ЭМ-270.000.
000.000.02 РЭ

29.11.2025

V1.0.0

Высокая точность измерений

Короткие прямые участки

Измерение расхода агрессивных сред

Встроенный индикатор

Широкий ряд типоразмеров

Измерение прямого и обратного потока

Широкий выбор материалов футеровки и электродов

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК РАСХОДОМЕРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО «ЭМИС-МАГ 270»

Стандартного исполнения

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



АО «ЭМИС»
Россия,
Челябинск

Общая информация

Настоящее руководство представляет собой описание технических характеристик прибора, указания по настройке, эксплуатации и обслуживанию, поиску и устранению неисправностей, а также другие сведения необходимые для правильного и безотказного использования электронного блока в составе расходомера электромагнитного ЭМИС-МАГ 270 стандартного исполнения (далее «расходомер» или «ЭМ-270»).

АО «ЭМИС» оставляет за собой право вносить в конструкцию расходомеров изменения, не ухудшающие их потребительских качеств, без предварительного уведомления. При необходимости получения дополнений к настоящему руководству по эксплуатации или информации по оборудованию ЭМИС, пожалуйста, обращайтесь к Вашему региональному представителю компании или в головной офис.

Любое использование материала настоящего издания, полное или частичное, без письменного разрешения правообладателя запрещается.

ВНИМАНИЕ!

Перед началом работы следует внимательно изучить настоящее руководство по эксплуатации. Перед началом установки, использования или технического обслуживания расходомеров убедитесь, что Вы полностью ознакомились и поняли содержание руководства. Это условие является обязательным для обеспечения безопасной эксплуатации и нормального функционирования расходомеров.

За консультациями обращайтесь к региональному представителю АО «ЭМИС» или в службу тех. поддержки компании:

тел./факс: +7 (351) 729-99-12

e-mail: support@emis-kip.ru

ВНИМАНИЕ!

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется только на электронные блоки расходомеров электромагнитных ЭМИС-МАГ 270 стандартного исполнения. На другую продукцию производства АО «ЭМИС» и продукцию других компаний документ не распространяется.

Содержание

Содержание ... 3
1. О документе ... 4
1.1. Назначение и область применения ... 4
1.2. Список сокращений ... 4
2. Безопасность ... 5
2.1. Указания по технике безопасности ... 5
3. Описание изделия ... 6
3.1. Основные измеряемые величины и единицы измерения ... 6
4. Схемы подключения питания и выходных сигналов ... 7
4.1. Схемы подключения электрического питания ... 9
4.2. Частотно-импульсный выходной сигнал ... 11
4.3. Токовый выходной сигнал ... 15
4.4. Интерфейс RS-485 ... 17
4.5. Выходной сигнал тревоги ... 18
5. Электрическое подключение (электромонтаж) ... 20
5.1. Необходимый инструмент ... 20
5.2. Порядок электрического подключения электронного блока ... 20
5.3. Рекомендации по применяемым кабелям и длинам линий ... 21
5.4. Обеспечение взрывозащиты ... 23
5.5. Монтаж с обеспечением взрывозащиты ... 23
6. Управление и настройка электронного блока ... 24
6.1. Общая информация ... 24
6.2. Дисплейная панель ... 24
6.3. Режим настройки ... 26
6.4. Обнуление сумматора ... 41
6.5. Журнал изменений ... 41
6.6. Установка нуля ... 42
6.7. Настройка функции обнаружения пустой трубы ... 43
6.8. Пароли ... 44
6.9. Диагностика и устранение неисправностей ... 44
Приложение А. Карта регистров протокола MODBUS для выходных сигналов исполнений М, ИПМ, ТПМ, ИТПМ ... 46
Приложение Б. Карта регистров протокола MODBUS для выходных сигналов исполнений МН, ИПМН, ТПМН, ИТПМН ... 50
Приложение В. Карта переменных протокола HART (версия 5) для выходных сигналов исполнений Н, ИПН, ТПН, ИТПН ... 52
Приложение Г. Карта переменных протокола HART (версия 7) для выходных сигналов исполнений МН, ИПМН, ТПМН, ИТПМН ... 56

1. О документе

1.1. Назначение и область применения

Настоящее руководство содержит информацию о монтаже, подключении и настройке электронного блока электромагнитного расходомера «ЭМИС-МАГ 270» стандартного исполнения.

Настоящее руководство предназначено для лиц, участвующих в монтаже, настройке и эксплуатации расходомера с данным электронным блоком, а также инженеров, занимающихся разработкой совместимого оборудования.

Перед началом работы с электронным блоком необходимо:

- ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации электронного блока и руководством по эксплуатации на расходомер;
- убедиться, что проточная часть (сенсор) смонтирована в соответствии с руководством по эксплуатации;
- ознакомиться со стандартами организации и страны, в которой осуществляется эксплуатация расходомера.

1.2. Список сокращений

В данном руководстве используются следующие сокращения:

- **РЭ** – руководство по эксплуатации.
- **ЭДС** – электродвижущая сила.

2. Безопасность

2.1. Указания по технике безопасности

К монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию расходомеров должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими устройствами.

Все операции по эксплуатации и поверке расходомеров необходимо выполнять с соблюдением требований по защите от статического электричества.

При проведении монтажных, пуско-наладочных работ и ремонта запрещается:

- подключать расходомер к источнику питания с выходным напряжением, отличающимся от указанного в настоящем РЭ;
- использовать электроприборы, электроинструменты без их подключения к шине защитного заземления, а также в случае их неисправности;
- производить замену радиоэлементов при подключенном напряжении питания расходомера.

При проведении монтажных работ опасными факторами являются:

- напряжение с действующим значением выше 50 В переменного и 120 В постоянного тока;
- сырость;
- токопроводящие полы;
- токопроводящая пыль;
- высокая температура.

Перечень нормативно-технической документации, регламентирующей правила монтажа и эксплуатации расходомера, представлен в таблице 2.1.

ВНИМАНИЕ!

Запрещается установка и эксплуатация расходомеров в условиях превышения предельно допустимых параметров давления и температуры измеряемой среды.

Запрещается эксплуатация расходомера при снятых крышках, а также при отсутствии заземления корпуса.

Таблица 2.1. Перечень нормативно-технической информации

Обозначение	Наименование	Пункт
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия	1.3.1
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	1.3.8
ГОСТ 14254-2015	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)	1.5
ПУЭ	Правила устройства электроустановок	2.2, 2.4.2
ПЭЭП	Правила эксплуатации электроустановок потребителей	2.4.2

3. Описание изделия

Электронный блок стандартного исполнения предназначен для работы в составе расходомера «ЭМИС-МАГ 270» вместе с проточной частью. Электронный блок выполняет измерение объемного расхода электропроводных жидкостей в прямом и обратном направлении потока, в том числе агрессивных жидкостей, двухкомпонентных и загрязненных жидкостей (с включением твердых частиц или суспензий) с минимальной удельной электропроводимостью $5 \cdot 10^{-4}$ См/м. Полученная информация может использоваться для технологических целей и учётно-расчётных операций.

Принцип действия электромагнитного расходомера основан на законе электромагнитной индукции. В жидкости индуцируется ЭДС при пересечении ею магнитного поля, создаваемого катушкой индуктивности. ЭДС снимается с двух измерительных электродов, контактирующих с жидкостью и расположенных в направлении, перпендикулярном к направлению движения жидкости. Измеряемый сигнал ЭДС подаётся в электронный преобразователь, где происходит его усиление и вычисление величины скорости потока и объёмного расхода, после этого формируются выходные сигналы.

Электронный блок выводит информацию на дисплей, формирует аналоговый и цифровой выходные сигналы для индикации измеряемых величин, производит накопление значений внутренних счётчиков.

Настройка прибора осуществляется как с использованием дисплея, так и при помощи цифровых протоколов Modbus (согласно приложениям А и Б) и HART (согласно приложениям В и Г).

Внешний вид электронного блока представлен на рис. 3.1.



Рисунок 3.1. Внешний вид электронного блока

3.1. Основные измеряемые величины и единицы измерения

В таблице 3.1 представлены основные измеряемые величины и соответствующие им единицы измерения. Они используются при настройке прибора и в качестве единиц измерения для величин, назначаемых на частотно-импульсный выход.

Таблица 3.1. Измеряемые величины и соответствующие им единицы измерения

Измеряемая величина	Единица измерения
Объемный расход	[м3/ч], [м3/мин], [м3/с], [л/ч], [л/мин], [л/с]
Объемные счетчики	[м^3], [л]
Скорость потока жидкости	[м/с]

4. Схемы подключения питания и выходных сигналов

Внешний вид платы клеммной колодки электронного блока представлен на рисунке 4.1. На клеммной колодке расположены клеммы для подключения питания, частотно-импульсного и токового выходов, а также интерфейса RS-485 (согласно приложениям А и Б).



Рисунок 4.1. Внешний вид клеммной колодки электронного блока

Подключение однопроводного исполнения «РВ» (с одним соединительным кабелем) производится через клеммный блок в соответствии с таблицей 4.1.

Подключение двухпроводного исполнения «РВ» (с двумя соединительными кабелями) производится через клеммный блок в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.1. Назначение клемм однопроводного исполнения «РВ»

Номер клеммы в клеммном блоке	Обозначение клеммы
1	L2 -
2	L1 +
3	Земля
4	COM
5	I+
6	COM
7	P+
8	AH
9	AL
10	T+
11	G
12	T-
13	Служебные клеммы
14	
15	
16	
17	
18	
19	

Таблица 4.2. Назначение клемм двухпроводного исполнения «РВ»

Номер клеммы в клеммном блоке	Обозначение клеммы
1	Служебные клеммы
2	
3	
4	
5	
6	L2 -
7	L1 +
8	Земля
9	COM
10	I+
11	COM
12	P+
13	AH
14	AL
15	T+
16	G
17	T-

ВНИМАНИЕ!

При возникновении трудностей с выбором правильной схемы подключения и параметров цепи, обращайтесь за консультацией в службу технической поддержки ЭМИС.

Вы можете также запросить библиотеку стандартных схем подключения к наиболее распространенным типовым задачам и приборам в Вашем регионе.

4.1. Схемы подключения электрического питания

В таблице 4.3 приведены параметры электрического питания электронного блока. В зависимости от модификации электронного блока может использоваться постоянное питающее напряжение $24V_{DC}$, а также переменное $220V_{AC}$ с частотой 50Гц. Номинальное напряжение питания указано на шильдике электронного блока и в паспорте прибора.

Таблица 4.3. Параметры электрического питания электронного блока (в зависимости от модификации)

Тип напряжения	Номинальное напряжение, В	Диапазон допустимых значений напряжения, В	Мощность, Вт, при номинальном напряжении (не более),
$24V_{DC}$	24	20-36	20 Вт
$220V_{AC}$	220	90-250	20 В·А

Подключение электрического питания осуществляется к клеммам, представленным на рисунке 4.2. Схема подключения питания представлена на рисунке 4.3.

