



Закрытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие «Автоматика»

Код ОКПД-2 26.51.43.117
Код ТН ВЭД ЕАЭС 9030 33 300 0



**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
И ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ**

НПТ-1Ц, НПТ-2Ц

Руководство по эксплуатации
АВДП.405500.003.02РЭ

Приложение К
Цифровые сигналы преобразователей НПТ-хЦ.х-х-HART

г. Владимир

Версия документа 02РЭ

Редакция от 26 мар, 2019

Файл: АДП.405500.003.02РЭ.НПТЦ_РЭ.Приложение_K(HART).v02-05.190326.odt

Оглавление

Приложение К

Цифровые сигналы преобразователей НПТ-хЦ, х-х-НАРТ.....	4
К.1 Формирование сигналов цифровой связи.....	4
К.2 Работа с преобразователями по НАРТ-протоколу.....	4
К.3 Формат сообщений НАРТ-протокола.....	6
К.4 Структура и описание команд.....	7
Лист регистрации изменений.....	23

					АВДП.405500.003.02РЭ							
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Преобразователи измерительные НПТ-1Ц, НПТ-2Ц Руководство по эксплуатации Приложение К			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>									3	24	
<i>Проверил</i>	<i>Дерябин</i>											
<i>Гл. констр.</i>	<i>Шмелёв</i>											
<i>Н.Контр.</i>	<i>Смирнов</i>											
<i>Уте.</i>	<i>Петров</i>				ЗАО "НПП Автоматика"							

Приложение К

Цифровые сигналы преобразователей НПТ-хЦ.х-х-HART

К.1 Формирование сигналов цифровой связи.

К.1.1 Преобразователи температуры измерительные НПТ-хЦ.х-х-HART могут передавать информацию об измеряемой величине в цифровом виде на основе HART-протокола вместе с аналоговым сигналом постоянного тока от 4 до 20 мА. Цифровые сигналы преобразователей обеспечивают двухстороннюю цифровую связь в системах автоматического контроля и управления с передачей результатов измерений и управляющих сигналов.

Цифровая связь реализуется по двухпроводной линии выходного тока, совмещенной с шинами напряжения питания. Цифровые сигналы передаются синусоидальным переменным током амплитудой 0,5 мА, наложенным на постоянный ток петли от 4 до 20 мА. HART-протокол, поддерживаемый преобразователями, использует стандарт «Bell 202» кодировки сигнала методом частотной манипуляции на частотах 1200 Гц и 2200 Гц для обмена цифровыми данными на скорости 1200 Бод. Сигнал логической «1» передается частотой 1200 Гц, сигнал логического «0» — частотой 2200 Гц (Рисунок К.1).

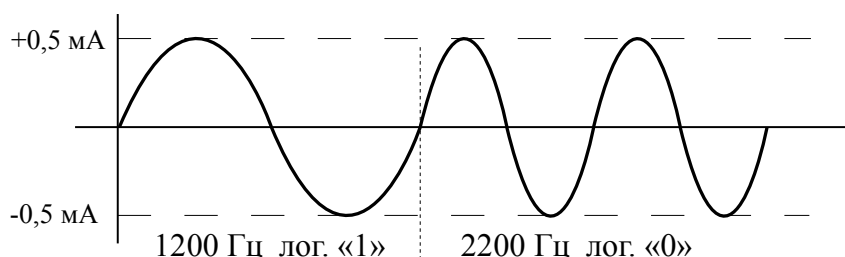


Рисунок К.1 - Сигналы HART-протокола

К.1.2 Для применения преобразователей в системах автоматического контроля и управления на базе компьютера со связью через асинхронный последовательный порт используется HART-модем.

К.2 Работа с преобразователями по HART-протоколу.

К.2.1 HART-протокол построен по принципу «Главный — Подчиненный». Инициатором обмена данными является «главное» (управляющее) устройство, отправляющее запросы. Преобразователи являются «подчиненными» («полевыми») устройствами и только отвечают на запросы. HART-протокол допускает одновременное наличие в системе двух управляющих устройств: системы управления (на базе компьютера с подключенным HART-модемом) и портативного HART-коммуникатора. Эти два устройства имеют разные адреса и осуществляют обмен данными в режиме разделения времени канала связи; таким образом преобразователи могут принимать и выполнять команды каждого из них.

Преобразователи поддерживают работу по HART-протоколу в режиме «точка-точка» (Рисунок К.2) или в «многоточечном» режиме (Рисунок К.3).

