style="list-style-type: none"> <li>из задней шины</li> </ul>	макс. 100 mA
<ul style="list-style-type: none"> <li>из источника питания нагрузки L + (при номинальной нагрузке)</li> </ul>	макс. 350 mA
Мощность потерь модуля	тип. 6,0 Вт
<b>Формирование аналоговой величины</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Разрешение (включая диапазон перерегулирования)</li> </ul>	15 битов (0...20 mA) 15 битов (+ знак) (4...20 mA)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Время цикла (все каналы)</li> </ul>	Режим аналогового вывода: 10 мс Режим HART: 50 мс
<ul style="list-style-type: none"> <li>Время установление</li> </ul>	Режим аналогового вывода при различных нагрузках: <ul style="list-style-type: none"> <li>Омическая нагрузка: 0,1 мс</li> <li>Индуктивная нагрузка (10 мГн): 0,5 мс</li> </ul> Режим HART: 40...50 мс
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ввод заменяющих значений</li> </ul>	Да, параметризуемый

<b>Технические данные</b>	
<b>Подавление помех, границы ошибок</b>	
Переходное затухание между выходами	> 70 дБ
Граница эксплуатационной погрешности (во всем диапазоне температур, относительно выходного диапазона)	± 0,2 %
Граница основной погрешности (граница эксплуатационной погрешности при 25°C относительно выходного диапазона)	± 0,1 %
Температурная погрешность (относительно выходного диапазона)	± 0,002 %/K
Погрешность линеаризации (относительно выходного диапазона)	± 0,01 %
Точность повторения (в переходном режиме при 25°C относительно выходного диапазона)	± 0,05 %
Выходные пульсации; диапазон от 0 до 50 кГц (относительно выходного диапазона)	± 0,02 %
<b>Состояние, прерывания, диагностика</b>	
Прерывания	
• диагностическое прерывание	возможна параметризация
Диагностические функции	
• Индикатор групповой ошибки	Красный светодиод «SF»
• Индикатор ошибки канала	Красный светодиод (F) на каждом канале
• Возможность считывания диагностической информации	Имеется
<b>Функции контроля</b>	
Эхосчитывание	
• разрешение (включая область перерегулирования)	8 битов (0...20 мА) 8 битов (+ знак) (4...20 мА)
• время цикла (все каналы)	Режим аналогового вывода: 10 мс Режим HART: 50 мс
• граница эксплуатационной погрешности	± 1 %
• граница основной погрешности	± 0,8 %
• обрыв провода начиная от выходного значения	Да > 0,1 мА
• короткое замыкание	< 30 Ом от 4 мА
<b>HART-связь*</b>	
• монодропная/мультидропная	Только монодропная
• первичное/вторичное master-устройство	только первичное master-устройство

## 6.2 Аналоговый модуль вывода HART SM 332; АО 8 x 0/4...20mA HART (6ES7332-8TF00-0AB0)

<b>Технические данные</b>	
<b>Данные для выбора исполнительного устройства</b>	
Выходные диапазоны (номинальные значения)	
Ток	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА
Полное сопротивление (в области номинальных значений выхода)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>у токовых выходов омическая нагрузка</li> <li>индуктивная нагрузка</li> </ul>	макс. 750 Ом макс. 10 мГн
Токовый выход	
<ul style="list-style-type: none"> <li>напряжение холостого хода</li> </ul>	макс. 24 В
Граница разрушения относительно извне приложенного напряжения	
Напряжения	макс. + 60 В / - 0,5 В
Подключение исполнительных устройств	
<ul style="list-style-type: none"> <li>для токового выхода 2-проводное подключение</li> </ul>	Да
* HART-связь может использоваться только начиная с выходного тока 1,17 мА.	

**См. также**

Обзор параметров аналоговых модулей HART (стр. 4-1)



# Интерфейс записей данных и данные пользователя

## 7.1 Обзор интерфейса записей данных и данных пользователя HART-связи

### Введение

В этой главе вы найдете конкретные данные, необходимые для параметризации, диагностики и HART-связи, если вы хотите выйти за пределы стандартных применений STEP 7 или использовать для HART-связи собственное инструментальное средство проектирования.

В конце главы описаны циклически подготавливаемые данные (данные пользователя).

### Обзор интерфейса записей данных

Аналоговые модули HART используют в качестве интерфейса ввода/вывода записи данных. Они используются для следующих применений:

- для записи параметров в модуль
- для чтения диагностических данных из модуля
- для передачи данных HART-связи
- для записи дополнительных параметров HART

Отображение команд и ответов HART в записи данных PROFIBUS-DP основано на *PROFIBUS Profile HART Version 1.0*. Дальнейшую информацию о протоколе HART вы найдете в *PROFIBUS DP HART Profile Application Guidelines* [Руководящие принципы применения профиля PROFIBUS DP HART].

Вышеприведенную документацию вы можете получить от PNO (PROFIBUS Nutzer Organisation [Организация пользователей PROFIBUS]) в Интернете:

<http://www.profibus.com>

Таблица 7-1. Дополнительные параметры аналоговых модулей HART

Номер записи данных	Чтение/запись	Размер в байтах	Название
148	Чтение	25	Directory process data [Каталог данных процесса]
	<b>Справка о записях данных (каталог записей данных):</b> Эта запись содержит номера записей данных (индекс) всех записей данных HART, а также данные о количественной структуре и контроле.		
149	Чтение	3	HMD feature parameter process data
	<b>Дополнительные функции HART (флаги свойств HART):</b> Эта запись данных описывает, какие дополнительные функции HART поддерживаются, и указывает максимальную длину поля данных в записи данных запроса и ответа.		
131 - 138	Чтение/запись	8	HMD parameter process data
	<b>Записи данных о параметрах HART:</b> Эти записи содержат данные о параметрах HART для каждого из каналов модуля (0 - 7).		
80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94	Запись	75	HART request write process data
	<b>Записи данных запросов HART полевым устройствам:</b> Эти записи содержат поканально (0 - 7) передаваемые данные для команды клиента полемому устройству HART.		
81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95	Чтение	75	HART response read process data
	<b>Записи данных ответов HART от полевых устройств:</b> Эти записи содержат поканально (0 - 7) передаваемые данные для ответа полевого устройства HART клиенту.		

## Проектирование и параметризация с помощью STEP 7

Аналоговые модули HART можно конфигурировать и параметризовать с помощью STEP 7. Поддержку в этом вам окажет встроенная система помощи.

В свою пользовательскую программу вы можете встроить определенные дополнительные функции для записи параметров и считывания диагностических данных с помощью SFC.

## Чтение и запись наборов данных

Для чтения и записи наборов данных используйте следующие SFC:

- чтение набора данных: SFC 59 "RD\_REC"
- запись набора данных: SFC 55 "WR\_PARAM" (для записей данных о параметрах 1), SFC 58 "WR\_REC"

Дальнейшую информацию об SFC вы найдете в руководстве *Системное программное обеспечение для S7-300/400. Системные и стандартные функции*.

## Обзор данных пользователя

Аналоговые модули HART имеют область пользовательских данных со следующим содержимым, которая одинаковым образом выделяется для каналов с 0 по 7:

- ток как входная или выходная аналоговая величина

При описании данных пользователя указываются относительные адреса. Адрес модуля, который вы должны к ним добавить, вы получаете через приложение STEP 7 "Configuration и parameter assignment [Конфигурирование и параметризация]".



## 7.2 Интерфейс записей данных

### 7.2.1 Записи данных о параметрах

На следующих рисунках показана запись данных 0 для статических параметров и запись данных 1 для динамических параметров для AI-HART и AO-HART.

#### Структура записей данных о параметрах для аналогового модуля ввода HART

Параметризация каналов HART производится с помощью записей данных о параметрах 131 – 138.