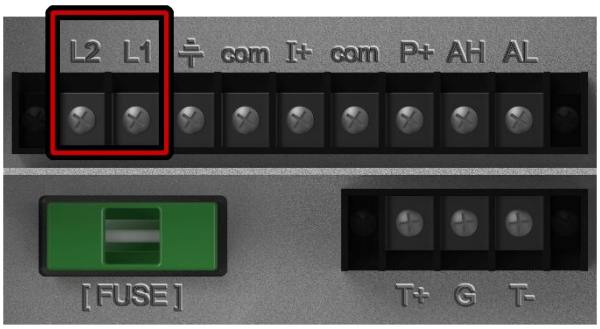


Рисунок 4.2. Клеммы для подключения электрического питания

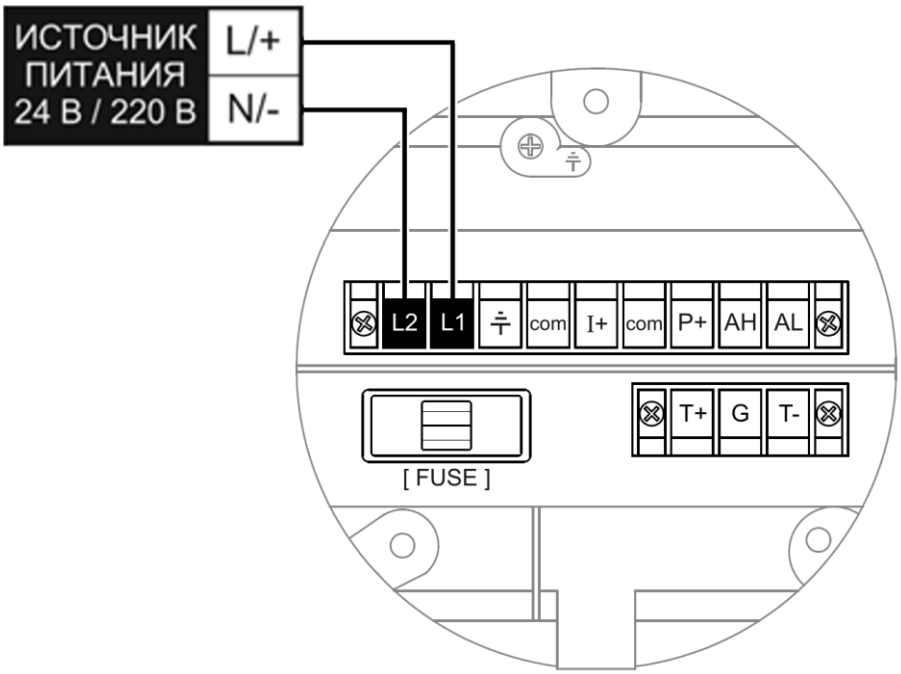


Рисунок 4.3. Схема подключения электронного блока к источнику питания

Заземление может быть подключено к клемме внутри блока (см. рис. 4.3) либо снаружи при помощи винта на корпусе, как показано на рисунке 4.4.

ВНИМАНИЕ!

На заземляющий проводник не должен наводиться или подаваться потенциал.

Запрещено использовать один проводник для заземления двух и более приборов.

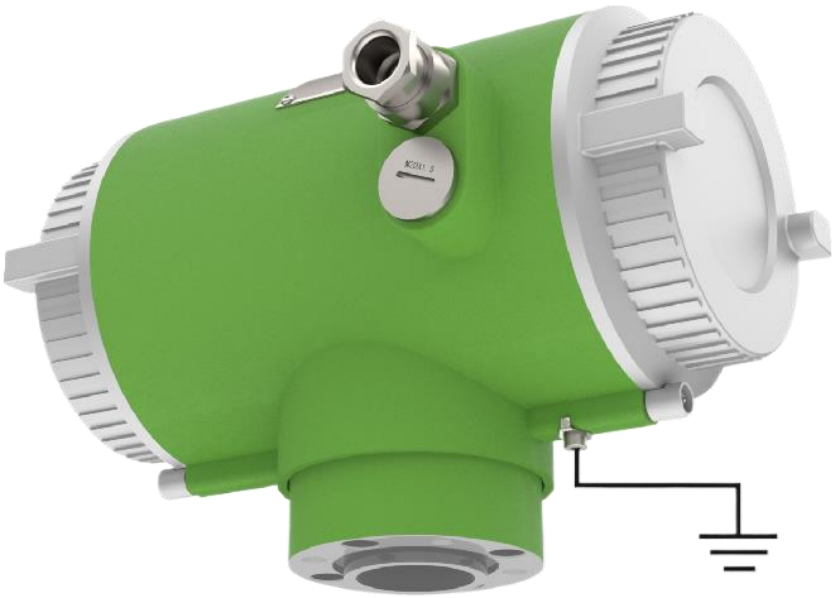


Рисунок 4.4. Внешнее подключение защитного заземления

4.2. Частотно-импульсный выходной сигнал

Для частотно-импульсного выходного сигнала используется схема с открытым стоком (аналогичная схеме с открытым коллектором), изолированная от корпуса, цепей питания и цепей линии RS-485. Для подключения к частотно-импульсному выходу предназначены клеммы, отмеченные на рисунке 4.5.

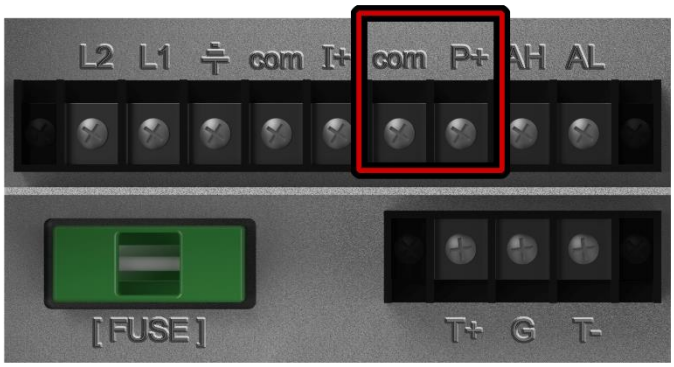


Рисунок 4.5. Клеммы частотно-импульсного выхода

В зависимости от исполнения электронного блока, частотно-импульсный выход может быть пассивным (требуется дополнительное внешнее питание выхода) или активным (питание выходного сигнала осуществляется от внутреннего источника).

Исполнения **ИП**, **ИТП**, **ИПМ**, **ИТПМ**, **ИПН**, **ИТПН**, **ИПМН**, **ИТПМН** – частотно импульсный выход пассивный.

Исполнения **ТП**, **М**, **ТПМ**, **Н**, **ТПН**, **МН**, **ТПМН** – частотно импульсный выход активный.

В таблицах 4.4 и 4.5 приведены электрические параметры частотно-импульсного выхода.

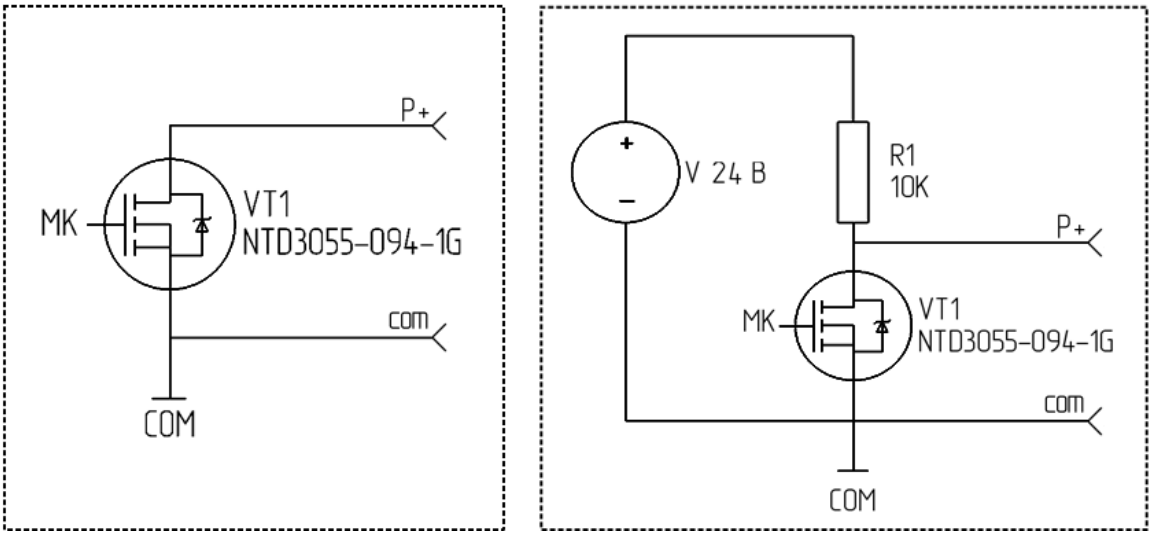
Таблица 4.4. Параметры активного частотно-импульсного выхода

Параметр	Значение
Уровень напряжения логической единицы активного импульсного выхода без нагрузки, В	24(±10%)
Уровень напряжения логического нуля, В, не более	0,6

Таблица 4.5. Параметры пассивного частотно-импульсного выхода

Параметр	Значение
Диапазон допустимых значений напряжения, В	5-30
Максимальный ток, мА	50

Принципиальная схема частотно-импульсного выхода представлена на рисунке 4.6.



Пассивный частотно-импульсный выход *Активный частотно-импульсный выход*

Рисунок 4.6. Принципиальная схема частотно-импульсного выхода

При подключении к активному частотно-импульсному выходу, амплитуда сигнала на входе вторичного оборудования зависит от его входного сопротивления и рассчитывается по формуле:

$$U_{вх} = \frac{24 * R_{вх}}{10000 + R_{вх}} \text{ [В]}$$

где $U_{вх}$ – напряжение на входе вторичного оборудования, В.
$R_{вх}$ – входное сопротивление вторичного оборудования, Ом.

Например, при $R_{вх}$=3 кОм, за счёт возникновения эффекта делителя напряжений с подтягивающим резистором R1 (10 кОм), амплитуда сигнала на входе вторичного оборудования составит 5,54 В

Пассивный частотно-импульсный выход не имеет подтягивающего резистора R1 (согласно схеме на рисунке 4.6).

Схемы подключения частотно-импульсного выхода, представлены на рисунках 4.7 - 4.9.

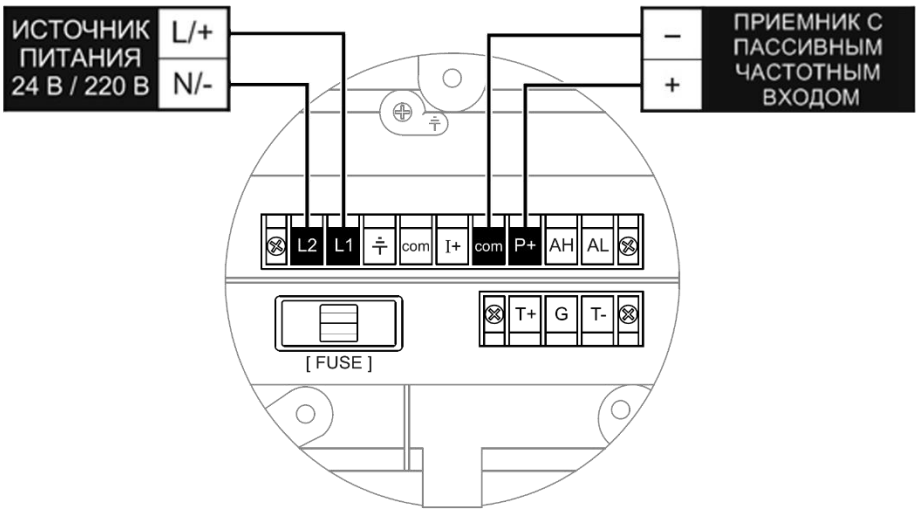


Рисунок 4.7. Схема подключения приёмника с пассивным частотно-импульсным входом к активному частотно-импульсному выходу расходомера