Лист	АВДП.405500.003.02РЭ				
4		Изм	Лист	№ докум.	Подпись

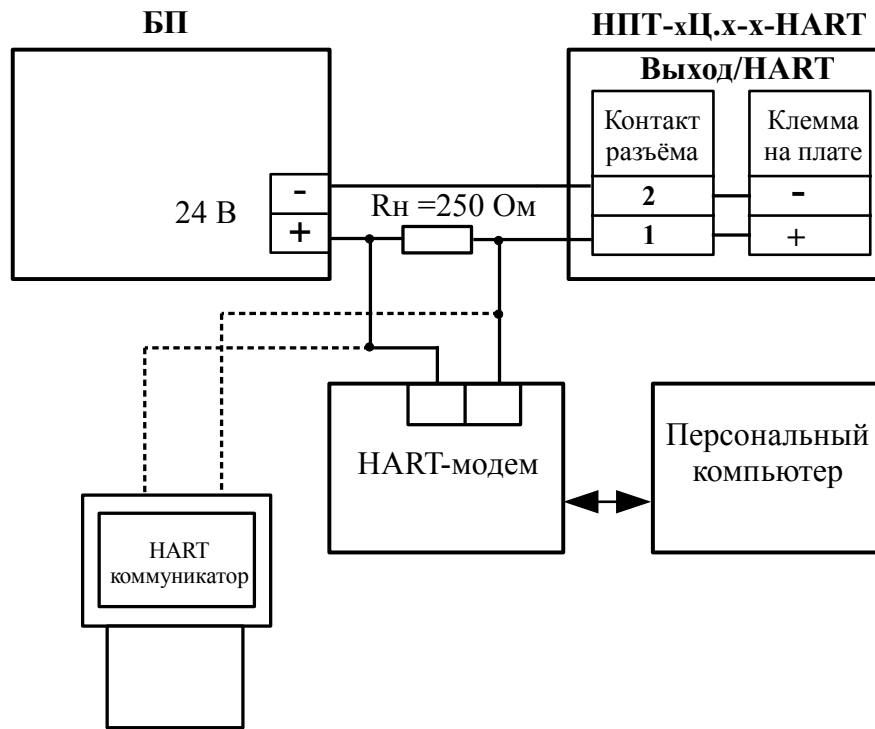


Рисунок К.2 - Схема электрическая соединений НПТ-хЦ.х-х-HART в режиме «точка-точка»

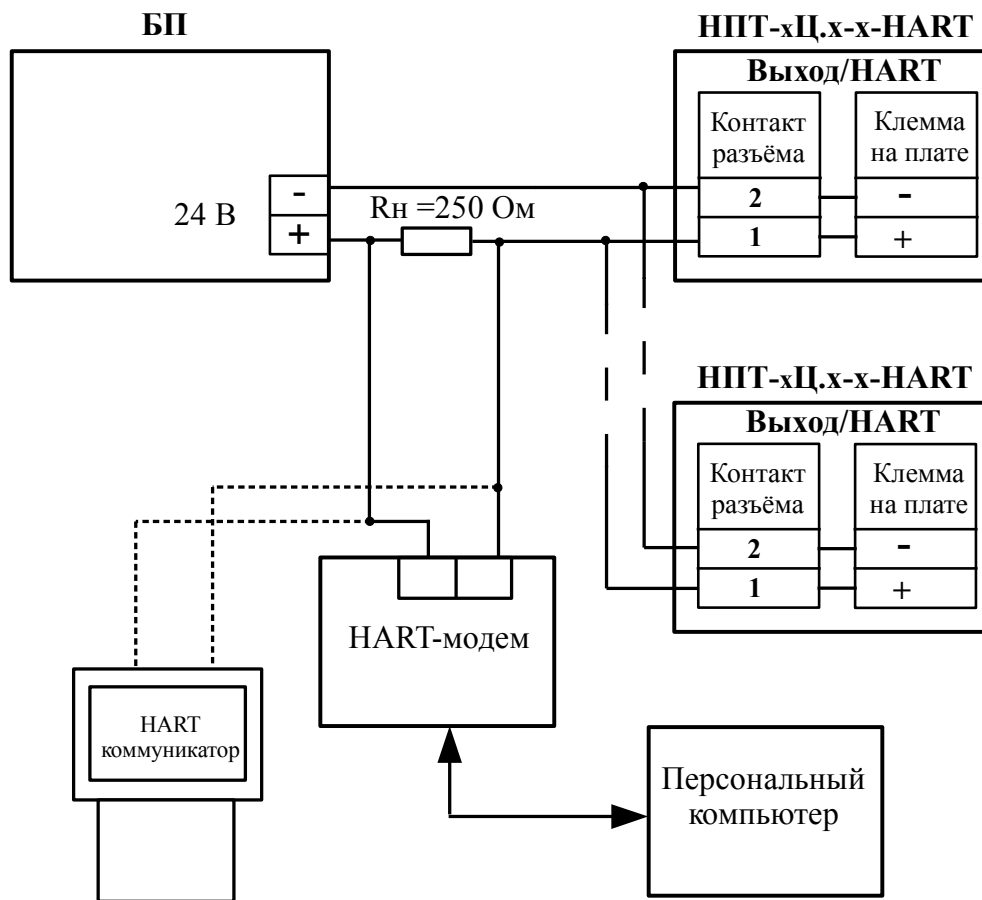


Рисунок К.3 - Схема электрическая соединений НПТ-хЦ.х-х-HART в «многоточечном» режиме

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

АВДП.405500.003.02РЭ

Лист

5

К.2.2 В режиме «точка-точка» преобразователи поддерживают обмен данными с одним или двумя управляющими HART-устройствами (портативный HART-коммуникатор, компьютер с HART-модемом), при этом:

- преобразователи имеют «короткий адрес» («Polling Address») равный «0» (заводская установка);
- преобразователи формируют стандартный унифицированный выходной сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА в соответствии с заданными параметрами (смотри п. 8.2 «Режим «Настройка» настоящего Руководства и Приложение Е);
- преобразователи формируют цифровой сигнал в стандарте HART-протокола, передаваемый по двухпроводной линии токовой петли 4-20 мА; при этом цифровой сигнал не искажает аналоговый сигнал.