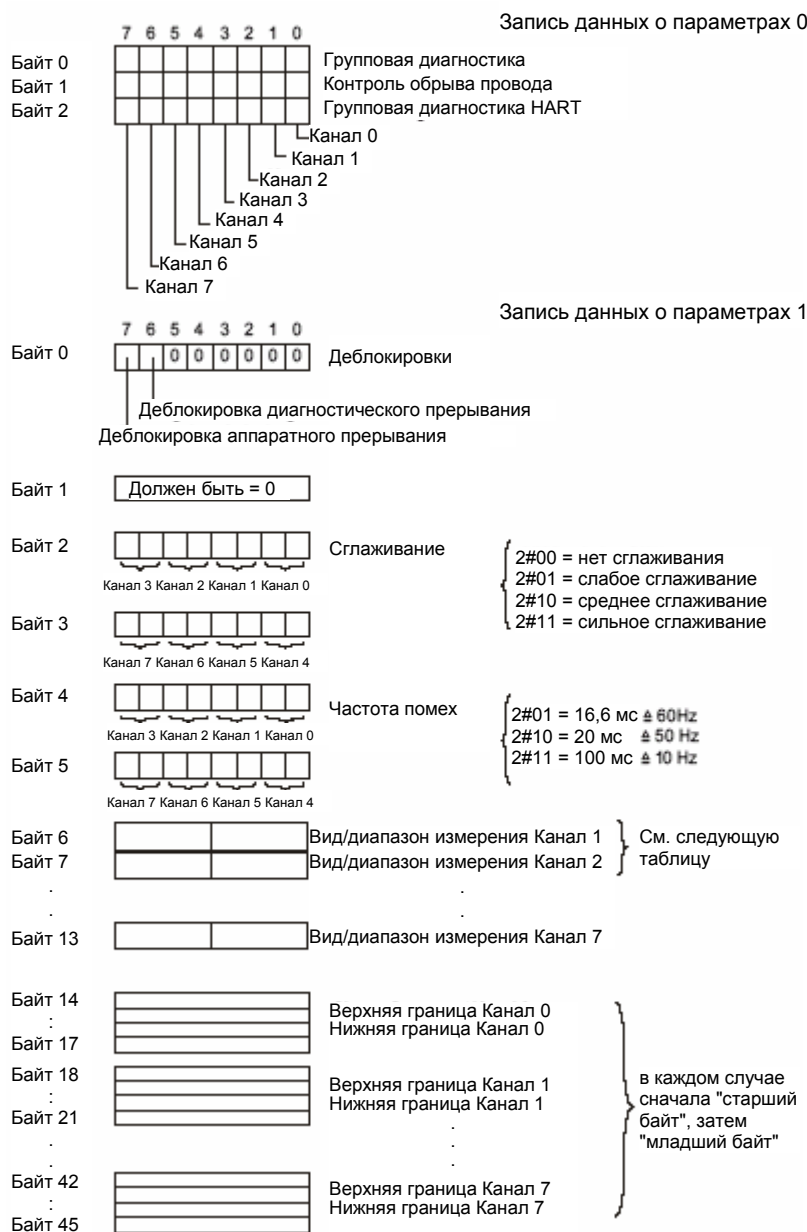


Рис. 7-1. Параметры аналогового модуля ввода HART

7.2 Интерфейс записей данных

Таблица 7-2. Кодировка вида и диапазона измерений аналогового модуля ввода HART

Вид измерения	Кодировка	Диапазон измерения	Кодировка
Деактивизирован	2#0000	Деактивизирован	2#0000
4-проводный преобразователь	2#0010	от 0 до 20 мА	2#0010
		от 4 до 20 мА	2#0011
		± 20 мА	2#0100
2-проводный преобразователь	2#0011	от 4 до 20 мА	2#0011

**Структура записей данных о параметрах для аналогового модуля вывода HART**

На следующем рисунке показана запись данных 0 статических параметров и запись данных 1 для динамических параметров.  
 Параметризация каналов HART производится с помощью записей данных о параметрах 131 – 138.

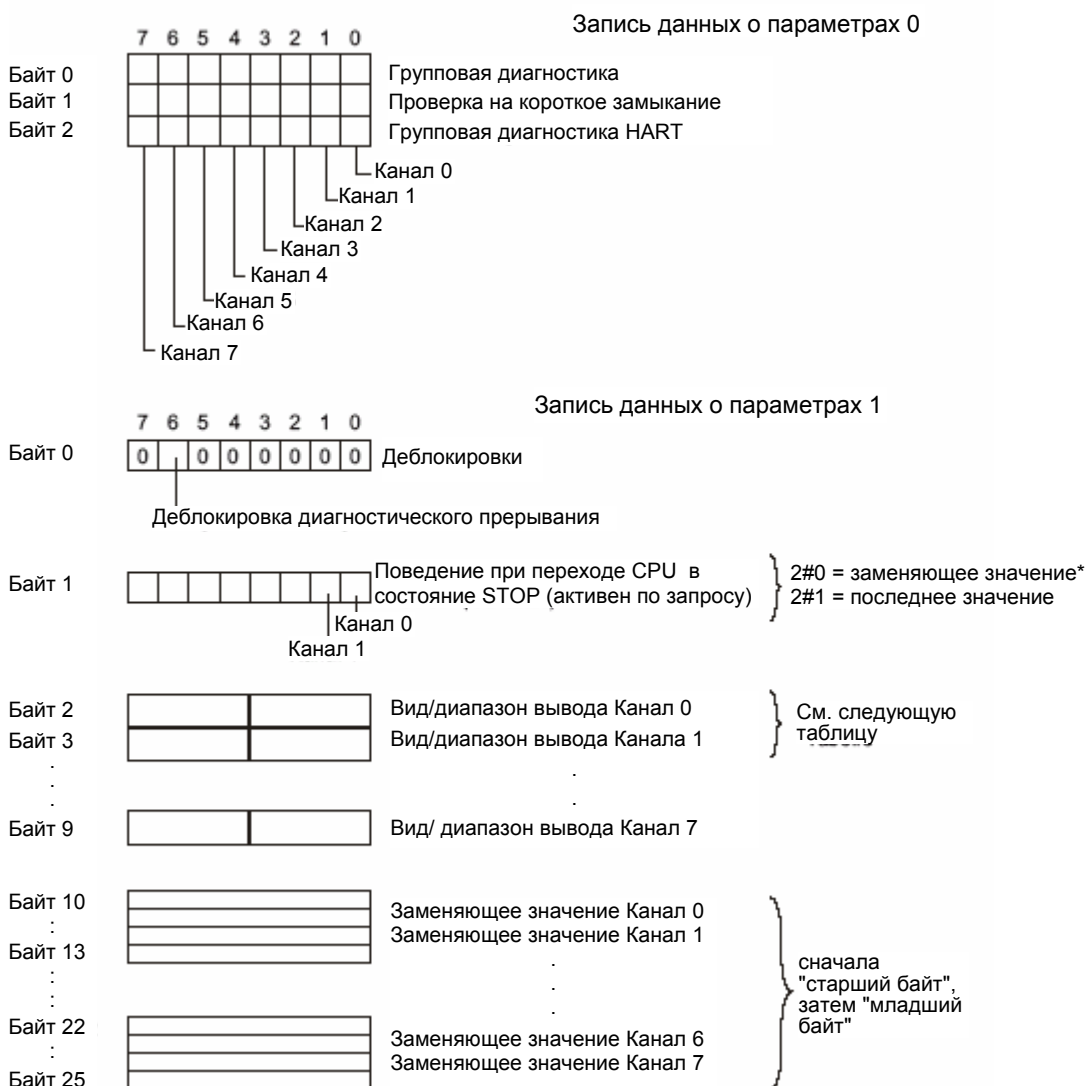


Рис. 7-2. Параметры аналогового модуля вывода HART

\* При заменяющем значении -6912 (E500 Hex) выходы обесточиваются.

Таблица 7-3 Кодировка вида и выходного диапазона аналогового модуля вывода HART

Вид вывода	Кодировка	Выходной диапазон	Кодировка
Деактивизирован	2#0000	Деактивизирован	2#0000
Ток (2 провода)	2#0011	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА	2#0010 2#0011

**См. также**

Записи данных о параметрах HART-каналов (стр. 7-14)

**7.2.2 Идентификационные данные I&M****Свойства**

Данные типа I: Информация о модуле, которая, как правило, напечатана также на его корпусе. Данные типа I могут только считываться:

- Версия аппаратуры
- Версия программы ПЗУ
- Серийный номер

Данные типа M: Информация, зависящая от установки (напр., обозначение установки)

Данные типа M создаются при проектировании.

Идентификационные данные (I&M) – это информация, энергонезависимо хранящаяся в модуле, которая помогает вам при

- устранении неисправностей в установке
- проверке конфигурации установки
- поиске изменений в аппаратуре установки

**Чтение и запись идентификационных данных с помощью STEP 7**

Информация, зависящая от установки, проектируется в диалоговом окне свойств модуля.

Информацию о модуле (данные типа I) вы можете прочитать через диалоговое окно о состоянии модуля. Здесь также отображается информация о модуле, зависящая от установки.

**Чтение и запись I&M с помощью SIMATIC PDM**

С помощью SIMATIC PDM вы можете прочитать параметры и I&M через команду меню **File > Complete Download to PG/PC** [Файл > Общая загрузка в PG/PC] и записать их через команду меню **Device > Complete Download to Device** [Устройство > Общая загрузка в устройство].