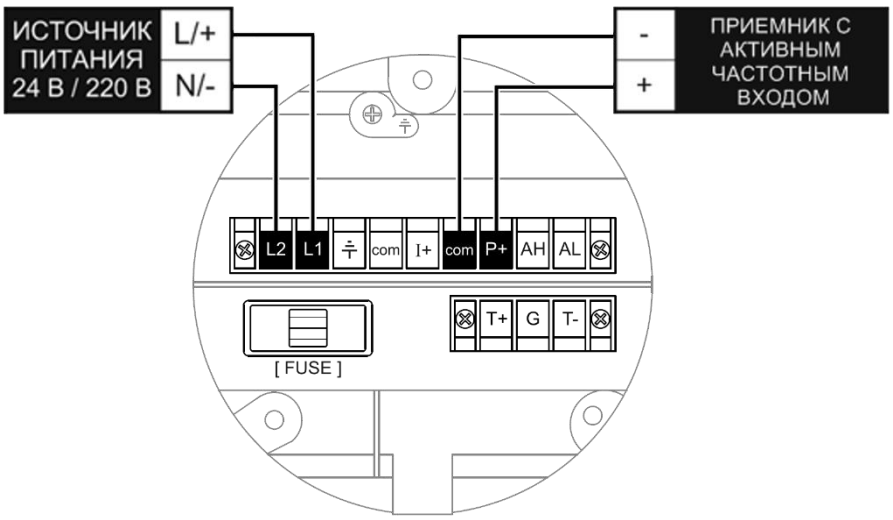


Рисунок 4.8. Схема подключения приёмника с активным частотно-импульсным входом к пассивному частотно-импульсному выходу расходомера

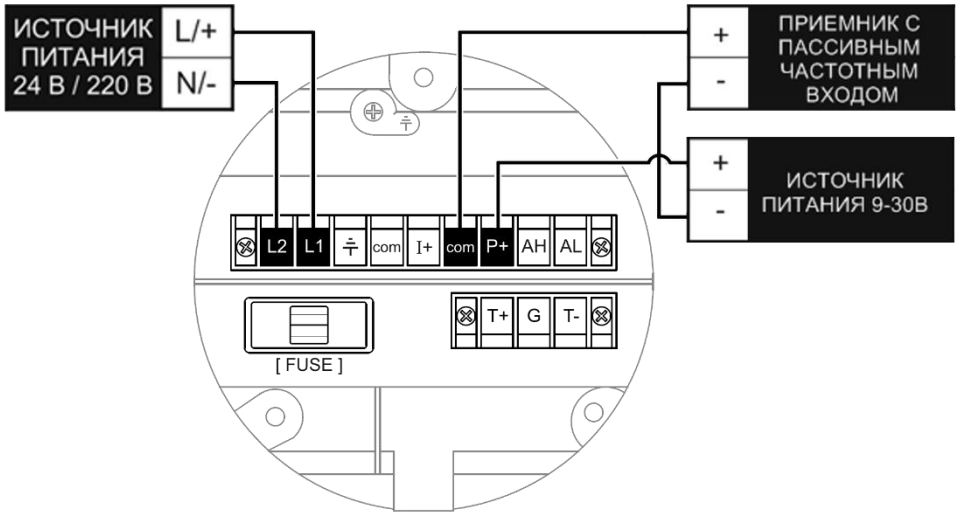


Рисунок 4.9. Схема подключения приёмника с пассивным частотно-импульсным входом к пассивному частотно-импульсному выходу расходомера

При частотном выходном сигнале частота следования, формируемая на выходе, пропорциональна измеренному объемному расходу. Максимальное значение расхода задается в меню «Параметры» (пункт меню № 9, таблица 6.5).

При импульсном выходном сигнале, количество импульсов, формируемое на выходе, соответствует объему измеряемой среды, прошедшей через счетчик-расходомер с момента начала измерения. Цена импульса задаётся в меню «Параметры» (пункт меню № 20, таблица 6.5).

Переключение между импульсным и частотным выходным сигналами осуществляется в меню «Параметры» (пункт меню № 19, таблица 6.5).

В таблице 4.6 приведены параметры сигнала частотно-импульсного выхода в зависимости от версии управляющего ПО электронного блока.

Таблица 4.6. Параметры сигнала частотно-импульсного выхода

Версия управляющего ПО: MAG9 K4RU v8.2 2017.5.8			
Режим работы выхода	**F max*, Гц**	**F min, Гц**	**Макс. длительность импульса, мс.**
Импульсный 1	5000**	0,2	500, если F ≥ 1 Гц
			50, если F < 1 Гц
Импульсный 2***	5000**	Не ограничена	50
Частотный	5000**	1	50
Версия управляющего ПО: MAG9 K4CH v8.2 KFL RU 2017.6.29			
Импульсный***	5000**	Не ограничена	50
Частотный	5000**	1	50

* – значение максимальной частоты задается в меню Параметры счетчика-расходомера, раздел меню № 21 (таблица 6.5)

** – максимальное значение частоты, рекомендуемое к применению в расчетах

*** – данный режим выхода не поддерживает постоянную частоту, рекомендуется использовать на частотах ниже 1 Гц

Примечание: минимальная длительность импульса зависит от настроек прибора и равна половине периода следования максимальной частоты.

4.3. Токовый выходной сигнал

Значение силы тока в цепи аналогового токового выходного сигнала лежит в диапазоне 4-20 мА. Значение силы тока 4 мА соответствует нулевому расходу. Расход, при котором значение силы тока составляет 20 мА, задаётся в меню «Параметры» счетчика-расходомера (пункт меню № 9, таблица 6.5) и по умолчанию соответствует расходу Qmax. Цепь токового выходного сигнала изолирована от корпуса, цепей питания и цепей RS-485.

В зависимости от исполнения электронного блока, токовый выход может быть пассивным (требуется дополнительное внешнее питание выхода) или активным (питание выхода осуществляется от внутреннего источника напряжением 24 В).

Исполнения **ТП**, **ИТП**, **ТПМ**, **ИТПМ**, **ТПН**, **ИТПН**, **ТПМН**, **ИТПМН** – токовый выход пассивный.

Исполнения **ИП**, **М**, **ИПМ**, **Н**, **ИПН**, **МН**, **ИПМН** – токовый выход активный

В зависимости от исполнения электронного блока (см. приложения В и Г), токовый выход может являться интерфейсом для передачи данных по цифровому протоколу HART. Описание команд и переменных HART приведено в приложениях В и Г. Файлы описания устройства (DD) для прибора доступны по запросу в отдел технической поддержки АО «ЭМИС».

Для подключения токового выхода предназначены клеммы, отмеченные на рисунке 4.10.

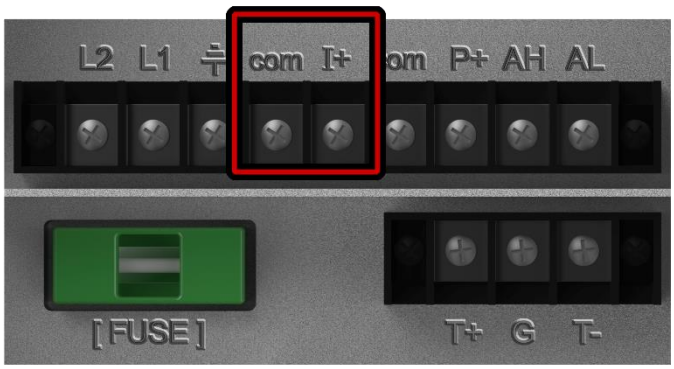


Рисунок 4.10. Клеммы подключения токового выхода

В таблице 4.7 приведены параметры электрического питания токового выхода расходомера.

Таблица 4.7. Параметры электрического питания токового выхода

Тип токового выхода	Номинальное напряжение, В	Диапазон допустимых значений напряжения, В	Максимальное сопротивление цепи токового выхода, Ом
Пассивный	24	9-36	R*
Активный	24	-	R_{max} = 750

Для гарантированной работы токового выхода общее сопротивление цепи токового выхода R* должно удовлетворять соотношению:

$$R^* \leq \frac{U_П - 9}{0{,}022}\ [Ом]$$

где $U_П$ – напряжение источника питания [В].

При использовании протокола HART допускается использование нагрузочного резистора номинальным значением от 240 до 270 Ом. Данный резистор необходим только в том случае, когда у вторичного оборудования отсутствует встроенный резистор данного номинала.

Схемы подключения токового выхода, представлены на рисунках 4.11 – 4.15.

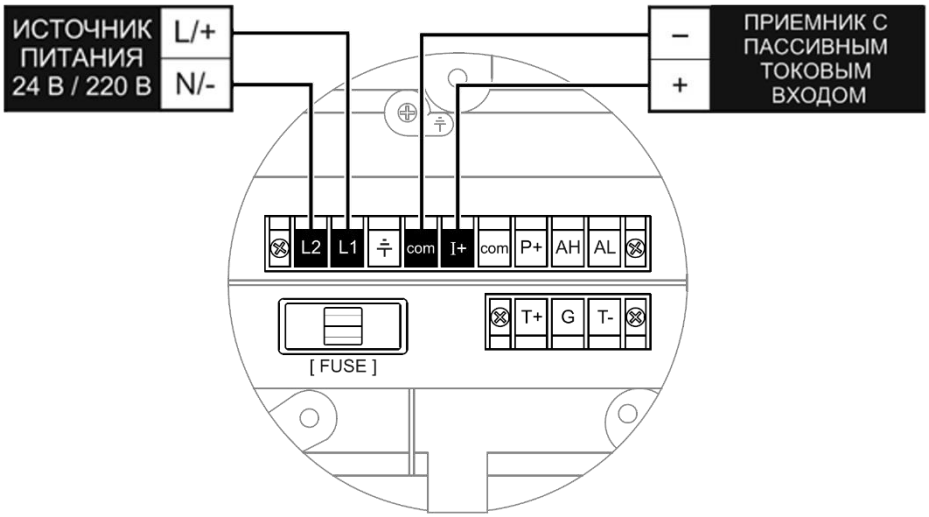


Рисунок 4.11. Схема подключения приёмника с пассивным токовым входом к активному токовому выходу расходомера

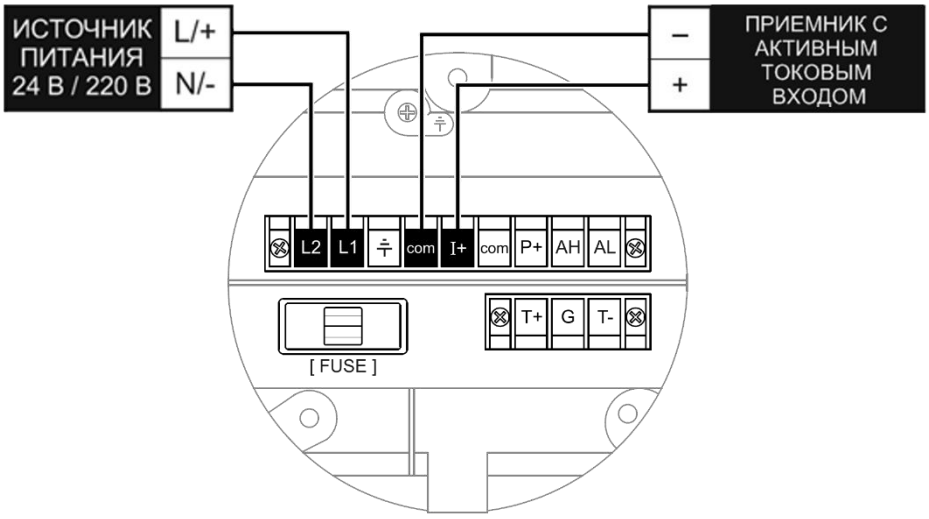


Рисунок 4.12. Схема подключения приёмника с активным токовым входом к пассивному токовому выходу расходомера