К.2.3 В «многоточечном» режиме преобразователи допускают подключение нескольких (до 15) преобразователей к одному HART-модему, соединенному с портом компьютера. При этом:

- все подключенные преобразователи должны иметь «короткий адрес» отличный от «0» в допустимом диапазоне значений от «1» до «15»;
- установка адреса, отличного от «0», переводит преобразователи в режим формирования фиксированного выходного тока 4 мА независимо от величины измеренного значения температуры;
- преобразователи формируют цифровой сигнал в стандарте HART-протокола, передаваемый по двухпроводной линии токовой петли 4-20 мА, наложенный на фиксированный выходной ток 4 мА.

К.3 Формат сообщений HART-протокола.

Все сообщения HART-протокола кодируются стандартным методом UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) последовательностью 8-разрядных байтов. Как в большинстве асинхронных коммуникационных связей, в HART-протоколе к каждому передаваемому байту (символу) добавляются стартовый бит, бит четности (паритета) и один стоп-бит. Это позволяет устройствам распознавать начало каждого символа и обнаруживать возможную ошибку в разрядах, которая может возникнуть из-за помех.

В HART-протоколе используется проверка на нечетность (Odd); скорость обмена данными 1200 Бод. Формула настройки асинхронного последовательного коммуникационного порта выглядит следующим образом: 8-Odd-1.

Каждое сообщение HART-протокола включает в себя преамбулу, стартовый символ, адреса источника (управляющего устройства) и назначения («полевого» устройства), команду а также контрольную сумму для обнаружения любых искажений передаваемых данных. Поле статуса устройства включается только в ответные сообщения «полевых» устройств и служит для контроля текущего состояния устройства, а также HART-команды или соединения. В зависимости от команды (или ответа) сообщение может содержать или не содержать поле данных. Рисунок К.4 отображает общий формат сообщений HART-протокола.

Лист	АВДП.405500.003.02РЭ				
6		Изм	Лист	№ докум.	Подпись

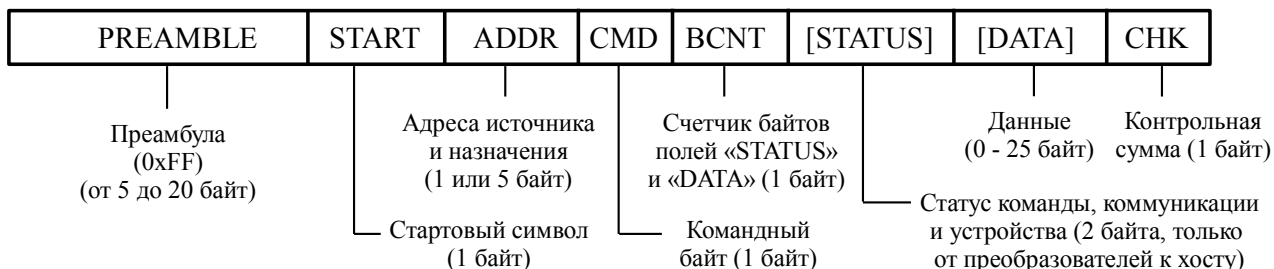


Рисунок К.4 - Формат сообщений HART-протокола

Начиная с пятой версии HART-протокола сообщения могут быть в длинном или коротком формате. В коротком формате сообщений адрес полевого устройства состоит из четырех бит и может принимать значения «0» (для одноточечных систем, смотри п. К.2.2 , Рисунок К.2) или от «1» до «15» (для многоточечных систем, смотри п. К.2.3 , Рисунок К.3). Поле адресов «ADDR» (Рисунок К.4) при коротком формате сообщения состоит из одного байта.

В длинном формате сообщения адрес полевого устройства представляет собой 38-битный уникальный идентификатор. Поле адресов при длинном формате сообщения содержит пять байт.

К.4 Структура и описание команд.

К.4.1 Структура команд.

Препамбула содержит от 5 до 20 байт шестнадцатеричных значений 0xFF и позволяет принимающему устройству или HART-модему синхронизироваться с частотой сигнала и поступающим потоком символов, а также обеспечивает небольшую задержку, требующуюся для смены режима «прием / передача».

Стартовый символ в HART-сообщении имеет одно из нескольких значений. В нем содержится информация о том, какой формат сообщения используется (короткий или длинный) и источник сообщения (от управляющего устройства к преобразователю или ответ преобразователя управляющему устройству):

- шестнадцатеричное значение 0x02 — сообщение короткого формата от управляющего устройства к преобразователю;
- шестнадцатеричное значение 0x82 — сообщение длинного формата от управляющего устройства к преобразователю;
- шестнадцатеричное значение 0x06 — сообщение короткого формата от преобразователя к управляющему устройству;
- шестнадцатеричное значение 0x86 — сообщение длинного формата от преобразователя к управляющему устройству.

Поле **Адреса** содержит адрес управляющего устройства и адрес преобразователя. При коротком или длинном формате сообщения старший бит поля адреса является однобитовым адресом управляющего устройства.

При коротком формате сообщения младшие четыре бита единственного байта поля адреса содержат «короткий адрес» («Polling Address») преобразователя.