### 7.2.3 Диагностические записи данных

#### Структура и содержание диагностических данных

Диагностические данные модуля могут иметь длину до 24 байтов и состоять из записей данных 0 и 1:

- Запись данных 0 содержит диагностические данные, относящиеся к системе: 4 байта, которые определены для всей системы и действительны для аналоговых модулей ввода и вывода HART.
- Запись данных 1 содержит
  - 4 байта диагностических данных S7-300, которые имеются также в записи данных 0 и
  - до 20 байт диагностических данных, относящихся к классу модуля.

#### Диагностическая запись данных DS0/DS1

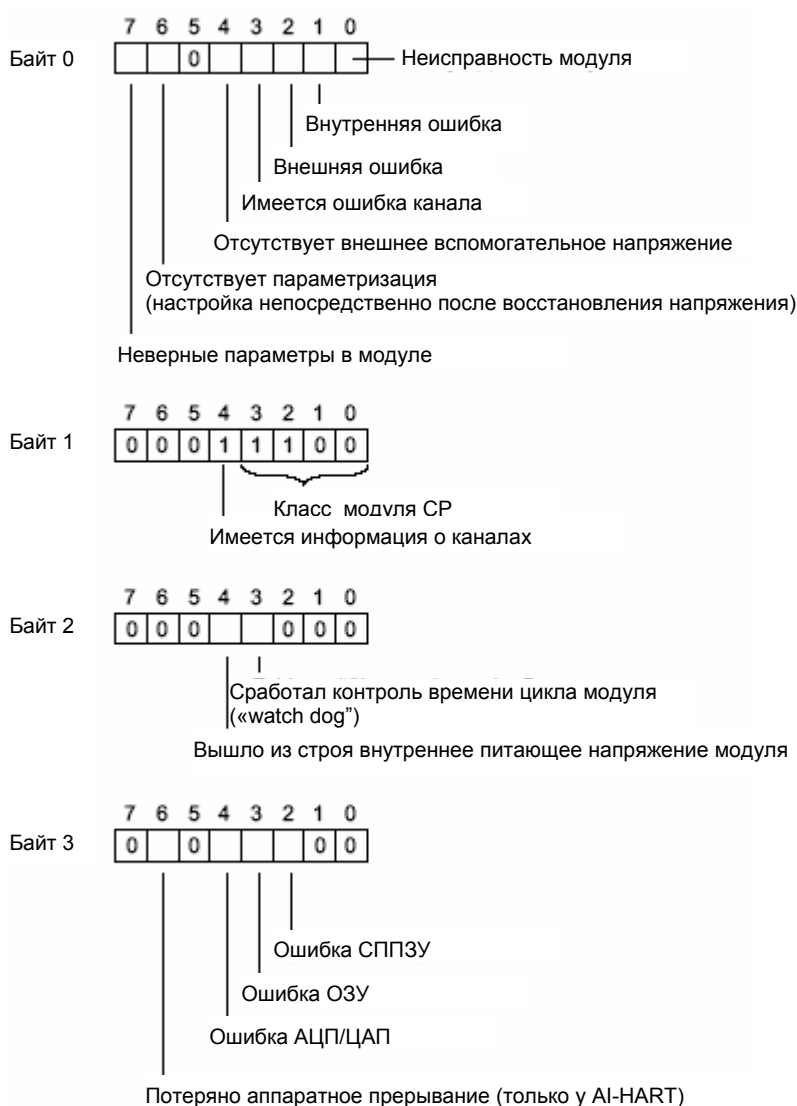


Рис. 7-3. Диагностическая запись данных 0/1

**Диагностическая запись данных DS1**

На следующем рисунке показано содержимое байтов диагностических данных с 4 по 23.

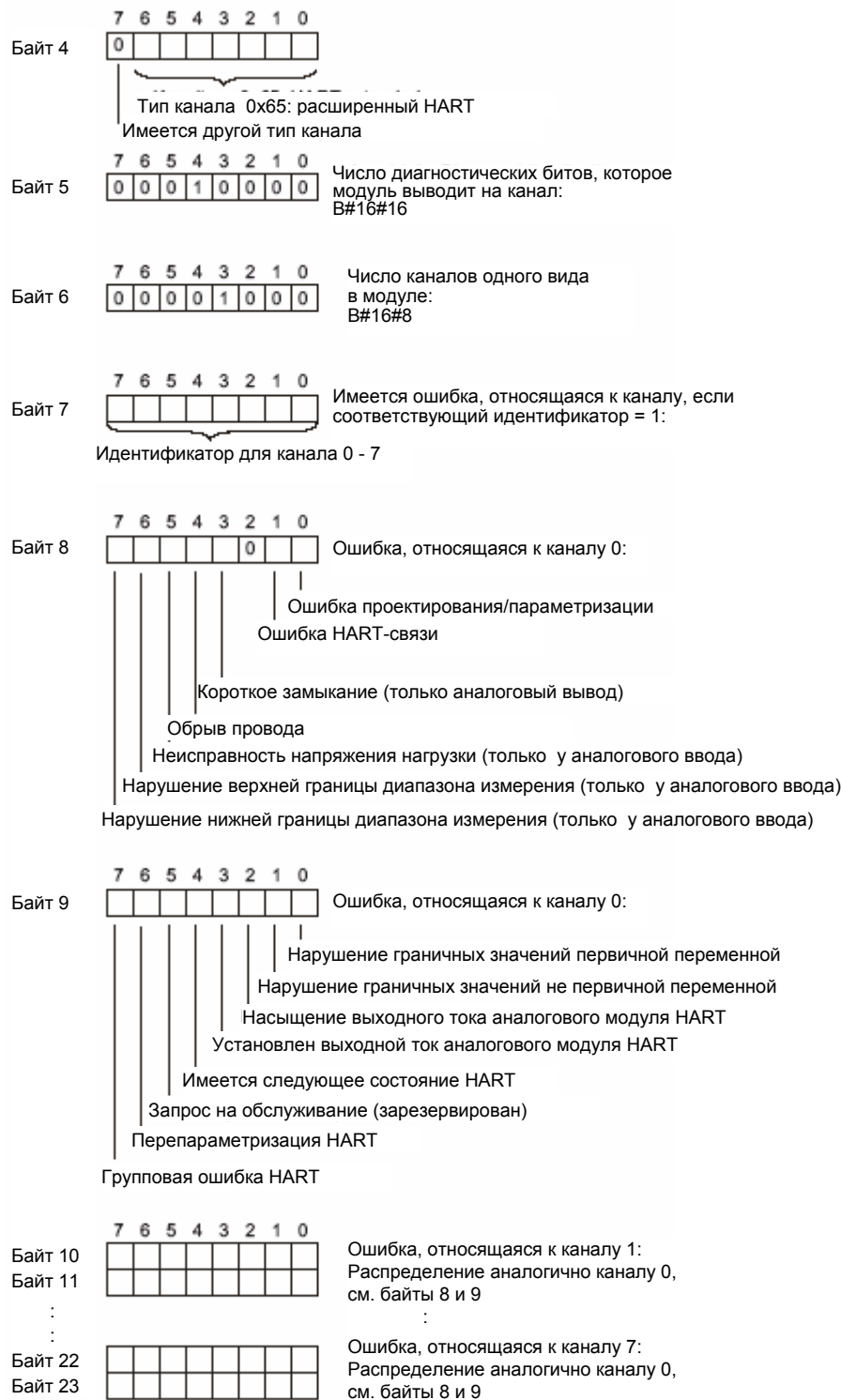


Рис. 7-4. Диагностическая запись данных 1

---

**Указание**

Обратите, пожалуйста, внимание на следующие указания относительно диагностических данных:

Если установлена ошибка канала HART, то вы получите дальнейшую информацию, прочитав компоненту состояния (= байты состояния HART) в записи данных ответа HART соответствующему клиенту или диагностическую запись данных для соответствующего канала с помощью SFC59.

---

**См. также**

Записи данных HART-связи (стр. 7-9)

## 7.2.4 Записи данных HART-связи

### Записи передаваемых данных

HART-связь может обслуживаться 1 клиентом на каждый канал. Для этого имеется 8 отдельных областей передачи. Каждая область передачи из записи данных команды и записи данных ответа для канала.