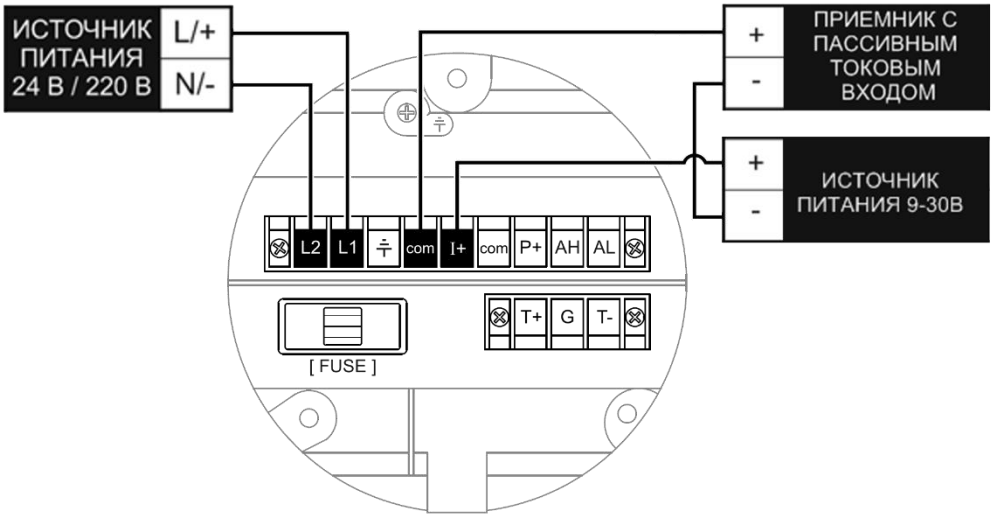


Рисунок 4.13. Схема подключения приёмника с пассивным токовым входом к пассивному токовому выходу расходомера

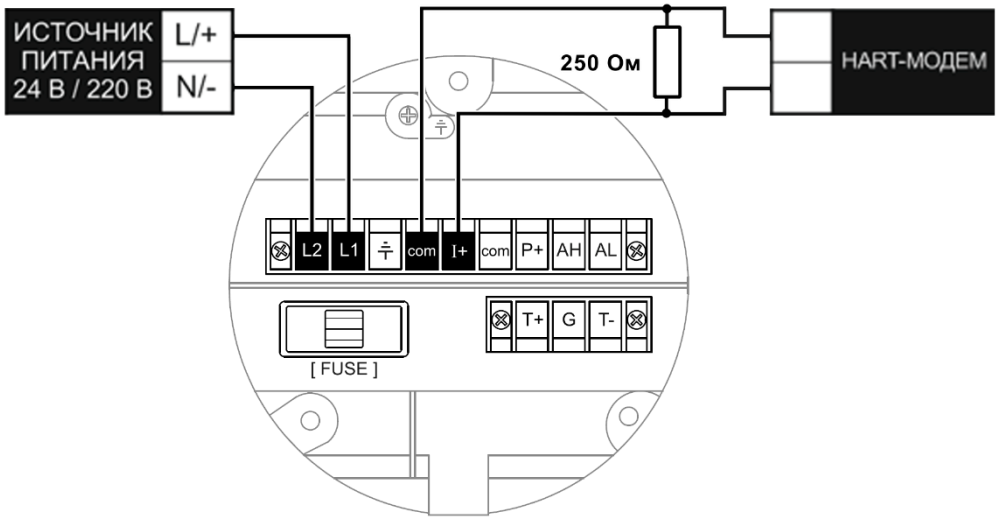


Рисунок 4.14. Схема подключения HART модема к активному токовому выходу расходомера

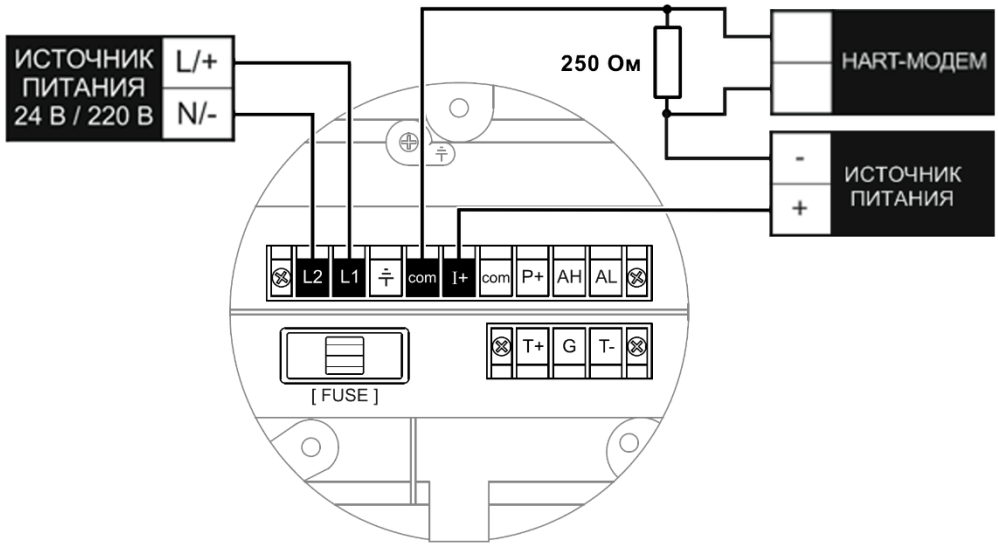


Рисунок 4.15. Схема подключения HART модема к пассивному токовому выходу расходомера

4.4. Интерфейс RS-485

Интерфейс RS-485 соответствует требованиям стандарта EIA/TIA-485-A. Основные характеристики интерфейса RS-485 представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8. Характеристики интерфейса RS-485

Параметр	Характеристика
Физический уровень	RS-485
Протокол обмена	Modbus RTU
Максимальная скорость передачи данных	38400 бит/с
Сигнал приёмопередатчиков	дифференциальный

Список параметров, доступных при подключении по протоколу Modbus, приведён в приложениях А и Б.

На рисунке 4.16 отмечены клеммы для подключения интерфейса RS-485.



Рисунок 4.16. Клеммы для подключения интерфейса RS-485

Схема подключения интерфейса RS-485, представлена на рисунке 4.17.

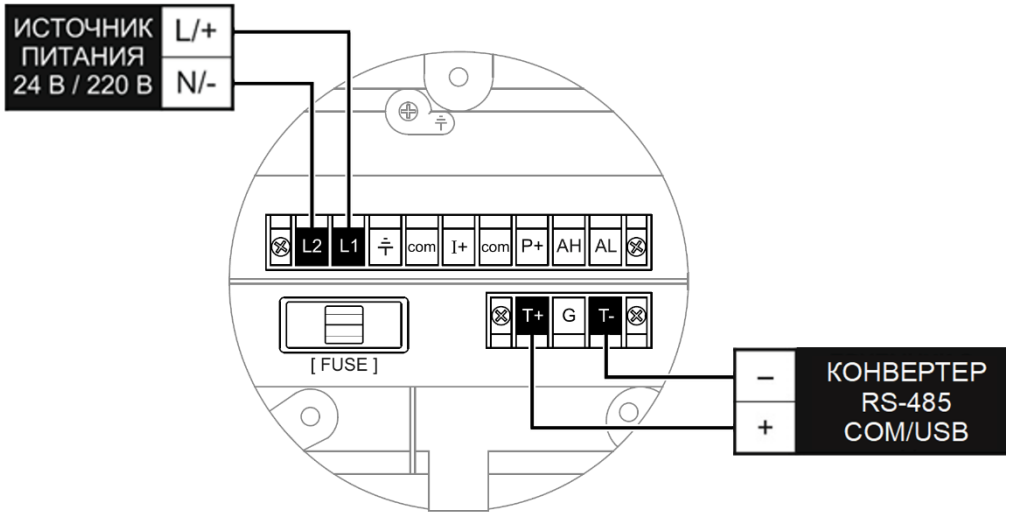


Рисунок 4.17. Схема подключения к интерфейсу RS-485

4.5. Выходной сигнал тревоги

Для выходных сигналов тревоги используется схема с открытым коллектором, изолированная от корпуса, цепей питания и цепей RS-485. Выходной сигнал тревоги является пассивным, требуется дополнительное внешнее питание выхода. Принципиальная схема выходного сигнала представлена на рисунке 4.18.

Сигнал тревоги по максимальному расходу срабатывает, если значение мгновенного объемного расхода выше уставки по верхнему пределу.

Сигнал тревоги по минимальному расходу срабатывает, если значение мгновенного объемного расхода ниже уставки по нижнему пределу.

Значения уставок по верхнему и нижнему пределу задаются в меню Параметры счетчика-расходомера, раздел меню № 25 и раздел меню № 27 (таблица 6.5).

Параметры выходного сигнала тревоги приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9. Параметры выходного сигнала тревоги

Параметр	Характеристика
Диапазон напряжений питания, В	5-30
Коммутируемый ток, мА, не более	250

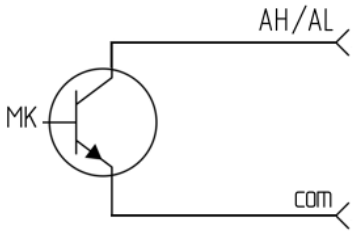


Рисунок 4.18. Принципиальная схема выходов сигналов тревоги

Схемы подключения выходного сигнала тревоги, представлены на рисунках 4.19 и 4.20.

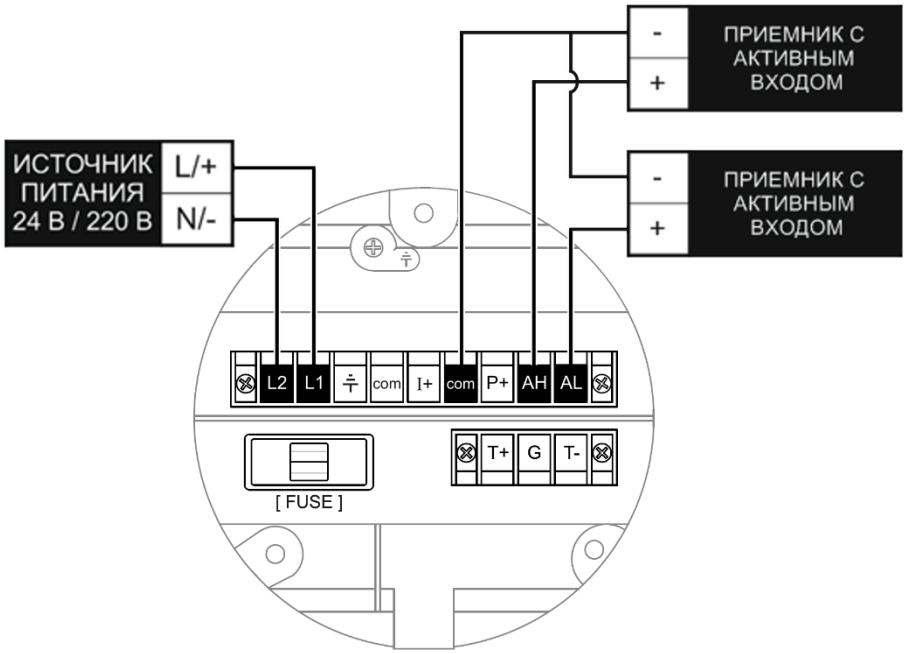


Рисунок 4.19. Схема подключения выходных сигналов тревоги к приёмнику с активным входом