При длинном формате сообщения младшие 38 бит пятибайтового поля адреса содержат уникальный идентификатор («Slave Address») преобразователя, состоящий из шестибитового кода фирмы-производителя, восьмибитового кода типа устройства и 24-битного заводского номера преобразователя.

Командный байт содержит целочисленное значение, сопоставляемое с одной из команд. Допустимый интервал значений от «0» до «253» (от 0x00 до 0xFD в шестнадцатеричном представлении). В ответном сообщении на команду преобразователь повторяет принятое значение командного байта.

Таблица К.1 содержит сводный перечень и краткое описание HART-команд преобразователей НРТ-хЦ.х-х-HART.

Счетчик байтов содержит суммарное количество байтов последующих полей «SATATUS» и «DATA» HART-сообщений. В случае отсутствия этих полей в сообщении, счетчик байтов принимает значение «0». Приемное устройство использует значение счетчика байтов для идентификации байта контрольной суммы и определения конца сообщения.

Поле **Статуса** команды, коммуникации и устройства состоит из двух байт и содержится только в ответных HART-сообщениях от преобразователей. В первом байте содержится информация об ошибках коммуникации, если они были обнаружены, и статусе принятой команды. Во втором байте статуса содержится информация о текущем состоянии функционирования преобразователя. Подробно кодирование статуса описано в п. К.4.3 .

Данные в сообщениях HART-протокола могут быть в формате целых чисел, чисел с плавающей точкой или символов ASCII. Не все команды или ответные послы преобразователей содержат поле данных. Размер поля данных не должен превышать 25 байт. Количество байтов в поле данных и формат их представления описываются для каждой команды индивидуально. Данными могут являться:

- «Unsigned-*nn*» — беззнаковые целые числа, где *nn* — количество разрядов (бит): 8-, 16-, 24- или 32-разрядные; многобайтовые числа передаются старшим значащим разрядом (байтом) вперед (MSB — LSB);
- «Float» — числа с плавающей точкой одинарной точности в формате стандарта IEEE754;
- «Bits» — битовые поля, кодированные как 8-битные целые числа; каждый отдельный бит имеет определенное значение в зависимости от команды;
- «Enum» — нумерованные элементы списков, кодированные как 8-битные целые числа;
- «Date» — дата, состоящая из трех 8-битных целых беззнаковых чисел, представляющих соответственно: день, месяц, год минус 1900;
- «Packed» — строка, состоящая из 6-битных буквенно-цифровых символов, которые являются подмножеством набора символов ASCII (SixBit ASCII), упакованных по четыре символа в три байта; упакованные строки ASCII дополняются пробелами (код 32 или 0x20 в шестнадцатеричном виде).

Контрольная сумма содержит однобайтовый результат побитовой операции «Исключающее ИЛИ» (XOR) над всеми байтами HART-сообщения, начиная со стартового символа. Таким образом, наряду с проверкой четности в каждом байте, обеспечивается контроль целостности передачи всего сообщения.

Лист	АВДП.405500.003.02РЭ				
8		Изм	Лист	№ докум.	Подпись

К.4.2 Описание команд.

Все HART-команды распределены по трем группам: универсальные, общеупотребительные и специфичные. Универсальные команды имеют номера от «0» до «30», «38» и «48», общеупотребительные — от «32» до «126», кроме «38» и «48», специфичные — от «128» до «253». Таблица К.1 содержит сводный перечень команд преобразователей.

Таблица К.1 - Сводный перечень HART-команд преобразователей

№ команды	Группа команд	Краткое описание команды
0	Универсальные команды	Прочитать уникальный идентификатор преобразователя
1		Прочитать значение температуры (первичной переменной)
2		Прочитать значение выходного тока и процент шкалы
3		Прочитать динамические переменные и значение выходного тока
6		Записать адрес опроса (Polling Address)
7		Прочитать адрес опроса и режим функционирования токового выхода
11		Прочитать уникальный идентификатор преобразователя, ассоциированный с тэгом
12		Прочитать 32-символьное сообщение пользователя
13		Прочитать тэг, описание тэга и дату
14		Прочитать информацию о датчике первичной переменной
15		Прочитать информацию о преобразователе
16		Прочитать номер конечной сборки
17		Записать 32-символьное сообщение пользователя
18		Записать тэг, описатель и дату
19		Записать номер конечной сборки
38		Сбросить статусный флаг «конфигурация изменена»
48		Прочитать дополнительный статус преобразователя
34		Общеупотребительные команды
35	Записать значения верхнего и нижнего пределов диапазона преобразования	
36	Установить значение верхнего предела диапазона преобразования	
37	Установить значение нижнего предела диапазона преобразования	
40	Войти (выйти) в режим фиксированного выходного тока	
42	Выполнить программный сброс преобразователя	
45	Подстроить минимальный выходной ток 4 мА	
46	Подстроить максимальный выходной ток 20 мА	