### Правила координации для HART-связи

- Каждому клиенту/каналу поставлены в соответствие фиксированные номера записей данных:

Канал	Клиент	Запись данных
0	Команда	80
0	Ответ	81
1	Команда	82
1	Ответ	83
2	Команда	84
2	Ответ	85
3	Команда	86
3	Ответ	87
4	Команда	88
4	Ответ	89
5	Команда	90
5	Ответ	91
6	Команда	92
6	Ответ	93
7	Команда	94
7	Ответ	95

- После того как клиент произвел запись данных команды, он должен прочитать запись данных ответа, прежде чем он сможет произвести запись данных следующей команды.
- От master-устройства класса 2 клиент может проанализировать "состояние обработки (processing status)" в записи данных ответа: если состояние обработки "successful [успешная]" или "faulty [ошибочная]", то запись содержит данные текущего ответа или индикаторы ошибки.
- Запись данных всегда должна считываться полностью, так как после первого прочтения с состоянием successful или faulty запись может быть изменена модулем.
- Компонента состояния в записи данных ответа (= байты состояния HART) предоставляет информацию о том, были ли ошибки и, если были, то какие.

### Структура записи данных для команды

На следующем рисунке показана запись данных команды, с помощью которой вы можете записать команду в область передачи клиента. Аналоговый модуль HART посылает эту команду подключенному полевому устройству HART.



Рис. 7-5. Запись данных для команды аналогового модуля HART

### Указания к команде

Один и тот же клиент может послать команду только тогда, когда он прочитал ответ на предыдущую команду.

### Указания к ответу

При чтении записи данных ответа вы должны быть уверены, что пришла запись данных текущего ответа:

- Если состояние обработки "successful [успешная]" или "faulty [ошибочная]", то запись данных содержит данные текущего ответа или индикаторы ошибки.

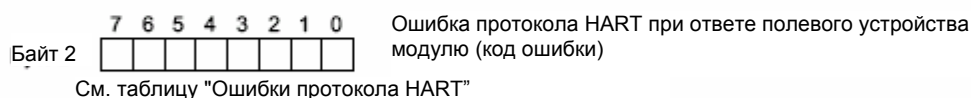


### Структура записи данных ответа

На следующем рисунке показана структура записи данных ответа, которая содержит ответ на ранее отправленную команду HART и ошибку или состояние.



Если обмен данными содержит ошибки:



Если обмен данными успешен:

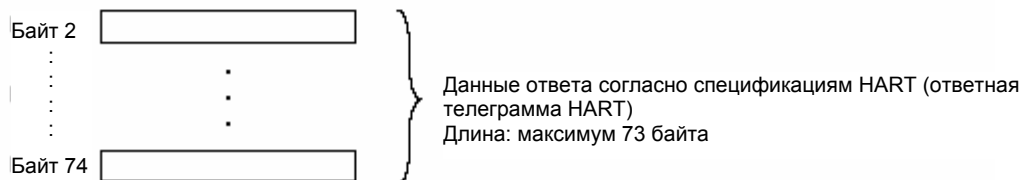


Рис. 7-6. Запись данных ответа аналоговых модулей HART

### Анализ данных ответа

Если перед вами запись данных текущего ответа, то вы можете выполнить следующие проверки:

- Указанием last command [последняя команда] вы гарантируете, что ответ относится к отправленной команде.
- Анализируя индикаторы групповых ошибок (см. таблицу 7-4) вы можете локализовать ошибки.
- Дальнейшие сообщения об ошибках содержатся в таблице 7-5 (ошибка протокола HART в ответном байте 2) и в обоих байтах состояния HART.
- В байтах групповых ошибок при ошибочном состоянии события устанавливаются в "1".

## 7.2 Интерфейс записей данных

Таблица 7-4. Отображение групповой ошибки HART в ответном байте 1 (расширенный контроль реакции)

№ бита	Индикатор групповой ошибки HART	Значение
0	Имеется дальнейшая информация о состоянии	Соответствует биту 4 в байтах ошибок, относящихся к каналам в диагностической записи данных 1 (2-й байт состояния HART). Дальнейшую информацию о состоянии вы в случае необходимости получите через команду HART 48.
1	"Ошибка HART-связи" в диагностической записи данных 1	Здесь полевое устройство обнаружило коммуникационную ошибку при приеме команды. Информация об этой ошибке содержится в 1-ом байте состояния HART (в записи данных ответа или в диагностической записи данных 1) . Она принимается без изменений.
2	Всегда 0	Резерв
3	Всегда 0	Резерв
4 - 7	Ошибка протокола HART при ответе --> Запись об ошибке HART-связи в диагностической записи данных 1	Ошибка при HART-связи полевого устройства с модулем (т.е. ошибка при приеме ответа). 0: не специфицированная ошибка 1: ошибка HMD 2: ошибка канала 3: ошибка команды 4: ошибка запроса 5: ошибка ответа 6: запрос отвергнут 7: запрос профиля отвергнут 8: отвергнут запрос, относящийся к изготовителю 9 - 15: не используются Данные о причине ошибки находятся в ответном байте 2. См. следующую таблицу.

Таблица 7-5. Ошибка протокола HART в ответном байте 2 при ответе полевого устройства модулю (код ошибки)

Ошибка	Ошибка протокола HART в байте 2	Значение
0	Не специфицированная ошибка	0: не специфицирована
1	Ошибка HMD	0: не специфицирована 1: внутренняя коммуникационная ошибка 2: ошибка параметризации 3: аппаратная ошибка 4: истекло время ожидания 5: завершилась работа таймера HART
2	Ошибка канала	0: не специфицирована 1: ошибка линии 2: короткое замыкание 3: разомкнутая линия 4: низкий выход тока 5: ошибка параметризации
3	Ошибка команды	0-127: протокол HART, бит 7=0

Ошибка	Ошибка протокола HART в байте 2	Значение
4	Ошибка запроса	Протокол HART, Бит 7=1 Бит 0: резерв Бит 1: переполнение приемного буфера Бит 2: резерв Бит 3: ошибка контрольной суммы Бит 4: ошибка кадра Бит 5: ошибка переполнения Бит 6: ошибка четности Бит 7: 1
5	Ошибка ответа	Протокол HART, бит 7=1 Бит 0: блокировка по времени из-за отсутствия сигнала Бит 1: переполнение приемного буфера Бит 2: блокировка по времени Бит 3: ошибка контрольной суммы Бит 4: ошибка кадра Бит 5: ошибка переполнения Бит 6: ошибка четности Бит 7: 1
6	Запрос отвергнут	0: не специфицирован 1: краткий формат не поддерживается 2: SHC не поддерживается 3: недопустимая команда 4: нет ресурсов
7	Запрос профиля отвергнут	0: не специфицирован (не поддерживается)
8	Запрос, относящийся к изготовителю, отвергнут	0: не специфицирован (не поддерживается)

## 7.2.5 Записи данных о параметрах HART-каналов

### Структура записей данных о параметрах 131 – 138

На следующем рисунке показана структура записей данных о параметрах 131 – 138 для HART-каналов с 0 по 7. Эти настройки действуют на соответствующий канал:

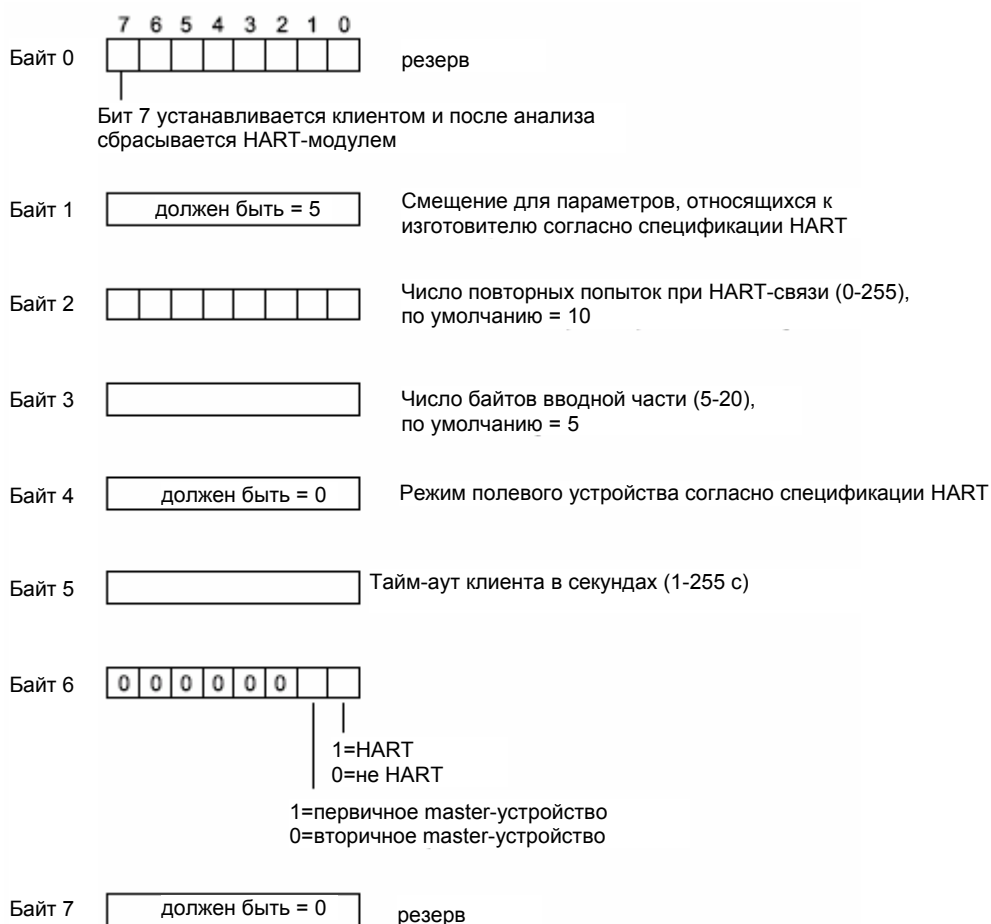


Рис. 7-7. Записи данных о параметрах 131 – 138 аналоговых модулей HART

### Указания к записям данных о параметрах HART-каналов

Записи данных о параметрах содержат параметры, которые вы обычно не должны изменять, так как они уже установлены на оптимальные значения.