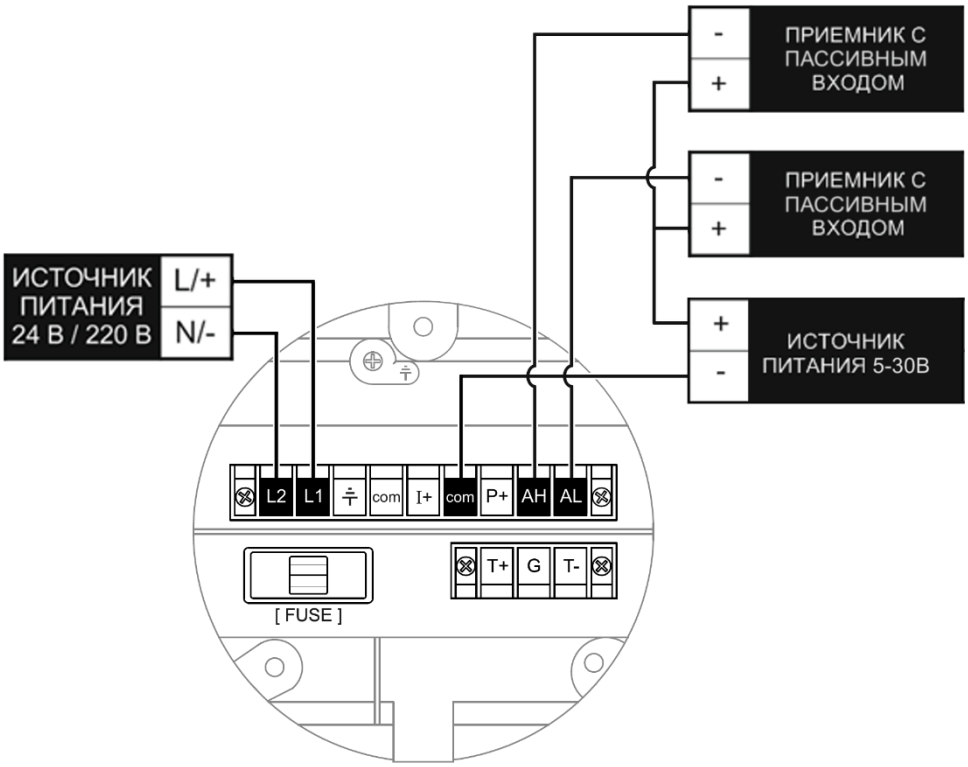


Рисунок 4.20. Схема подключения выходных сигналов тревоги к приёмнику с пассивным входом

5. Электрическое подключение (электромонтаж)

ВНИМАНИЕ!

Все операции, связанные с электрическим подключением прибора, должны выполняться при выключенном источнике питания расходомера.

Электрическое подключение расходомера должен осуществлять персонал, обладающий соответствующей квалификацией и допущенный для осуществления данных работ.

Персонал, осуществляющий электрическое подключение блока, при проведении работ должен руководствоваться действующими федеральными и национальными нормами безопасности.

Не допускается воздействие электростатических разрядов на электронный блок.

5.1. Необходимый инструмент

Перечень инструмента, рекомендованного для электрического монтажа:

- ключ для кабельных вводов;
- стриппер для зачистки проводов;
- клещи обжимные для наконечников проводов (при их использовании);
- отвёртка шлицевая для подключения выходных сигналов и интерфейсов расходомера;
- отвёртка крестовая для подключения питания электронного блока.

5.2. Порядок электрического подключения электронного блока

Перед выполнением электрического подключения электронного блока необходимо ознакомиться со схемами подключения электронного блока.

Выполнение электрических подключений производится в следующей последовательности, см. рис. 5.1:

- убедиться, что источник питания электронного блока выключен;
- снять стопор (3) с крышки электронного блока;
- открутить заднюю крышку (1) корпуса электронного блока;
- провести сигнальный кабель и кабель питания через кабельные вводы (2);
- выполнить подключение в соответствии с выбранной схемой подключения в соответствии с положениями данного руководства;
- затянуть зажимы кабельных вводов;
- при необходимости установить заглушку вместо неиспользуемого кабельного ввода;
- подключить заземляющий проводник к клемме заземления, см. рисунок 4.4;
- плотно закрутить крышку корпуса электронного блока;
- установить стопор крышки электронного блока.

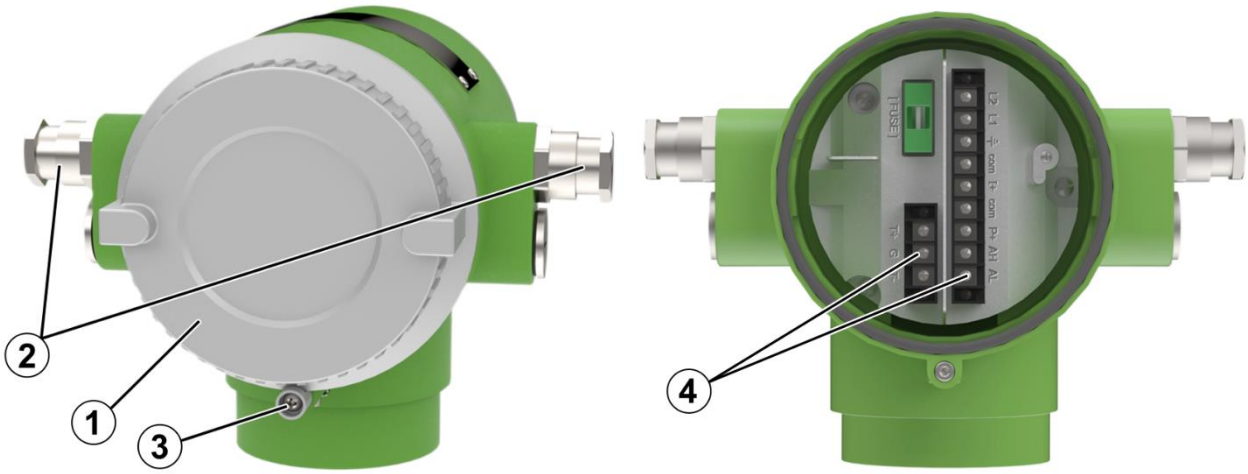


Рисунок 5.1. Электрическое подключение электронного блока

Таблица 5.1. Пояснения к рисунку 5.1

№ позиции	Пояснение
1	Крышка корпуса электронного блока
2	Кабельные вводы
3	Стопор крышки электронного блока
4	Клеммные колодки

5.3. Рекомендации по применяемым кабелям и длинам линий

5.3.1. Общие рекомендации

- рекомендуется использовать медные многожильные кабели;
- рекомендуется использовать кабельные наконечники;
- рекомендуется использовать отдельный источник питания для питания расходомера;
- не рекомендуется прокладывать сигнальные кабели вместе с силовыми, а также вблизи мощных источников электромагнитных полей.

Для подключения электрического питания расходомера рекомендуется использовать монтажный кабель сечением провода 0,75 … 2,5 мм^2. Дополнительные характеристики кабеля (огнестойкость, пониженная горючесть и т.д.) необходимо выбирать в зависимости от внешних условий.

Максимальное удаление счетчика-расходомера от источника питания зависит от сопротивления используемого кабеля. Данный параметр критичен для исполнения электронного преобразователя с питанием от источника постоянного напряжения.

При питании от источника постоянного тока, с номинальным напряжением 24В, максимальное сопротивление линии питания RΣ не должно превышать 3,5 Ом.

При питании от источника постоянного тока, с номинальным напряжением 36В, максимальное сопротивление линии питания RΣ не должно превышать 15 Ом.

При питании от источника переменного тока, с номинальным напряжением 220В, максимальное сопротивление линии питания RΣ не должно превышать 526 Ом.

При расчёте сопротивления питания стоит учитывать, что указано сопротивление для всей линии (т.е. плюсового и минусового провода).

Расчёт сопротивления одной жилы кабеля производится по формуле:

$$R=\rho \cdot l/S,$$

где, R – сопротивление кабеля, Ом;

ρ – удельное сопротивление кабеля, Ом*мм2/м;

l – длина кабеля, м;

S – площадь поперечного сечения, мм^2.

Суммарное сопротивление линии питания рассчитывается по формуле:

$$R_{\Sigma}=R_{+} + R_{-},$$

где, R_{Σ} – суммарное сопротивление кабеля, Ом;

R_{+} – сопротивление плюсовой жилы, Ом;

R_{-} – сопротивление минусовой жилы, Ом

5.3.2. Частотно-импульсный выход

Для подключения частотно-импульсного выхода тип кабеля должен выбираться исходя из требований пожарной безопасности, устойчивости к агрессивным средам и климатического исполнения. Максимальная длина кабеля должна выбираться исходя требований применяемого вторичного оборудования.

Рекомендации по подключению частотно-импульсного выхода:

- применять кабель с витой парой в индивидуальном или общем экране;
- выполнять заземление экрана кабеля в одной точке со стороны приёмника;
- прокладывать кабель вдали от силовых линий и силового оборудования;

5.3.3. Токовый выход

Для токового выхода в пассивном режиме максимальную длину кабеля и его сечение необходимо подбирать таким образом, чтобы источник питания обеспечивал напряжение на клеммах прибора не менее 9В при токе 20 мА.

Для токового выхода в активном режиме общее сопротивление линии и нагрузки не должно превышать 750 Ом.

Рекомендации по подключению токового выхода 4-20 мА:

- применять кабель с экранированной витой парой;
- выполнять заземление экрана кабеля в одной точке со стороны приемника;
- прокладывать кабель вдали от силовых линий и силового оборудования.

5.3.4. Интерфейс RS-485

Для интерфейса RS-485 рекомендуется применять специализированный кабель, например, КИПЭВ. Рекомендуемые характеристики кабеля представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Рекомендуемые параметры для кабеля интерфейса RS-485

Характеристика	Рекомендация
Скрутка	Попарная
Количество пар	1 (при одиночной прокладке)
Наличие экрана	Общий (для многопарных кабелей рекомендуется наличие индивидуального экрана для каждой пары)
Электрическое сопротивление жилы постоянному току при 20°С, не более	10 [Ом/100 м]
Жилы	Многопроволочные медные
Электрическая ёмкость пары, не более	42 [пФ/м]
Коэффициент затухания на частоте 1 МГц при 20°С, не более	2.1 [дБ/100м]

5.4. Обеспечение взрывозащиты

Описание взрывозащищенных исполнений сенсора (проточной части) приведено в руководстве по эксплуатации преобразователя ЭМ-270.000.000.000.00 РЭ.

5.5. Монтаж с обеспечением взрывозащиты

Электронный блок входит в состав расходомера взрывозащищенного исполнения Ex. Исполнение Ex предполагает, что все внутренние цепи электронного блока защищены оболочкой Ex d, внешние цепи (питания, RS-485, частотно-импульсный выход, токовый выход и вход) не являются искробезопасными, поэтому подключается без барьеров искрозащиты. Выбор типа кабеля для этих цепей зависит от зоны размещения и определяется согласно требованиям ПУЭ.

Описание взрывозащищенных исполнений расходомера приведено в руководстве по эксплуатации счетчика-расходомера «ЭМИС-МАГ 270» ЭМ-270.000.000.000.00 РЭ, доступного на сайте www.emis-kip.ru.

6. Управление и настройка электронного блока

6.1. Общая информация

Управление и настройка электронного блока может осуществляться:

- с помощью дисплейной панели;
- по протоколу Modbus RTU (в соответствии с приложениями А и Б);
- по протоколу HART (в соответствии с приложениями В и Г).

Для настройки прибора по цифровым интерфейсам рекомендуется использовать фирменное ПО ЭМИС-Интегратор Modbus и ЭМИС-Интегратор HART.