№ команды	Группа команд	Краткое описание команды
49		Записать серийный номер датчика температуры (первичной переменной)
59		Записать число символов преамбулы ответных сообщений
73		Выполнить поиск устройства
129	Специфичные команды	Установить режим защиты от записи в преобразователь
130		Прочитать конфигурацию преобразователя
132		Прочитать параметры индикации (положение десятичной точки)
133		Записать параметры индикации
134		Записать параметры фильтрации (количество усредняемых измерений)
143		Выполнить коррекцию температуры в первой точке коррекции
144		Выполнить коррекцию температуры во второй точке коррекции
150		Прочитать выбранный тип входного сигнала и тип сенсора
151		Записать тип входного сигнала
152		Записать тип сенсора температуры
153		Прочитать вариант схемы подключения термометра сопротивления
154		Записать вариант схемы подключения термометра сопротивления
155		Прочитать значение сопротивления ТС при 0 °С
156		Записать значение сопротивления ТС при 0 °С
157		Прочитать значение сопротивления соединительных проводов ТС
158		Записать значение сопротивления соединительных проводов ТС
160		Прочитать параметр компенсации температуры свободных концов термопары
161		Записать параметр компенсации температуры свободных концов термопары
170		Войти (выйти) в режим калибровки
171		Выполнить калибровку входных цепей по напряжению
172	Выполнить калибровку входных цепей по сопротивлению	
173	Выполнить калибровку температуры свободных концов термопары	
174	Прочитать физическую величину входного воздействия при калибровке	
192	Сохранить / восстановить заводские настройки	

Примечание — Команда 73 «Выполнить поиск устройства» служит для быстрого поиска конкретного преобразователя, около которого находится оператор, когда неизвестны опросный и полный адрес преобразователя. Команда отправляется широкоэвещательно всем устройствам в сети, а ответную посылку формирует только тот преобразователь, на котором в этот момент времени нажаты одновременно две кнопки: ⊕ и ⊖.

Таблица К.2 содержит описание HART-команд преобразователей, полей данных запросов и ответов преобразователей. Форматы данных, обозначенные в таблице, описаны в п. К.4.1 . Расшифровка значений кодов статуса ответных сообщений преобразователей приведена в п. К.4.3 .

Таблица К.2 - Описание HART-команд преобразователей

№ ко-манды	Тип тран-закции	Данные транзакций			Коды статуса (байт 1)
		Номера байтов	Формат данных	Описание	
0	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Unsigned-8	«254»	0
		1	Unsigned-8	Код производителя устройства	
		2	Unsigned-8	Код типа устройства	
		3	Unsigned-8	Минимальное требуемое число символов преамбулы	
		4	Unsigned-8	Версия универсальных команд	
		5	Unsigned-8	Версия специфичных команд	
		6	Unsigned-8	Версия программного обеспечения	
		7	Unsigned-8	Версия аппаратного обеспечения	
		8	Unsigned-8	Флаги функций устройства	
		9 — 11	Unsigned-24	Заводской номер преобразователя	
		12	Unsigned-8	Длина преамбулы ответных посылок	
		13	Unsigned-8	Максимальное число переменных преобразователя	
		14 — 15	Unsigned-16	Значение счетчика изменений конфигурации преобразователя	
		16	Bits	Расширенный статус преобразователя	
		17 — 18	Enum	Идентификационный код производителя	
		19 — 20	Enum	Код личной метки дистрибьютора	
		21	Enum	Профиль устройства (преобразователя)	
1	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Enum	Код единиц измерения первичной переменной	0
		1 — 4	Float	Измеренное значение температуры	
2	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение выходного тока, мА	0
		4 — 7	Float	Значение процента шкалы, %	

№ ко-манды	Тип тран-закции	Данные транзакций			Коды статуса (байт 1)	
		Номера байтов	Формат данных	Описание		
3	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—	
	ответ	0 — 3	Float	Значение выходного тока, мА	0	
		4	Enum	Код единиц измерения первичной переменной		
5 — 8	Float	Измеренное значение температуры				
6	запрос	0	Unsigned-8	Адрес опроса (Polling Address)	—	
		1	Enum	Режим функционирования токового выхода		
	ответ	0	Unsigned-8	Адрес опроса (Polling Address)		0, 2, 5, 7, 12, 16
		1	Enum	Режим функционирования токового выхода		
7	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—	
	ответ	0	Unsigned-8	Адрес опроса (Polling Address)	0	
		1	Enum	Режим функционирования токового выхода		
11	запрос	0 — 5	Packed	Значение тэга	—	
	ответ	0 — 21		Смотри команду «0»	0	
12	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—	
	ответ	0 — 23	Packed	Сообщение пользователя	0	
13	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—	
	ответ	0 — 5	Packed	Значение тэга	0	
		6 — 17	Packed	Описание тэга		
		18 — 20	Date	Дата (записи тэга)		
14	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—	
	ответ	0 — 2	Unsigned-24	Серийный номер датчика первичной переменной	0	
		3	Enum	Код единиц измерения пределов и минимального диапазона датчика		
		4 — 7	Float	Верхний предел датчика первичной переменной		
		8 — 11	Float	Нижний предел датчика первичной переменной		
		12 — 15	Float	Минимальный динамический диапазон датчика первичной переменной		