## 7.3 Интерфейс данных пользователя

### 7.3.1 Интерфейс данных пользователя, входной диапазон (чтение)

#### Структура данных пользователя

На следующем рисунке показана структура области входных данных пользователя аналоговых модулей HART.

Данные из области данных пользователя можно считывать с помощью команды чтения периферии (напр., с помощью L PEW 256) и анализировать в своей пользовательской программе.

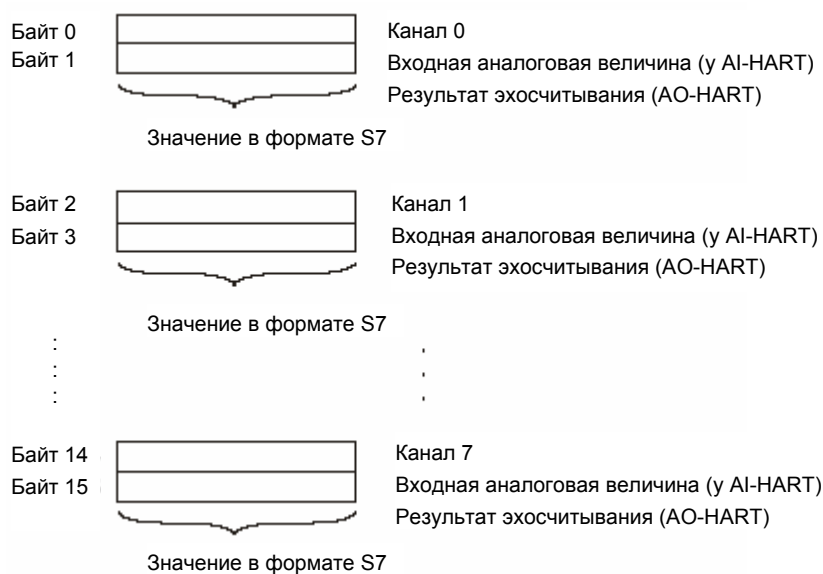


Рис. 7-8. Область входных данных пользователя аналоговых модулей HART

### 7.3.2 Интерфейс данных пользователя, выходной диапазон (запись)

#### Структура данных пользователя

На следующем рисунке показана структура области выходных данных пользователя аналоговых модулей HART. Вы можете пересылать данные в область данных пользователя в допустимом формате с помощью команды записи периферийных данных (напр., с помощью T PAW 256).



Рис. 7-9. Область выходных данных пользователя аналоговых модулей HART

# Глоссарий

## Абонент шины

Устройство, которое может передавать, принимать данные через → шину или усиливать сигнал (например, → DP master, → DP slave, повторитель RS-485 или активный концентратор звездообразной сети).

## Адрес DP

Каждый абонент → шины для однозначной идентификации должен получить уникальный адрес DP на → PROFIBUS-DP.

PC/PG или портативное устройство ET 200 (ET 200 handheld) имеют адрес DP "0".

→ DP master и → slave-устройства DP имеют адрес DP в диапазоне от 1 до 125.

## Аналоговые модули HART

Аналоговые модули, которые в дополнение к своему аналоговому значению могут осуществлять → HART-связь. Аналоговые модули HART могут использоваться как → HART-интерфейсы для полевых устройств HART.

## Аппаратное прерывание

Аппаратное прерывание запускается модулями S7-300, обладающими способностью к аппаратным прерываниям, в ответ на определенные события в процессе. Информация об аппаратном прерывании сообщается центральному устройству → CPU. Затем, в соответствии с приоритетом этого прерывания, обрабатывается соответствующий организационный блок.

В SIMATIC S7/M7: Путем параметризации, например, верхнего и нижнего граничных значений, определяется рабочий диапазон. Если сигнал процесса (например, температура) для аналогового модуля ввода покидает рабочий диапазон, то модуль запускает аппаратное прерывание, если оно разблокировано. → CPU прерывает обработку программы пользователя или программ более низкого класса приоритета и обрабатывает блок аппаратных прерываний (OB 40).

## Байт состояния HART

Информация о состоянии, которая состоит из 1-го и 2-го байта состояния → HART-ответа и с помощью которой полевое устройство HART предоставляет информацию о → HART-связи, приеме → HART-команд и состоянии устройства.

### **Блок питания нагрузки**

Блок питания сигнальных и функциональных модулей и подключенных к ним периферийных устройств процесса.

### **Время реакции**

Время реакции – это среднее время между изменением входа и соответствующим изменением на выходе.

### **Данные пользователя**

Обмен данными пользователя производится между центральным модулем и сигнальным модулем, функциональным модулем и коммуникационными модулями через образ процесса или путем непосредственного доступа. Данными пользователя могут быть цифровые и аналоговые входные и выходные сигналы сигнальных модулей, управляющая информация и информация о состоянии функциональных модулей.

### **Диагностика**

Диагностика – это распознавание, локализация, классификация, отображение и дальнейший анализ ошибок, неисправностей и сообщений.

Диагностика предоставляет в распоряжение функции контроля, которые исполняются автоматически при работе установки. Благодаря этому увеличивается коэффициент готовности установок путем сокращения времен ввода в действие и простоев.

### **Диагностический буфер**

Диагностический буфер – это буферизованная область памяти в CPU, в которой диагностические события хранятся в порядке их возникновения.

### **Диагностическое прерывание**

Модули, обладающие диагностическими свойствами, сообщают об обнаруженных ими системных ошибках центральному модулю → CPU с помощью диагностических прерываний.

В SIMATIC S7/M7: При распознавании или исчезновении неисправности (например, обрыва провода) модуль запускает диагностическое прерывание (если оно разблокировано). → CPU прерывает обработку программы пользователя или программу более низкого класса приоритета и обрабатывает блок диагностических прерываний (OB 82).

### **Задняя шина**

Задняя шина – это последовательная шина данных. Она поставляет питание для модулей, а также используется модулями для обмена данными друг с другом. Модули соединяются между собой посредством шинных соединителей.

→ Периферийная шина является составной частью задней шины.



**Задняя шина, активная**

Задняя шина → устройства децентрализованной периферии ET 200M, состоящая из активных шинных модулей. Она является предпосылкой для конструкции, в которой допускается горячая замена (удаление и вставка модулей во время работы).

**Задняя шина S7-300**

Задняя шина для системы S7-300. Такая же задняя шина может быть использована также в устройстве децентрализованной периферии → ET 200M. Кроме того, здесь может быть использована активная задняя шина (→Задняя шина, активная)

**Заземлитель**

Одна или несколько токопроводящих частей, имеющих хороший контакт с землей.

**Заменяющее значение**

Значения, выводимые неисправными сигнальными модулями вывода в процесс или используемые для замены значений процесса в программе пользователя неисправным сигнальным модулем ввода. Заменяющие значения могут быть установлены пользователем (например, сохранить старое значение)

**Земля**

Токопроводящий участок земли, электрический потенциал которого в любой точке может быть положен равным нулю.

Около заземляющих электродов этот участок земли может иметь потенциал, отличный от нуля. Для этого случая часто применяется понятие "опорная земля".

**Идентификатор места измерения**

Уникальное обозначение места измерения, состоящее из 8 символов. Оно сохраняется в → полевого устройстве HART и может быть изменено и считано с помощью → HART-команд.

**Инструментальное средство параметризации**

Программное инструментальное средство, с помощью которого могут устанавливаться параметры, например, → интеллектуального полевого устройства.