6.2. Дисплейная панель

На рисунке 6.2 представлено изображение дисплейной панели электронного блока.

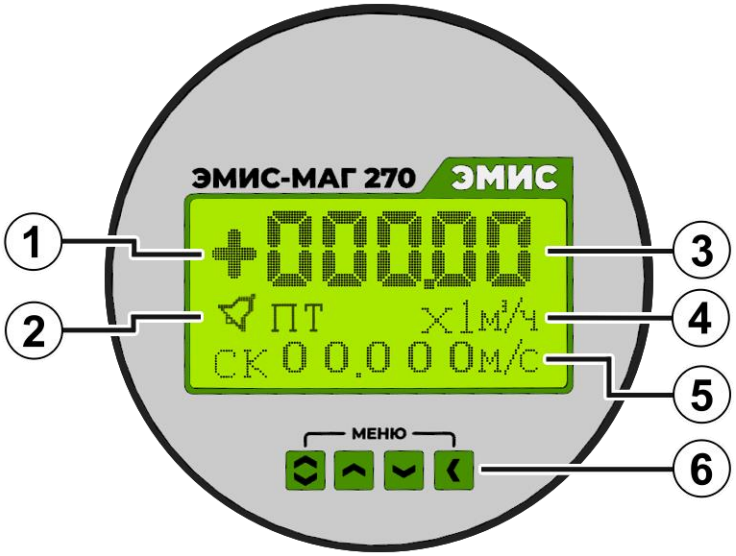


Рисунок 6.1. Дисплейная панель с кнопками управления

Таблица 6.1. Пояснения к рисунку 6.1

№ на рисунке	Пояснение
1	Знак направления потока. «+» - прямое направление потока, «-» - обратное направление потока
2	Диагностические сообщения (см. таблицу 2.11)
3	Мгновенный расход
4	Единицы измерения расхода
5	Информационная строка (см. таблицу 6.2)
6	Механические кнопки

Графический LCD дисплей показывает текущие значения измеряемых величин и позволяет провести настройку расходомера через встроенное меню.

Управление осуществляется при помощи механических кнопок

Переход между параметрами информационной строки осуществляется нажатием кнопки . Элементы информационной строки перечислены в таблице 6.2.

Таблица 6.2. Элементы информационной строки

Параметр	Формат индикации	Описание
Ориентировочная скорость потока	СК XX.XXX м/с	Значение ориентировочной скорости потока, м/с.
Текущий расход в процентах	Р% XXX.XX%	Значение текущего расхода в процентах от верхнего предела диапазона расхода. Верхний предел диапазона расхода принимается за 100 %.
Коэффициент проводимости	КП XXXXX%	Значение коэффициента сопротивления измеряемой среды.
Сумматор объема в прямом направлении	∑+ XXXXXXXXX*	Значение накопленного объема в прямом направлении с момента подачи питания на счетчик-расходомер без учета множителя сумматора*2
Сумматор объема в обратном направлении	∑- XXXXXXXXX*	Значение накопленного объем в обратном направлении с момента подачи питания на счетчик-расходомер без учета множителя сумматора*2
Разность объемов	∑D XXXXXXXXX*	Значение разности накопленных объемов в прямом и обратном направлении с момента подачи питания на счетчик-расходомер без учета множителя сумматора*2

*–единица измерения задается в *пункте меню № 16*, таблица 6.5

*2– полное значение накопленного объема $V_п$ рассчитывается по формуле:

$$V_п = V_И * k_V$$

где

$V_И$ – показания на индикаторе;

k_V – множитель сумматора (см. пункт меню № 16, таблица 6.5).

Одновременное нажатие кнопок и позволяет перейти из режима измерений в режим настройки. Информация о структурной схеме меню счетчика-расходомера в режиме настройки и описание пунктов меню приведена в разделе 6.6.2.

Возможные диагностические сообщения, которые появляются на индикаторе, приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.3. Диагностические сообщения

Формат индикации	Описание
РВ	Значение текущего расхода превышает значение максимальной уставки
РН	Значение текущего расхода ниже значения минимальной уставки
ПТ	Сигнал обнаружения пустой трубы
НП	Нет питания первичного преобразователя

6.3. Режим настройки

На рисунке 6.2 показана структурная схема меню счетчика-расходомера в режиме настройки. Описание пунктов меню приведено в таблице 6.5.

Переход между пунктами меню и изменение параметров осуществляется посредством кнопок, приведенных в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Описание кнопок и их комбинаций

Действие	Описание
	• Переход между пунктами меню (вниз) в режиме настройки. • Уменьшение значения выбранного параметра на единицу.
	• Переход между пунктами меню (вверх) в режиме настройки. • Увеличение значения выбранного параметра на единицу.
	• Вход в любой раздел меню, также нажатие данной кнопки сохраняет изменение параметра.
	• Перемещение курсора на один символ вправо при изменении какого-либо параметра или при вводе пароля.
	• Перемещение курсора на один символ влево при изменении какого-либо параметра или при вводе пароля.
	• Вход в режим настройки. • Подтверждение пароля.
Удержание 	• Выход в режим измерений.

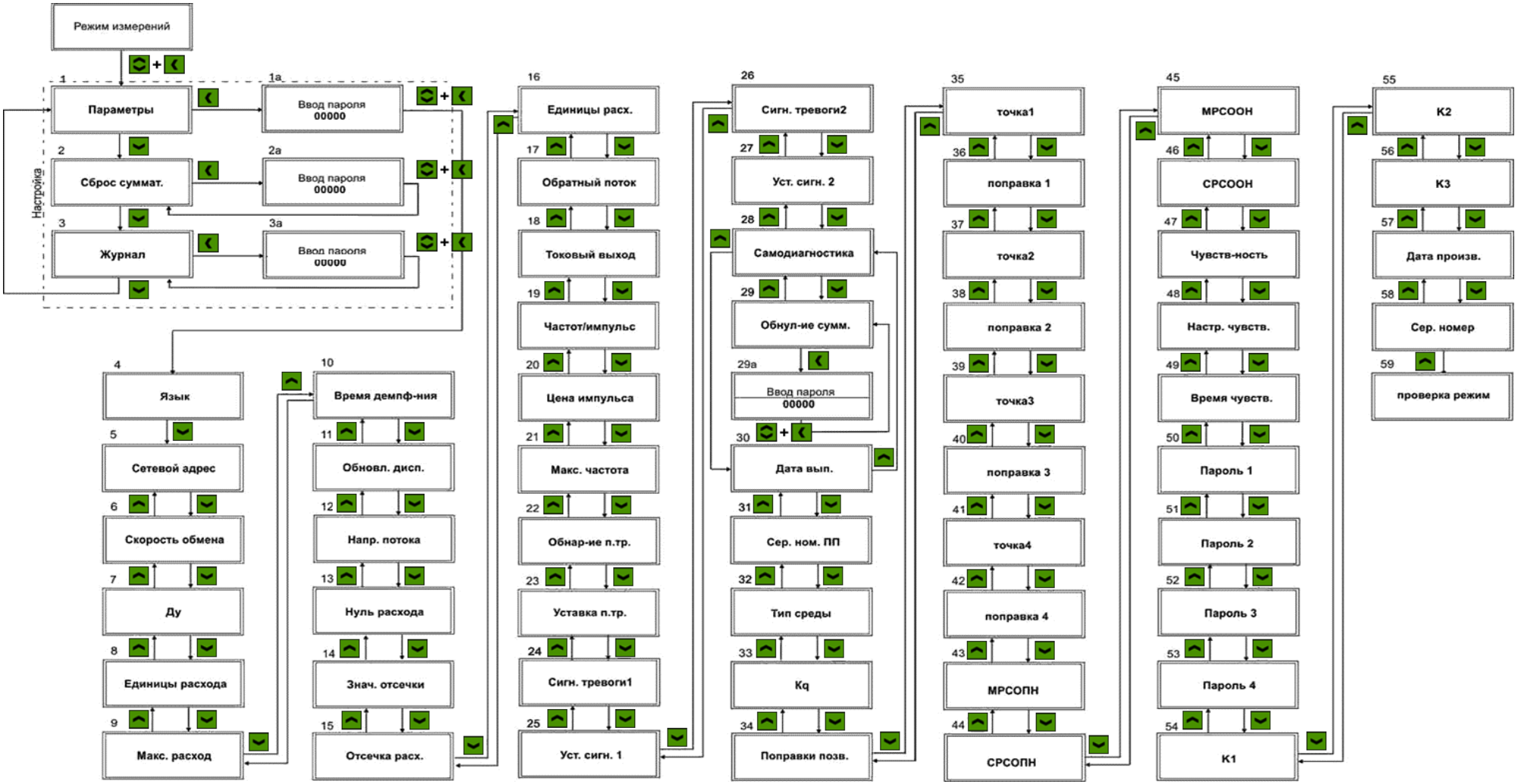

Режим измерений
Настройка
1
Параметры
1а
Ввод пароля 00000
2
Сброс суммат.
2а
Ввод пароля 00000
3
Журнал
3а
Ввод пароля 00000
4
Язык
5
Сетевой адрес
6
Скорость обмена
7
Ду
8
Единицы расхода
9
Макс. расход
10
Время демпф-ния
11
Обновл. дисп.
12
Напр. потока
13
Нуль расхода
14
Знач. отсечки
15
Отсечка расх.
16
Единицы расх.
17
Обратный поток
18
Токовый выход
19
Частот/импульс
20
Цена импульса
21
Макс. частота
22
Обнар-ие п.тр.
23
Уставка п.тр.
24
Сигн. тревоги1
25
Уст. сигн. 1
26
Сигн. тревоги2
27
Уст. сигн. 2
28
Самодиагностика
29
Обнул-ие сумм.
29а
Ввод пароля 00000
30
Дата вып.
31
Сер. ном. ПП
32
Тип среды
33
Kq
34
Поправки позв.
35
точка1
36
поправка 1
37
точка2
38
поправка 2
39
точка3
40
поправка 3
41
точка4
42
поправка 4
43
МРСОПН
44
СРСОПН
45
МРСООН
46
СРСООН
47
Чувств-ность
48
Настр. чувств.
49
Время чувств.
50
Пароль 1
51
Пароль 2
52
Пароль 3
53
Пароль 4
54
К1
55
К2
56
К3
57
Дата произв.
58
Сер. номер
59
проверка режим

Рисунок 6.2. Структурная схема экранного меню

Таблица 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации	Кнопки перехода		Описание меню	Уровень пароля
Подразделы меню в режиме настройки						
Долгое нажатие кнопки ↵ (около 10 секунд) позволяет выйти из режима настройки в режим измерений						
1	Параметры	Параметры	▼ 2, 1а		Возможен переход к другим подразделам меню «Настройки», при нажатии ▼ или ▲ Доступ к разделам меню «Параметры» возможен только после нажатия ❮ и после ввода пароля	-
1а	Ввод пароля	XXXXX	◆ + ❮ подтверждение пароля		См. пункт 6.8 Пароли	-
2	Режим обнуления сумматора	Сброс суммат.	▼ 3, ❮ 2а		См. пункт 6.4 Обнуление сумматора	-
2а	Ввод пароля	XXXXX	◆ + ❮ подтверждение пароля		См. пункт 6.8 Пароли	-
3	Журнал изменений	Журнал	▼ 1, ❮ - войти		Позволяет просматривать историю изменения коэффициентов. см. пункт 6.5 Журнал изменений	-
4	Язык	Язык	Русский	▼ 5, ❮ - изменить	Установленный язык – русский	2