№ ко-манды	Тип тран-закции	Данные транзакций			Коды статуса (байт 1)
		Номера байтов	Формат данных	Описание	
15	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Enum	«250» — поле не используется	0, 16
		1	Enum	Тип функции преобразования	
		2	Enum	Код единиц измерения пределов диапазона преобразования	
		3 — 6	Float	Верхний предел диапазона преобразования	
		7 — 10	Float	Нижний предел диапазона преобразования	
		11 — 14	Float	Значение времени демпфирования, секунды	
		15	Enum	Режим защиты от записи	
		16	Enum	«250» — поле не используется	
17	Bits	Флаги аналогового канала			
16	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0 — 2	Unsigned-24	Номер конечной сборки	0
17	запрос	0 — 23	Packed	Сообщение пользователя	—
	ответ	0 — 23	Packed	Сообщение пользователя	0, 7
18	запрос	0 — 5	Packed	Значение тэга	—
		6 — 17	Packed	Описание тэга	
		18 — 20	Date	Дата	
	ответ	0 — 5	Packed	Значение тэга	0, 5, 7
		6 — 17	Packed	Описание тэга	
		18 — 20	Date	Дата	
19	запрос	0 — 2	Unsigned-24	Номер конечной сборки	—
	ответ	0 — 2	Unsigned-24	Номер конечной сборки	0, 5, 7
34	запрос	0 — 3	Float	Значение времени демпфирования	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение времени демпфирования	0, 3, 4, 5, 7, 16
35	запрос	0	Enum	Код ед.измер. пределов диапазона преобр.	—
		1 — 4	Float	Верхний предел диапазона преобразования	
		5 — 8	Float	Нижний предел диапазона преобразования	
	ответ	0	Enum	Код единиц измерения пределов диапазона преобразования	0, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 29
		1 — 4	Float	Верхний предел диапазона преобразования	
		5 — 8	Float	Нижний предел диапазона преобразования	

№ ко-манды	Тип тран-закции	Данные транзакций			Коды статуса (байт 1)
		Номера байтов	Формат данных	Описание	
36	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	—	—	Данные отсутствуют	0, 6, 7, 9, 10, 14, 16, 29
37	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	—	—	Данные отсутствуют	0, 6, 7, 9, 10, 14, 16, 29
38	запрос	0 — 1	Unsigned-16	Значение счетчика изменений конфигурации преобразователя	—
	ответ	0 — 1	Unsigned-16	Значение счетчика изменений конфигурации преобразователя	0, 5, 7, 9
40	запрос	0 — 3	Float	Значение выходного тока, мА	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение выходного тока, мА	0, 3, 4, 5, 7, 11, 16
42	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	—	—	Данные отсутствуют	0, 16
45	запрос	0 — 3	Float	Измеренное внешним прибором значение выходного тока, мА	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение выходного тока, мА	0, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 16
46	запрос	0 — 3	Float	Измеренное внешним прибором значение выходного тока, мА	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение выходного тока, мА	0, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 16
48	запрос	0	Enum	Код ошибки АЦП	—
		1	Bits	Флаги состояния АЦП	
		2	Bits	Флаги ошибок EEPROM	
		3 — 5	Bits	«0» (зарезервировано)	
		6	Bits	Расширенный статус	
		7	Bits	Режим функционирования («0»)	
		8	Bits	Стандартизованный статус 0	
	ответ	0	Enum	Код ошибки АЦП	0
		1	Bits	Флаги состояния АЦП	

№ ко-манды	Тип тран-закции	Данные транзакций			Коды статуса (байт 1)
		Номера байтов	Формат данных	Описание	
		2	Bits	Флаги ошибок EEPROM	
		3 — 5	Bits	«0» (зарезервировано)	
		6	Bits	Расширенный статус	
		7	Bits	Режим функционирования («0»)	
		8	Bits	Стандартизованный статус 0	
49	запрос	0 — 2	Unsigned-24	Серийный номер датчика температуры	—
	ответ	0 — 2	Unsigned-24	Серийный номер датчика температуры	0, 5, 7
59	запрос	0	Unsigned-8	Число символов преамбулы ответных сообщений	—
	ответ	0	Unsigned-8	Число символов преамбулы ответных сообщений	0, 3, 4, 5, 7, 16
73	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0 — 21		Смотри команду «0»	0
129	запрос	0	Unsigned-8	Код режима защиты от записи	—
	ответ	0	Unsigned-8	Код режима защиты от записи	0, 5, 7, 16
130	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Enum	Количество знаков после запятой	0, 5
		1	Enum	Тип входного сигнала	
		2	Enum	Тип сенсора температуры	
		3	Enum	Вариант схемы подключения термометра со-противления	
		4 — 7	Float	Значение сопротивления ТС при 0 °С	
		8 — 11	Float	Значение сопротивления соединительных проводов ТС	
		12	Enum	Значение параметра компенсации температу-ры свободных концов термопары	
		13 — 16	Float	Значение температуры коррекции в первой точке	
		17 — 20	Float	Значение температуры коррекции во второй точке	
21	Unsigned-8	Значение параметра фильтрации (число из-мерений для усреднения)			
132	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Enum	Количество знаков после запятой	0, 5