**Инструментальное средство параметризации HART**

Инструментальное средство параметризации HART служит для удобной настройки → параметров HART. Это может быть → HART handheld или средство параметризации, встроенное в систему (напр., SIMATIC PDM).

## Интеллектуальное устройство

Полевое устройство со сложными функциями, которое содержит микропроцессор и функции которого могут быть установлены с помощью подходящего → инструментального средства параметризации из диспетчерского пункта.

## Интерфейс HART

Часть системы, через которую может быть подключено → полевое устройство HART. Интерфейс HART представляет собой master-устройство для полевого устройства. Однако в том, что касается системы, интерфейс HART является slave-устройством, который обеспечивается различными masters-устройствами в системе. Например, → инструментальное средство параметризации HART представляет собой master-устройство. Другим master-устройством является сама система автоматизации.

## Клиент

Клиент может запрашивать услугу у → сервера. Клиент может быть, например, программой, центральным модулем (CPU) или станцией (например, PC). Обмен данными между клиентом и сервером может осуществляться, например, через → PROFIBUS-DP способом → master-slave. При наличии нескольких клиентов координация обмена данными между клиентом и сервером может осуществляться, например, через отдельные области передачи для каждого клиента.

## Конфигурация

Назначение модулей стойкам/слотам и адресам. Различают фактическую конфигурацию (=фактически установленные модули) и заданную конфигурацию. Заданная конфигурация определяется пользователем с помощью STEP 7, COM PROFIBUS. Таким образом, операционная система может во время пуска распознать неправильно выполненную комплектацию.

## Масса

Масса представляет собой совокупность всех соединенных между собой неактивных частей оборудования, которые даже в случае неисправности не могут находиться под опасным напряжением.

## Метод master/slave

Способ доступа к шине, при котором, по крайней мере, один абонент является → master-устройством DP, а остальные абоненты → slave-устройствами DP.

## Модем

Модем (МОдулятор/ДЕМодулятор) – это устройство, преобразующее двоичные цифровые сигналы в сигналы → FSK и наоборот. Модем не кодирует данные; он просто преобразует физическую форму сигналов.

## Монодропный

В монодропной системе связи на одном и том же маршруте могут быть соединены между собой максимум два устройства (напр., канал аналогового модуля HART и → полевое устройство HART). При этом способе связи → протокол HART и аналоговый сигнал могут использоваться одновременно.

Короткий HART-адрес этого полевого устройства равен 0.

## Мультидропный

В мультидропной системе связи к master-устройству HART может быть подключено до 15 полевых устройств. Обмен данными возможен только на основе → протокола HART. При этом способе связи аналоговый сигнал не может быть использован.

Короткий HART-адрес полевого устройства находится в диапазоне от 1 до 15.

## Область передачи HART

Область записей данных, которая определена для записи HART-команд и чтения HART-ответов в аналоговых модулях HART. Область передачи HART состоит из записей данных. Каждому → клиенту поставлена в соответствие собственная область записей данных, через которую → сервер может обмениваться данными с этим клиентом.

## Обработка ошибок с помощью ОВ

После того как операционная система обнаружила определенную ошибку (напр., → ошибку доступа у STEP 7), она вызывает предназначенный для этого → организационный блок (ОВ ошибок), в котором может быть определено последующее поведение → CPU.

## Образ процесса

Образ процесса – это специальная область памяти в → системе автоматизации. В начале циклической программы сигнальные состояния модулей ввода передаются в образ процесса на входах. В конце циклической программы образ процесса на выходах передается в качестве сигнального состояния модулям вывода.

## Опорный потенциал

Потенциал, по отношению к которому оцениваются и/или измеряются напряжения соответствующих цепей тока.

## Организационные блоки

Организационные блоки образуют интерфейс между операционной системой CPU S7 и программой пользователя. В организационных блоках определяется последовательность обработки программы пользователя.

### **Отображение ошибки**

Отображение ошибки – это одна из возможных реакций операционной системы на → ошибку этапа исполнения. Другими возможными реакциями являются: → реакция на ошибку в программе пользователя или переход в состояние STOP → CPU или IM 153.

### **Ошибка этапа исполнения**

Ошибка, возникающая во время исполнения программы пользователя в → системе автоматизации (иными словами, не в процессе).

### **Параметризация (инициализация)**

Под параметризацией понимают настройку поведения модуля или → полевого устройства с помощью параметров.

### **Параметры, динамические**

В отличие от статических параметров, динамические параметры модуля могут изменяться во время работы посредством программы пользователя.

### **Параметры модуля**

Параметры модуля – это величины, с помощью которых можно настроить поведение модуля. Различают статические и динамические параметры модуля.

### **Параметры, статические**

Статические параметры модулей, в отличие от динамических параметров, могут быть изменены не через программу пользователя, а только через STEP 7 или COM PROFIBUS.

### **Параметры HART**

Параметры HART – это параметризуемые свойства → полевых устройств HART, которые могут быть изменены посредством → протокола HART. Настройка осуществляется через → инструментальное средство параметризации HART.

### **Первичная переменная**

Переменная для главной измеряемой величины аналогового модуля ввода HART (напр., давления). Наряду с ней у → полевых устройств HART могут выполняться другие измерения (напр., температура), результаты которых сохраняются во вторичной, третичной и т.д. переменной. У аналогового модуля вывода HART первичная переменная содержит управляющее воздействие.

## Периферийная шина

Часть → задней шины S7-300 в → системе автоматизации, оптимизированная для быстрого обмена сигналами между IM 153 и сигнальными модулями. Через периферийную шину передаются → данные пользователя (напр., входные цифровые сигналы сигнального модуля) и системные данные (напр., записи данных о параметрах сигнального модуля, принятых по умолчанию).

## ПЛК

→ Система автоматизации (программируемый логический контроллер)

## Поле

Это или участок установки вне диспетчерского пункта, где через систему связи могут быть получены измеренные значения или управляющие воздействия переданы на исполнительные устройства.

Или это часть сообщения, например, адресное поле или поле команды, предназначенное конкретной функции. Размер поля или другие правила для интерпретации каждого поля являются частью спецификации протокола.

## Полевое устройство

→ Измерительный преобразователь, который находится в → поле и обменивается данными с центральным пунктом управления через систему связи.

## Полевое устройство HART

Интеллектуальное полевое устройство, которое обладает дополнительными функциональными возможностями, совместимыми с → HART, обеспечивающими понимание → HART-связи.

## Потенциальная развязка

У потенциально развязанных модулей ввода и вывода → опорные потенциалы цепей управления и нагрузки гальванически разделены, например, с помощью оптронов, контактов реле или трансформаторов. Цепи ввода и вывода могут быть подключены к одному и тому же источнику.

## Потенциальная связь

У потенциально связанных модулей ввода и вывода → опорные потенциалы цепей управления и нагрузки электрически связаны друг с другом.

## Преобразователь

Датчик, или измерительный преобразователь, или исполнительное устройство. Преобразователь может быть реализован как → интеллектуальное полевое устройство.

## Прерывание

Операционная система → CPU знает 10 различных классов приоритета, которые управляют обработкой программы пользователя. К этим классам приоритета относятся также и прерывания (напр., аппаратные прерывания). При возникновении прерывания операционная система автоматически вызывает соответствующий организационный блок (OB), в котором пользователь может запрограммировать желаемую реакцию.

## Протокол HART

Протокол HART – это промышленный стандарт для расширенного обмена данными с → полевыми устройствами HART. Он содержит → HART-команды и → HART-ответы.

## Реакция на ошибку

Реакция на ошибку этапа исполнения. Операционная система может реагировать следующим образом: перевод системы автоматизации в состояние STOP, вызов → организационного блока, в котором пользователь может запрограммировать реакцию, или отображение ошибки.

## Сервер

Сервер предоставляет услуги по запросу. Сервером может быть, например, программа, модуль или станция (например, PC). Обмен данными между → клиентом и сервером может осуществляться, например, через → PROFIBUS-DP, → методом master-slave.

## Сигнальный модуль

Сигнальные модули образуют интерфейс между процессом и системой автоматизации. Имеются цифровые модули ввода и вывода и аналоговые модули ввода и вывода.

## Система автоматизации

Система автоматизации – это программируемый логический контроллер, состоящий, по крайней мере, из одного → CPU, различных модулей ввода и вывода, а также устройств управления и наблюдения.

## Системная диагностика

Системная диагностика – это распознавание, анализ и индикация неисправностей и ошибок, которые возникают в системе автоматизации. Примерами таких ошибок и неисправностей являются ошибки программирования или неисправности в модулях. Системные ошибки могут отображаться с помощью светодиодов или в STEP 7.