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
5	Сетевой адрес	Сетевой адрес	XX	6, 4 - изменить	Служебный параметр. В данном поле вводится адрес счетчика-расходомера на шине обмена данными. *Диапазон возможных значений:0-99*	2
6	Скорость обмена данными	Скор. обмена	300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400	7, 5 - изменить	Служебный параметр. Скорость обмена данными по сети Modbus. Для редактирования нажмите , курсором выделяется изменяемый параметр. Для выбора каждого последующего значения скорости нажмите или . Для подтверждения выбора нажмите	2
7	Внутренний диаметр первичного преобразователя (мм)	Ду	XXXX	8, 6 - изменить	Позволяет установить внутренний диаметр первичного преобразователя. *Диапазон возможных значений: 3-3000 мм*	2
8	Единицы измерения расхода	Единицы расх.	$м^3$/ч, л/с, л/мин, л/ч, $м^3$/с, $м^3$/мин	9, 7 - изменить	Позволяет выбрать единицы измерения расхода. *Диапазон возможных значений: м3/ч, л/с, л/мин, л/ч, м3/с, м3/мин*	2

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
9	Верхний предел диапазона расхода	Макс. расход	XXXXX	▼ 10, ▲ 8 ◄ - изменить	Позволяет установить верхний предел диапазона расхода для токового и частотного выходных сигналов. Нижний предел принимается равным 0. Ввод цифр осуществляется изменением значения выделяемой курсором цифры при нажатии кнопки ▼ или ▲. При каждом нажатии значение изменяется на единицу. Для перехода к следующему разряду вправо нажать ◄► + ▼. Для перехода к предыдущему разряду влево нажать ◄► + ▲. Для подтверждения нажмите ◄	2
10	Временной интервал между измерениями	Время демпф-ия	XX	▼ 11, ▲ 9 ◄ - изменить	Позволяет установить временной интервал между измерениями. Чем больше значение, тем устойчивей сигнал, но ниже скорость обработки данных. *Диапазон возможных значений: 1-50 с*	2
11	Интервал обновления информации на ЖК дисплее	Обновл. дисп.	0; 10; 15; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 240	▼ 12, ▲ 10 ◄ - изменить	Позволяет изменять интервал обновления информации на ЖК дисплее. Если выбран «0» - то функция отключается. *Диапазон возможных значений:0–240с*	2
12	Направление потока	Напр. потока	Прямое Обратное	▼ 13, ▲ 11 ◄ - изменить	Позволяет изменить измеряемое направление потока среды. Прямое направление потока – Прямое Обратное направление потока – Обратное	2
13	Поправка нуля счетчика-расходомера	Нуль расхода	XXXXX	▼ 14, ▲ 12 ◄ - изменить	Установка нуля описана в пункте 6.6 Установка нуля *Диапазон возможных значений: ±9999*	2

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
14	Отсечка расхода	Знач. отсечки	XXX.XX%	▼ 15, ▲13 ◄ - изменить	Отсечка минимального расхода устанавливается в процентах от верхней границы диапазона расхода. Если данная отсечка включена (см. пункт меню № 15) и значение расхода меньше, чем установленное значение отсечки, то учёт расхода не выполняется (выходные сигналы отсутствуют, значения сумматоров не изменяются). Считается, что поток отсутствует в трубопроводе. *Диапазон возможных значений:0–99.99%*	2
15	Отсечка расхода (вкл/выкл)	Отсечка расх.	Вкл Выкл	▼ 16, ▲ 14 ◄ - изменить	Позволяет включить (значение параметра Выкл) или отключить (значение параметра Вкл) отсечку расхода	2
16	Единицы измерения и множитель сумматора	Единицы объем.	0.001_л 0.01_л 0.1_л 1.0_л 0.001_м^3 0.01_м^3 0.1_м^3 1.0_м^3	▼ 17, ▲ 15 ◄ - изменить	Позволяет установить единицы измерения и множитель сумматора k_v: • 0.001_л: единица измерения л, k_v= 0,001; • 0.01_л: единица измерения л, k_v= 0,01; • 0.1_л: единица измерения л, k_v= 0,1; • 1.0_л: единица измерения л, k_v= 1; • 0.001_м^3: единица измерения м^3, k_v= 0,001; • 0.01_м^3: единица измерения м^3, k_v= 0,01; • 0.1_м^3: единица измерения м^3, k_v= 0,1; • 1.0_м^3: единица измерения м^3, k_v= 0,001	2

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
17	Обратный поток	Обратный поток	Вкл Выкл	18, 16 - изменить	При включении (Вкл) данной опции поток учитывается в прямом и обратном направлении. При отключении (Выкл) – обратный поток не учитывается	2
18	Токовый выход	Токовый выход	X—XX мА	19, 17 - изменить	Позволяет выбрать тип выходного сигнала 4−20 мА или 4 мА	2
19	Частотный или импульсный выход	Частот/импульс	Частотный Импульсный	20, 18 - изменить	Позволяет выбрать между частотным или импульсным выходными сигналами	2
20	Цена импульса	Цена импульса	0.001_л 0.01_л 0.1_л 1.0_л 0.001_м^3 0.01_м^3 0.1_м^3 1.0_м^3	21, 19 - изменить	Для установки цены импульса необходимо в пункте меню № 19 выбрать режим «импульсный» и выбрать цену импульса из диапазона доступных значений. **Диапазон возможных значений:** • 0.001 л/имп; • 0.001 м^3/имп; • 0.01 л/имп; • 0.01 м^3/имп; • 0.1 л/имп; • 0.1 м^3/имп; • 1.0 л/имп; • 1.0 м^3/имп. **Значения по умолчанию:** Ду 15…25 0.001 л/имп; Ду 32…65 0.01 л/имп; Ду 80…200 0.1 л/имп; Ду 250 и более 1.0 л/имп.	2

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
21	Максимальная частота	Макс. частота	XXXX	22, 20 - изменить	Позволяет задать значение верхнего предела частоты для частотного выходного сигнала. *Диапазон возможных значений:1–5000 Гц*	2
22	Обнаружение пустой трубы	Обнар-ие п. тр.	Вкл Выкл	23, 21 - изменить	Позволяет включить (Вкл) или отключить (Выкл) обнаружение пустой трубы, при обнаружении пустой трубы на дисплей выводится диагностическое сообщение	2
23	Уставка обнаружения пустой трубы	Уставка п.тр.	XXXXX	24, 22 - изменить	Данная опция позволяет задать уставку обнаружения пустой трубы. Дополнительная информация по настройке приведена в пункте 6.7 Настройка функции обнаружения пустой трубы *Диапазон возможных значений:0–59999*	2
24	Сигнал тревоги (макс.)	Сигн. тревоги1 (СИГН.МАКС.ЗНАЧ)	Вкл Выкл	25, 23 - изменить	Позволяет включить или отключить максимальную уставку сигнала тревоги	2
25	Максимальная уставка сигнала тревоги	Уст. сигн. 1 (УСТАВКА.МАКС.ЗНАЧ.)	XXX.XX%	26, 24 - изменить	Максимальная уставка сигнала тревоги устанавливается в процентах от верхнего предела диапазона расхода. При превышении расходом данной уставки, на выходе формируется сигнал тревоги. *Диапазон возможных значений:0–99.99 %*	2
26	Сигнал тревоги (мин.)	Сигн. тревоги2 (СИГН.МИН.ЗНАЧ)	Вкл Выкл	27, 25 - изменить	Позволяет включить или отключить минимальную уставку сигнала тревоги	2

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
27	Минимальная уставка сигнала тревоги	Уст. сигн. 2 (УСТАВКА.МИН.ЗНАЧ.)	XXX.XX%	28, 26 - изменить	Минимальная уставка сигнала тревоги устанавливается в процентах от верхнего предела диапазона расхода. Когда значение расхода становится меньшим, чем установленное значение в процентах, выдается сигнал тревоги. *Диапазон возможных значений:0–99.99 %*	2
28	Самодиагностика	Самодиагностика (СИГН. СИСТ. ОШИБ.)	Вкл Выкл	29, 27 - изменить	Включение (Вкл) или отключение (Выкл) функции самодиагностики системы (по умолчанию - включена). Если данная функция включена, то при повреждении цепи питания первичного преобразователя на дисплее появится диагностическое сообщение "НП"	2
29	Обнуление сумматора	Обнул-ие сумм.	XXXXX	30, 28 - 29а	Позволяет обнулить сумматор. Необходимо повторить ввод пароля в меню «Сброс суммат.»	3
29а	Ввод пароля	XXXXX		-	См. пункт 6.8 Пароли	3
30	Дата выпуска	Дата вып. (ДАТА ПРОИЗВ.)	XXXXX	31, 29 - изменить	Служебный параметр	4
31	Серийный номер счетчика-расходомера	Сер. ном. ПП	XXXXX	32, 30 - изменить	Служебный параметр	4

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
32	Тип среды	Тип среды	Тип X	33, 31 - изменить	Электронный преобразователь имеет три режима с различной частотой возбуждения. Тип № 1 – самый распространенный и подходящий для большинства случаев. Тип № 2 и тип № 3 – режимы с низкой частотой возбуждения, они лучше подходят для больших диаметров, для измерения воды. Если наблюдается нестабильность нулевой точки, следует использовать тип № 2 или тип № 3. Измерение должно осуществляться при том же типе среды (режиме), что и при калибровке. *Диапазон возможных значений:1–4*	4
33	Калибровочный коэффициент	Kq	X.XXXX	34, 32 - изменить	Калибровочный коэффициент устанавливается заводом-изготовителем. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки. *Диапазон возможных значений:0–5.9999*	4
34	Включения режима ввода коррекции	Поправки позволяет (ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФ)	Вкл Выкл	35, 33, - изменить	Включение режима ввода коэффициентов коррекции. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
35	Точка 1 коррекции	Поправки точка1 (КОЭФ. 1)	XX.XXX	36, 34, - изменить	Установка точки коррекции в м/с. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
36	Коэффициент 1 коррекции	Поправки стоимость 1 (ЗНАЧ. КОЭФ. 1)	X.XXX	37, 35, - изменить	Включение режима ввода коэффициентов коррекции. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
37	Точка 2 коррекции	Поправки точка 2 (КОЭФ. 2)	XX.XXX	▼ 38, ▲ 36, ◄ - изменить	Установка точки коррекции в м/с. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
38	Коэффициент 2 коррекции	Поправки стоимость 2 (ЗНАЧ. КОЭФ. 2)	X.XXX	▼ 39, ▲ 37, ◄ - изменить	Включение режима ввода коэффициентов коррекции. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
39	Точка 3 коррекции	Поправки точка 3 (КОЭФ. 3)	XX.XXX	▼ 40, ▲ 38, ◄ - изменить	Установка точки коррекции в м/с. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
40	Коэффициент 3 коррекции	Поправки стоимость 3 (ЗНАЧ. КОЭФ. 3)	X.XXX	▼ 41, ▲ 39, ◄ - изменить	Включение режима ввода коэффициентов коррекции. . Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
41	Точка 4 коррекции	Поправки точка 4 (КОЭФ. 4)	XX.XXX	▼ 42, ▲ 40, ◄ - изменить	Установка точки коррекции в м/с. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
42	Коэффициент 4 коррекции	Поправки стоимость 4 (ЗНАЧ. КОЭФ. 4)	X.XXX	▼ 43, ▲ 41, ◄ - изменить	Включение режима ввода коэффициентов коррекции. Данный коэффициент нельзя менять без калибровки	5
43	Младшие разряды сумматора объема в прямом направлении	МРСОПН	XXXXX	▼ 44, ▲ 42 ◄ - изменить	Позволяет изменять младшие разряды сумматора объема в прямом направлении. Под младшими разрядами подразумеваются последние 5 цифр сумматора объема. *Диапазон возможных значений:00000–99999 Требуется ввод пароля.*	4