№ ко-манды	Тип тран-закции	Данные транзакций			Коды статуса (байт 1)
		Номера байтов	Формат данных	Описание	
133	запрос	0	Enum	Количество знаков после запятой	—
	ответ	0	Enum	Количество знаков после запятой	0, 5, 7, 9, 16
134	запрос	0	Unsigned-8	Количество измерений для усреднения	—
	ответ	0	Unsigned-8	Количество измерений для усреднения	0, 3, 5, 7, 16
143	запрос	0 — 3	Float	Значение температуры в первой точке кор-рекции	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение температуры в первой точке кор-рекции	0, 2, 3, 4, 5, 7, 16
144	запрос	0 — 3	Float	Значение температуры во второй точке кор-рекции	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение температуры во второй точке кор-рекции	0, 2, 3, 4, 5, 7, 16
150	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Enum	Тип входного сигнала	0, 5
1		Enum	Тип сенсора температуры		
151	запрос	0	Enum	Тип входного сигнала	—
	ответ	0	Enum	Тип входного сигнала	0, 2, 5, 7, 16
152	запрос	0	Enum	Тип сенсора температуры	—
	ответ	0	Enum	Тип сенсора температуры	0, 2, 5, 7, 16
153	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Enum	Вариант схемы подключения термометра со-противления	0, 5, 8
154	запрос	0	Enum	Вариант схемы подключения термометра со-противления	—
	ответ	0	Enum	Вариант схемы подключения термометра со-противления	0, 2, 3, 5, 7, 16
155	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение сопротивления ТС при 0 °С	0, 5, 8
156	запрос	0 — 3	Float	Значение сопротивления ТС при 0 °С	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение сопротивления ТС при 0 °С	0, 2, 3, 4, 5, 7, 16

№ ко-манды	Тип тран-закции	Данные транзакций			Коды статуса (байт 1)
		Номера байтов	Формат данных	Описание	
157	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение сопротивления соединительных проводов ТС	0, 5, 8
158	запрос	0 — 3	Float	Значение сопротивления соединительных проводов ТС	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение сопротивления соединительных проводов ТС	0, 2, 3, 4, 5, 7, 16
160	запрос	—	—	Данные отсутствуют	—
	ответ	0	Enum	Значение параметра компенсации температуры свободных концов термопары	0, 5, 8
161	запрос	0	Enum	Значение параметра компенсации температуры свободных концов термопары	—
	ответ	0	Enum	Значение параметра компенсации температуры свободных концов термопары	0, 2, 3, 5, 7, 16
170	запрос	0 — 3	Float	Код доступа к режиму калибровки	—
	ответ	0	Bits	Флаг готовности к калибровке	0, 5, 7, 16
		1	Enum	Выбранный тип входного сигнала	
171	запрос	0 — 3	Float	Значение приложенного ко входу напряжения, мВ	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение приложенного ко входу напряжения, мВ	0, 2, 3, 4, 5, 7, 16
172	запрос	0 — 3	Float	Значение подключенного ко входу сопротивления, Ом	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение подключенного ко входу сопротивления, Ом	0, 2, 3, 4, 5, 7, 16
173	запрос	0 — 3	Float	Значение температуры свободных концов термопары, °С	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение температуры свободных концов термопары, °С	0, 2, 3, 4, 5, 7, 16
174	запрос	0	Enum	Тип входного сигнала	—
	ответ	0 — 3	Float	Значение физической величины входного воздействия	0, 2, 5
192	запрос	0	Enum	Тип действия	—
	ответ	0	Enum	Тип действия	0, 2, 5, 7, 12, 16

В случае получения преобразователем команды, отсутствующей в перечне HART-команд преобразователей НПП-хЦ.х-х-HART, ответное сообщение не будет содержать данных, вне зависимости от их наличия и содержания в запросе. При этом код статуса (первый байт) ответного сообщения будет иметь значение 64 — «команда не реализована».

К.4.3 Кодирование статуса.

Два байта статусной информации включаются в каждое ответное HART-сообщение преобразователей и могут нести информацию трех типов: коммуникационные ошибки, отклики на команду и статус преобразователя.

Коммуникационные ошибки (ошибки транзакций) — это ошибки четности, перегрузки по скорости обмена, ошибки синхронизации, ошибки переполнения буфера приема преобразователя и ошибки контрольной суммы. Если в последней транзакции выявлена ошибка, старший бит (бит 7) первого байта статусного поля устанавливается в «1», а детальное описание обнаруженной ошибки содержится в оставшейся части этого байта. При этом поле данных в сообщении отсутствует. Таблица К.3 содержит описание возможных коммуникационных ошибок.

Таблица К.3 - Кодирование коммуникационных ошибок

Номер байта статусного поля	Номера битов	Описание коммуникационной ошибки
1	7	= «1» - Обнаружены ошибки коммуникации:
	6	= «1» - Ошибка четности (паритета)
	5	= «1» - Перегрузка по скорости обмена
	4	= «1» - Ошибка синхронизации
	3	= «1» - Ошибка контрольной суммы
	2	= «0» (резерв)
	1	= «1» - Переполнение приемного буфера преобразователя
	0	= «0» (не определен)
2	7 — 0	Все биты = «0»

Примечания

1 Ошибка четности (паритета) означает, что искажен как минимум один бит в как минимум одном из байтов принимаемого сообщения.

2 Ошибка перегрузки по скорости обмена означает, что как минимум один из принятых байтов не был своевременно обработан и был замещен следующим принимаемым байтом сообщения.

3 Ошибка синхронизации означает, что принятый фрейм сформирован не правильно, нарушен формат посылки; данная ошибка может возникнуть при нарушении длины стоп-бита или при его отсутствии.

4 Ошибка контрольной суммы означает, что вычисленная контрольная сумма сообщения не совпадает с принятой в этом сообщении.