## Системная функция

Системная функция – это функция, встроенная в операционную систему → CPU, которая может быть вызвана в случае необходимости в программе пользователя STEP 7.

## Скорость передачи

Скорость передачи – это скорость, с которой передаются данные. Она указывает на количество битов, передаваемых в секунду (скорость передачи битов).

У → ET 200 возможны скорости передачи от 9,6 кбит/с до 12 Мбит/с → ET 200.

## Согласующий резистор

Резистор для согласования мощности в шинном кабеле. Согласующие резисторы необходимы на концах кабелей и сегментов.

У → ET 200 согласующие резисторы подключаются и отключаются в шинном штекере.

## Стандарт DP

Протокол шины системы децентрализованной периферии ET 200 в соответствии со стандартом EN 50170, том 2, → PROFIBUS.

## Структура, децентрализованная

В децентрализованной структуре периферийные устройства процесса не находятся в той же стойке, что и центральный модуль, или в устройствах расширения в том же самом или соседнем шкафу. Они пространственно отделены друг от друга и соединяются друг с другом через коммуникационную шину.

## Структура, централизованная

В централизованной структуре периферийные устройства процесса находятся в той же стойке, что и центральный модуль, или в устройствах расширения в том же самом или соседнем шкафу.

## Тайм-аут

Если ожидаемое событие не происходит в течение заданного времени, то этот промежуток времени называется тайм-аутом. В → протоколе HART имеются тайм-ауты для ответа slave-устройства на сообщение от master-устройства и для паузы после каждой транзакции.

## Устройства децентрализованной периферии

Устройства ввода-вывода, которые не находятся в центральной стойке, а расположены на некотором расстоянии от → CPU, например:

- ET 200M, ET 200B, ET 200C, ET 200U
- Устройство сопряжения DP/AS-I Link
- далее → slave-устройства DP фирмы Siemens или других производителей

Устройства децентрализованной периферии соединяются с → master-устройством DP через → PROFIBUS-DP.

## Частотная манипуляция

Частотная манипуляция (frequency shift keying, FSK) – это способ модуляции данных, пригодный для передачи данных по обычному кабелю. При этом две звуковых частоты используются для кодирования двоичных "0" и "1" в диапазоне частот 300 - 3000 Гц. В → протоколе HART сигнал FSK передается через токовую петлю.

## Шина

Совместно используемый путь передачи данных, с которым соединены все абоненты. Она имеет два определенных конца.

У → ET 200 шина представляет собой кабель в виде витой пары или световод.

## CELENEC

Европейский комитет по стандартам в области электротехники

## CPU

Central processing unit = центральный процессор системы автоматизации S7 с устройством управления и арифметическим устройством, памятью, операционной системой и интерфейсом для устройства программирования.

## DP master

DP master – это master-устройство, которое ведет себя в соответствии с EN 50170, том 2, → PROFIBUS.

## DP slave

DP slave – это → slave-устройство, эксплуатируемое на шине → PROFIBUS с протоколом PROFIBUS-DP, которое ведет себя в соответствии со стандартом EN 50170, том 2, → PROFIBUS.

## ET 200

Система децентрализованной периферии ET 200 с протоколом → PROFIBUS-DP – это → шина для подключения децентрализованной периферии к → CPU или подходящему → master-устройству DP. ET 200 характеризуется быстрыми → временами реакции, так как передается лишь небольшое количество данных (несколько байтов).

Система децентрализованной периферии ET 200 основана на стандарте EN 50170, том 2, → PROFIBUS.

ET 200 работает по принципу master-slave. → Master-устройством DP может быть, например, ведущий интерфейсный модуль IM 308-C или CPU 315-2 DP.

→ Slave-устройствами DP могут быть устройства децентрализованной периферии ET 200B, ET 200C, ET 200M, ET 200U или slave-устройства DP фирмы Siemens или других производителей.



**FM**

Factory Mutual, система обеспечения качества в США.

**FSK**

→ Частотная манипуляция

**HART**

Highway Addressable Remote Transducer (дистанционно управляемый → измерительный преобразователь, адресуемый через магистраль). HART – это зарегистрированный товарный знак организации → HART Communication Foundation.

**HART-команды**

Полевое устройство работает как HART-устройство и управляется master-устройством посредством HART-команд. Master устанавливает → HART-параметры или запрашивает данные в форме → HART-ответов.

**HART-ответы**

Полевое устройство HART передает данные по запросу master-устройства. Эти данные состоят из результатов измерений, или управляющих воздействий, или значений → параметров HART. HART-ответ всегда содержит информацию о состоянии, → байты состояния HART.

**HART-связь**

Передача данных между master-устройством (напр., аналоговым модулем HART) и HART-устройством (→ полевым устройством HART) посредством → протокола HART.

**HART-сигнал**

Аналоговый сигнал в токовой петле 4 - 20 мА, модулированный методом → FSK синусоидальными сигналами (1200 Гц для передачи двоичной "1" и 2200 Гц для передачи двоичной "0") для → протокола HART.

**HART Communication Foundation**

Организация HART Communication Foundation (HCF) была основана в 1993 году для распространения и дальнейшего развития протокола HART. HCF является некоммерческой организацией, финансируемой ее членами.

**HART handheld**

Портативное устройство HART handheld содержит оригинальное средство параметризации фирмы Fisher-Rosemount Ltd. для → полевых устройств HART, которое непосредственно подключается к их клеммам. HART handheld используется для установки → параметров HART.

## **HCF**

→ HART Communication Foundation

## **HMD**

HART Master Device = Master-устройство HART

## **Master-устройство (Master)**

Это активный абонент, который при обладании маркером может передавать данные другим абонентам и запрашивать данные от других абонентов.

→ Master-устройствами DP являются, например, CPU 315-2 DP и IM 308-C.

## **Master-устройство класса 1**

→ Master-устройство, которое выполняет обмен данными пользователя и через которое осуществляются параметризация и диагностика децентрализованной периферии.

## **Master-устройство класса 2**

→ Master-устройство, предназначенное для решения задач управления, ввода в действие и проектирования (напр., параметризация и диагностика полевых устройств, подключенных к децентрализованной периферии).

## **Master-устройство DP**

→ DP master

## **ОВ**

→ Организационные блоки

## **PROFIBUS**

PROcess Field BUS, германский стандарт для процессных и полевых шин (стандарт PROFIBUS, EN 50170). Он определяет функциональные, электрические и механические свойства для полевой системы шин с последовательной передачей битов.

PROFIBUS – это система шин, которая объединяет в сеть совместимые с PROFIBUS → системы автоматизации и полевые устройства на полевом уровне и уровне ячеек. Имеется PROFIBUS со следующими протоколами: DP (= децентрализованная периферия), FMS (= field bus message specification – спецификация сообщений полевой шины), PA (= process automation – автоматизация процессов) или TF (= technological functions – технологические функции).

## **PROFIBUS-DP**

Система шин PROFIBUS с протоколом DP. DP означает децентрализованная периферия. Система децентрализованной периферии ET 200 основана на стандарте EN 50170, том 2, → PROFIBUS.

## **PTB**

**Physikalisch Technische Bundesanstalt** (германский федеральный орган по сертификации продукции)

## **SFC**

→ Системная функция

## **Slave-устройство**

Slave-устройство (slave) может обмениваться данными с master-устройством только по запросу со стороны master-устройства.

## **Slave-устройство DP**

→ DP slave

## **SM**

→ Сигнальный модуль



# Предметный указатель

## 2

2DMU, 4-1  
2-проводный преобразователь, 4-1

## 4

4DMU, 4-1  
4-проводный преобразователь, 4-1

## А

Аналоговый модуль ввода HART, 1-1  
    проверка обрыва провода, 6-2  
    настройки по умолчанию, 6-2  
    вид измерения, 7-4  
    удаление и вставка, 6-3  
    технические данные, 6-1  
Аналоговый модуль вывода HART, 1-1  
    контроль обрыва провода, 6-8  
Аналоговый модуль HART  
    ввод в действие, 3-4  
    данные пользователя, 7-1  
    диагностика, 5-1  
    динамические параметры, 7-3  
    использование, 2-2, 3-5  
    обзор продукта, 2-1  
    область данных пользователя, 3-5  
    прерывания, 5-3  
    статические параметры, 7-3  
Аппаратное прерывание при нарушении границ  
    разблокировка, 4-1

## Б

Байты состояния  
    HART, 5-3  
Байты состояния HART, 2-11, 3-6, 7-11  
Блокировка  
    диагностическое прерывание, 3-4

## Блок параметров

    граничное значение, 4-2  
    диагностика, 4-1, 4-3, 5-1  
    диапазон измерения, 4-2  
    измерение, 4-1  
    основные установки, 4-1, 4-3  
    HART, 4-2, 4-3

## В

Ввод в действие  
    аналоговый модуль HART, 3-4  
    полевое устройство, 3-4  
    пример конфигурации, 3-1  
Вид вывода  
    аналоговый модуль вывода HART, 7-5  
Вид измерения, 4-1  
    аналоговый модуль ввода HART, 7-4  
Время интегрирования, 4-2  
Входной диапазон  
    данные пользователя, 7-14  
Выходной диапазон  
    аналоговый модуль ввода HART, 7-5  
    данные пользователя, 7-15

## Г

Граничные значения  
    блок параметров, 4-2  
    SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 4-2  
Групповая ошибка  
    HART, 7-11  
Групповая ошибка HART, 5-2

## Д

Данные  
    ациклические, 3-6  
    циклические, 3-5  
Данные пользователя  
    аналоговый модуль HART, 7-1  
    входной диапазон, 7-14  
    выходной диапазон, 7-15  
Датчики тока к аналоговым входам, 2-2

Деактивизированный канал, 6-1  
Деблокировка  
аппаратное прерывание при нарушении границ, 4-1  
диагностическое прерывание, 4-1  
Децентрализованная периферия PROFIBUS-DP, 2-2  
Диагностика  
аналоговый модуль HART, 5-1  
блок параметров, 4-1, 4-3, 5-1  
полевое устройство, 3-5  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 4-1  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 5-1  
SM 332 AO 8 x 0/4...20mA HART, 4-3, 5-1  
Диагностика аналогового модуля HART  
диагностическая запись данных DS0/1, 7-6  
диагностическая запись данных DS1, 7-7  
запись данных 0, 7-6  
запись данных 1, 7-6  
формат записи данных, 7-6  
Диагностическое прерывание  
блокировка, 3-4  
деблокировка, 4-1  
перепараметризация, 3-4  
Диапазон измерения  
аналоговый модуль ввода HART, 7-4  
блок параметров, 4-2  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 4-2  
Динамические параметры  
аналоговый модуль HART, 7-3

### З

Записи данных о параметрах для HART  
структура записей, 7-14

### И

Измерение  
блок параметров, 4-1  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 4-1  
Измерение тока, 6-1  
Измерительные преобразователи для аналоговых модулей ввода, 2-2  
Инструментальное средство параметризации HART, 2-13  
Инструментальное средство параметризации SIMATIC PDM  
полевое устройство, 3-4, 3-5  
Интерфейс HART, 1-1  
Исполнительные устройства для аналоговых выходов, 2-6

Использование  
аналоговый модуль HART, 3-5  
полевое устройство, 3-5

### К

Канал  
деактивизированный, 6-1  
HART, 6-1  
Клиент, 7-8  
область передачи, 7-8  
Команда HART, 2-10  
пример, 2-10  
структура записи данных, 7-10  
Контроль обрыва провода  
аналоговый модуль вывода HART, 6-8  
Конфигурирование  
STEP7, 3-4

### М

Метод частотной манипуляции FSK, 2-9

### Н

Нагрузки для аналоговых выходов, 2-6  
Настройки по умолчанию  
аналоговый модуль ввода HART, 6-2  
Необходимые знания, iii

### О

Обзор продукта  
аналоговый модуль HART, 2-1  
Область данных пользователя  
аналоговый модуль HART, 3-5  
Область действия  
руководство, iii  
Область передачи  
клиент, 7-8  
Обработка ошибок  
HART, 2-14  
Основные установки  
блок параметров, 4-1, 4-3  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 4-1  
SM 332 AO 8 x 0/4...20mA HART, 4-3  
Ответ  
HART, 5-3  
Ответ HART, 2-10, 7-8  
проверки, 7-11  
состояние обработки, 7-9  
структура записи данных, 7-10

Ошибка протокола  
HART, 7-12

## П

Параметризация  
полевое устройство, 3-6  
права доступа, 3-6  
STEP7, 3-4

Параметры аналогового модуля ввода HART  
структура записи, 7-3

Параметры аналогового модуля вывода HART  
структура записи, 7-4

Параметры HART, 2-10  
пример, 2-10

Перепараметризация  
полевое устройство, 3-4, 3-6

Перепараметризация HART, 5-2

Подавление частоты помех, 4-2

Полевое оборудование, 3-1

Полевое устройство, 2-2, 3-1  
ввод в действие, 3-4  
диагностика, 3-5  
инструментальное средство параметризации  
SIMATIC PDM, 3-4, 3-5  
использование, 3-5  
параметризация, 3-6  
перепараметризация, 3-6  
состояние устройства, 3-6

Полевое устройство HART, 2-10

Права доступа  
параметризация, 3-6

Правила  
HART-связь, 7-8

Прерывания  
аналоговый модуль HART, 5-3

Пример  
HART-команда, 2-10  
HART-параметр, 2-10  
HART-программирование, 2-11

Пример конфигурации  
ввод в действие, 3-1

Пример AI-HART  
запись DB128 с помощью SFC 58  
WR\_REC, 3-3

Проверка на короткое замыкание, 6-8

Проверка обрыва провода  
аналоговый модуль ввода HART, 6-2

Проверки  
HART-ответ, 7-11

Протокол HART, 2-9

Путеводитель  
руководство, iv

## Р

Разрешение измеряемых значений  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 6-2

Руководство  
область применимости, iii  
цель, iii  
DP master, iv

## С

Сглаживание, 4-1, 6-2

Система  
HART, 2-13

Состояние устройства  
полевое устройство, 3-7  
SFC, 5-3

Статические параметры  
аналоговый модуль HART, 7-3

Схема подключения  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 6-3  
SM 332 AO 8 x 0/4...20mA, 6-10

## Т

Технические данные  
аналоговый модуль ввода HART, 6-1  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART, 6-4  
SM 332 AO 8 x 0/4...20mA HART, 6-11

Токовая петля  
HART, 2-13

## У

Удаление и вставка  
аналоговый модуль ввода HART, 6-3

Утилизация и удаление отходов, iv

Учебный центр, iv

## Ф

Формат записи  
аналоговый модуль HART, 7-1  
диагностика аналогового модуля HART, 7-6  
записи данных о параметрах для HART, 7-13  
ответ HART, 7-10  
параметры аналогового модуля ввода  
HART, 7-3  
параметры аналогового модуля вывода  
HART, 7-4  
HART-команда, 7-9  
HART-связь, 7-8  
Функция HART, 4-2, 4-3

## Э

Этап эксплуатации  
    пример конфигурации, 3-1

## Н

### НART

    байты состояния, 5-3  
    блок параметров, 4-2, 4-3  
    введение, 2-8  
    вид измерения, 4-1  
    групповая ошибка, 7-11  
    инструментальное средство  
        параметризации, 2-13  
    канал, 6-1  
    обработка ошибок, 2-14  
    определение, 2-8  
    ответ, 5-3  
    ошибка протокола, 7-12  
    повторения, 4-3  
    преимущества, 2-8  
    применение, 2-8, 2-13  
    принцип действия, 2-9  
    система, 2-13  
    токовая петля, 2-13  
НART-связь, 7-1  
    правила координации, 7-9  
НART-устройство, 2-2  
НART Handheld, 2-13  
НART master, 2-2  
НART-программирование  
    пример, 2-11  
НART-сигнал, 2-9  
HCF, 2-8

## I

Internet  
    Service & support, v

## M

Master, 2-13  
Master класса 1  
    PROFIBUS-DP, 3-5  
Master класса 2  
    PROFIBUS-DP, 3-5

## P

PROFIBUS-DP  
    децентрализованная периферия, 2-2  
    master класса 1, 3-5  
    master класса 2, 3-5

## S

Service & support, v  
SFC  
    состояние устройства, 5-3  
    формат записи, 7-2  
SIMATIC PDM, 2-13, 3-1  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART  
    основные установки, 4-1  
SM 331 8AI-HART, 1-1  
SM 331 AI 8 x 0/4...20mA HART  
    диагностика, 4-1, 5-1  
    диапазон измерения, 4-2  
    граничное значение, 4-2  
    измерение, 4-1  
    разрешение измеренного значения, 6-2  
    схема подключения, 6-3  
    технические данные, 6-4  
SM 332 8AO-HART, 1-1  
SM 332 AO 8 x 0/4...20mA  
    схема подключения, 6-10  
SM 332 AO 8 x 0/4...20mA HART  
    диагностика, 4-3, 5-1  
    основные установки, 4-3  
    технические данные, 6-11  
STEP7  
    конфигурирование, 3-4  
    параметризация, 3-4