5 Ошибка переполнения приемного буфера преобразователя может возникнуть при приеме нескольких сообщений подряд, без разделительных временных пауз, или если принимаемое сообщение имеет слишком большую длину.

Лист	АВДП.405500.003.02РЭ				
18		Изм	Лист	№ докум.	Подпись
					Дата

При отсутствии коммуникационных ошибок старший бит первого байта статуса устанавливается равным «0». При этом данный байт статуса является кодом отклика на команду (целое число от «0» до «127») и несет информацию о статусе принятой команды. Коды откликов на команду подразделяются:

- по классу откликов: на ошибки и предупреждения;
- по универсальности применения: на однозначные и многозначные.

Таблица К.4 содержит коды откликов на команды (первый байт статусного поля) и их класс, описания кодов откликов и номера команд, в которых они могут применяться.

Таблица К.4 - Кодирование откликов на команды

Код отклика	Класс отклика	Описание кода отклика	Номера команд
0	—	Нет ошибок, команда выполнена успешно	Все команды
2	ошибка	Недопустимый выбор	6, 35, 143, 144, 151, 152, 154, 156, 158, 161, 171, 172, 173, 174, 192
3	ошибка	Параметр слишком велик	34, 40, 45, 46, 59, 134, 143, 144, 154, 156, 158, 161, 171, 172, 173
4	ошибка	Параметр слишком мал	34, 40, 45, 46, 59, 143, 144, 156, 158, 171, 172, 173
5	ошибка	Принятое число байтов данных не соответствует ожидаемому	6, 18, 19, 34, 35, 38, 40, 45, 46, 49, 59, 129, 130, 132 - 134, 143, 144, 150 - 158, 160, 161, 170 - 174, 192
6	ошибка	Команда не была выполнена	36, 37
7	ошибка	Выставлен режим защиты от записи	6, 17, 18, 19, 34-38, 40, 45, 46, 49, 59, 129, 133, 134, 143, 144, 151, 152, 154, 156, 158, 161, 170 - 173, 192
8	предупреждение	Неверно выбран тип входного сигнала	153, 155, 157, 160

Код отклика	Класс отклика	Описание кода отклика	Номера команд				
9	ошибка	Нижний предел преобразования больше максимально допустимой величины	35				
	ошибка	Значение температуры выше допустимого предела	36, 37				
	ошибка	Установлено неверное значение фиксированного выходного тока	45, 46				
	ошибка	Несоответствие счетчика изменений конфигурации	38				
	ошибка	Количество знаков после запятой слишком велико	133				
10	ошибка	Нижний предел преобразования меньше минимально допустимой величины	35				
	ошибка	Значение температуры ниже допустимого предела	36, 37				
11	ошибка	Верхний предел преобразования больше максимально допустимой величины	35				
	ошибка	Токовый выход выключен (преобразователь в многоточечном режиме)	40, 45, 46				
12	ошибка	Неверный выбор режима функционирования токового выхода	6				
	ошибка	Верхний предел преобразования меньше минимально допустимой величины	35				
	ошибка	Ошибка восстановления заводских настроек: отсутствуют сохраненные заводские настройки	192				
13	ошибка	Верхний и нижний пределы преобразования вне допустимых величин	35				
14	предупреждение	Минимальный диапазон слишком мал (точность преобразователя может быть нарушена)	35, 36, 37				
16	ошибка	Доступ ограничен (запись и чтение некоторых параметров преобразователей доступны только в режиме «Измерение»)	6, 15, 34 - 37, 40, 42, 45, 46, 59, 129, 133, 134, 143, 144, 151, 152, 154, 156, 158, 161, 170 - 173, 192				
18	ошибка	Неверный код единиц измерения	35				
29	ошибка	Недопустимый диапазон	35, 36, 37				
64	ошибка	Команда не реализована	Команда, которой нет в Таблица К.1				
Лист	АВДП.405500.003.02РЭ						
20			Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Второй байт статусного поля ответных посылок отражает состояние (статус) преобразователей и включает в себя информацию об изменении условий, конфигурации, или нарушении рабочих режимов. Таблица К.5 содержит расшифровку второго байта статусной информации.

Таблица К.5 - Кодирование статусной информации преобразователей

Номера битов	Описание статуса преобразователей
7	= «1» — неисправность преобразователя
6	= «1» — конфигурация изменена
5	= «1» — «холодный» старт (не используется)
4	= «1» — доступна дополнительная статусная информация
3	= «1» — значение аналогового выхода фиксировано
2	= «1» — значение тока аналогового выхода вышло за предел ограничения
1	= «1» — не первичная переменная вышла за предел ограничения
0	= «1» — первичная переменная вышла за предел ограничения

Примечание — Установленный старший бит второго байта статусного поля еще не говорит об однозначной неисправности прибора.

Лист	АВДП.405500.003.02РЭ					
22		Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов в документе	№ документа	Входящий № сопроводит. документа и дата	Подпись	Дата
	изменённых	заменённых	новых	аннулированных					

ЗАО «Научно-производственное предприятие «Автоматика»
600016, Россия, г. Владимир, ул. Большая Нижегородская, д. 77
Тел.: +7(4922) 475-290, факс: +7(4922) 215-742
e-mail: market@avtomatica.ru
<http://www.avtomatica.ru>