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
44	Старшие разряды сумматора объема в прямом направлении	СРСОПН	XXXX	▼ 45, ▲ 43 ◄ - изменить	Позволяет изменять старшие разряды сумматора объема в прямом направлении. Под старшими разрядами подразумеваются первые 4 цифры сумматора объема. *Диапазон возможных значений:00000–9999* *Требуется ввод пароля*	4
45	Младшие разряды сумматора объема в обратном направлении	МРСООН	XXXXX	▼ 46, ▲ 44 ◄ - изменить	Позволяет изменять младшие разряды сумматора объема в обратном направлении. Под младшими разрядами подразумеваются последние 5 цифр сумматора объема. *Диапазон возможных значений:00000–99999* *Требуется ввод пароля*	4
46	Старшие разряды сумматора объема в обратном направлении	СРСООН	XXXX	▼ 47, ▲ 45 ◄ - изменить	Позволяет изменять старшие разряды сумматора объема в обратном направлении. Под старшими разрядами подразумеваются первые 4 цифры сумматора объема. *Диапазон возможных значений:00000–9999* *Требуется ввод пароля*	4
47	Чувствительность к включениям	Чувств-ность	Вкл Выкл	▼ 48, ▲ 46 ◄ - изменить	Включение (Вкл) или отключение (Выкл) функции подстройки чувствительности при измерении суспензий и сред, содержащих значительный процент твердых включений. Включение данной опции позволяет компенсировать влияние частиц на измерения, путем пересчета	4

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
48	Подстройка чувствительности	Настр. чувств.	X.XXXм/с	▼ 49, ▲ 47 ◄ - изменить	Позволяет, при помощи десяти коэффициентов по скорости, задать коррекцию чувствительности для измерения сред с высоким числом абразивных включений. Меньший коэффициент позволяет обеспечить большую точность съема сигнала. Оптимальное значение установлено по умолчанию. *Диапазон возможных значений:0.010–0.800м/с*	4
49	Время чувствительности	Время чувств.	XXXXмс	▼ 50, ▲ 48 ◄ - изменить	Оптимальное время для надежного и достоверного съема сигнала с электродов. Оптимальное значение установлено по умолчанию. *Диапазон возможных значений:400–2500мс*	4
50	Пароль 1-го уровня	Пароль 1	XXXXX	▼ 51, ▲ 49 ◄ - изменить	Позволяет изменять пароль 1 уровня. Функция доступна только после ввода пароля 5-го уровня. *Диапазон возможных значений:00000–99999*	5
51	Пароль 2-го уровня	Пароль 2	XXXXX	▼ 52, ▲ 50 ◄ - изменить	Позволяет изменять пароль 2 уровня. Функция доступна только после ввода пароля 5-го уровня. *Диапазон возможных значений:00000–99999*	5
52	Пароль 3-го уровня	Пароль 3	XXXXX	▼ 53, ▲ 51 ◄ - изменить	Позволяет изменять пароль 3 уровня. Функция доступна только после ввода пароля 5-го уровня. *Диапазон возможных значений:00000–99999*	5
53	Пароль 4-го уровня	Пароль 4	XXXXX	▼ 54, ▲ 52 ◄ - изменить	Позволяет изменять пароль 4 уровня. Функция доступна только после ввода пароля 5-го уровня. *Диапазон возможных значений:00000–99999*	5

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
54	К1	К1	X.XXXX	▼ 55, ▲ 53 ◄ - изменить	Коэффициент настройки значения силы тока в цепи токового выходного сигнала при отсутствии расхода. Если при отсутствии расхода значение силы тока I_o отлично от 4 мА, необходимо ввести новое значение коэффициента К1. Новое значение $К1_{нов}$ рассчитывается по формуле: $$К1_{нов} = К1_{ст} \cdot (4/I_o)$$ где $К1_{ст}$ – текущее значение коэффициента К1	5
55	К2	К2	X.XXXX	▼ 56, ▲ 54 ◄ - изменить	Коэффициент настройки значения силы тока в цепи токового выходного сигнала при максимальном расходе (максимальный расход задается в Пункте меню 9). Если при максимальном расходе значение силы тока I_{max} отлично от 20 мА, необходимо ввести новое значение коэффициента К2. Новое значение $К2_{нов}$ рассчитывается по формуле: $$К2_{нов} = К2_{ст} \cdot (20/I_{max})$$ где $К2_{ст}$ – текущее значение коэффициента К2	5
56	К3	К3 (ЗАВ. КОЭФ)	X.XXXX	▼ 57, ▲ 55 ◄ - изменить	Служебный параметр	5
57	Дата производства	Дата произв.	XXXXX	▼ 58, ▲ 56 ◄ - изменить	Служебный параметр	5

Продолжение таблицы 6.5 – Описание пунктов меню

Пункт меню	Параметр	Формат индикации		Кнопки перехода	Описание меню	Уровень пароля
58	Серийный номер	Сер. номер	XXXXX	59, 57 - изменить	Служебный параметр	5
59	Проверка режим	Проверка режим	No parity Odd parity Even parity	58 - изменить	Служебный параметр	5

6.4. Обнуление сумматора

Для обнуления сумматоров следует выполнить следующие действия:

- Перейти из режима измерений в режим настройки нажатием кнопок + ;
- Войти в меню «Параметры» (пункт меню № 1 в таблице 6.5);
- Ввести пароль 3-го уровня (пункт меню № 29 в таблице 6.5);
- Выйти из меню «Параметры» в режим измерений удержанием кнопки ;
- Войти в режим обнуления сумматора (Сброс суммат.) (пункт меню № 2 в таблице 6.5);
- Ввести пароль 3-го уровня (пункт меню № 2а в таблице 6.5);

6.5. Журнал изменений

Журнал изменений доступен через экранное меню прибора и содержит историю изменений коэффициентов. Внешний вид журнала изменений показан на рисунке 6.3. Пояснения к рисунку приведены в таблице 6.6.

Между страницами журнала изменений (5) можно перемещаться путем нажатия кнопок и .

Просмотр заданных ранее коэффициентов доступен на предыдущих страницах журнала изменений.

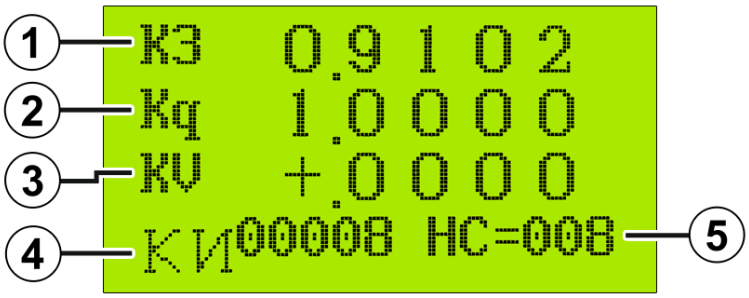


Рисунок 6.2. Журнал изменений

Таблица 6.6 – Пояснения к рисунку 6.2

№ на рисунке	Описание
1	Служебный параметр (КЗ)
2	Калибровочный коэффициент
3	Поправка нуля счетчика-расходомера
4	Количество страниц (изменений) в журнале
5	Порядковый номер страницы

В журнале изменений фиксируются значения новых установленных коэффициентов (1) и (2), и значение поправки, которое вводит оператор для корректировки нуля счетчика-расходомера (3).

Количество изменений (4) показывает сколько раз изменялись коэффициенты. При изменении одного коэффициента, количество изменений увеличивается на единицу.

Например, согласно рисунку 6.2, коэффициенты менялись 8 раз.

6.6. Установка нуля

Установка нуля расходомера – это определение значения нулевой (опорной) точки, при отсутствии потока. Нуль счетчика-расходомера – это величина скорости потока, рассчитанная счетчиком-расходомером, при отсутствии расхода в проточной части.

Установка нуля проводится непосредственно на месте эксплуатации, на заполненном измеряемой средой расходомере. Давление среды при установке нуля должно соответствовать давлению при эксплуатации.

Для того чтобы установить нуль счетчика-расходомера необходимо выполнить следующие действия:

- подайте питание на счетчик-расходомер и дайте ему прогреться не менее 30 мин;
- заполните счетчик-расходомер измеряемой средой;
- закройте запорный клапан, расположенный ниже по направлению потока;
- убедитесь, что проточная часть счетчика-расходомера полностью заполнена жидкостью;
- закройте запорный клапан, расположенный выше по направлению потока;
- убедитесь, что течение полностью отсутствует;
- перейдите в пункт меню № 13 (см. таблицу 6.5).
- изменяя значение поправки нуля счетчика-расходомера, откорректируйте нуль счетчика-расходомера, чтобы его значение не превышало допустимого значения. Поправка нуля счетчика-расходомера изменяется с помощью кнопок. Перемещение на один символ вправо осуществляется при помощи комбинации кнопок + . Перемещение на один символ влево осуществляется при помощи комбинации кнопок + . Ввод цифр осуществляется изменением значения выделяемой курсором цифры при нажатии кнопки или . Аналогичным образом осуществляется выбор знака поправки: «+» или «-».
- после установки поправки нуля счетчика-расходомера, нажмите кнопку для выхода из меню установки нуля.

Внешний вид меню установки нуля показан на рисунке 6.3, пояснения к рисунку приведены в таблице 6.7.

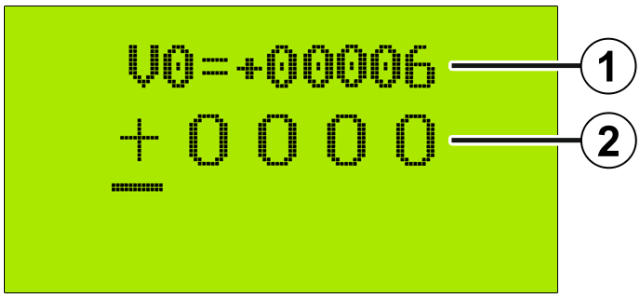


Рисунок 6.3. Установка нуля

Таблица 6.7 – Пояснения к рисунку 6.3

№ на рисунке	Описание
1	Нуль счетчика-расходомера, мм/с
2	Поправка нуля счетчика-расходомера

6.7. Настройка функции обнаружения пустой трубы

Обнаружение пустого трубопровода осуществляется сравнением условного коэффициента сопротивления между электродами в проточной части счетчика-расходомера с уставкой. При увеличении условного коэффициента сопротивления до значения превышающего уставку, на индикатор выводится диагностическое сообщение ПТ.

Корректность определения пустой трубы зависит от удельной электропроводности среды, вязкости и наличия включений. Определение уставки необходимо проводить экспериментально на месте эксплуатации на измеряемую среду.

Для того чтобы задать уставку обнаружения пустой трубы необходимо выполнить следующие действия:

- Подайте питание на счетчик-расходомер и дайте ему прогреться не менее 30 мин.
- Заполните счетчик-расходомер измеряемой средой.
- Перейдите в пункт меню № 23 (см. таблицу 6.5).
- Зафиксируйте условный коэффициент сопротивления при сопротивления измеряемой среды при заполненном трубопроводе $К_з$.
- Освободите счетчик-расходомер от измеряемой среды.
- Зафиксируйте условный коэффициент сопротивления при пустом трубопроводе $К_п$.
- Рекомендуется установить значение уставки равное ($К_з$+ $К_п$)/2. Данное значение применимо для большинства типов сред.

Внешний вид меню установки уставки обнаружения пустой трубы показан на рисунке 6.4, пояснения к рисунку приведены в таблице 6.8.

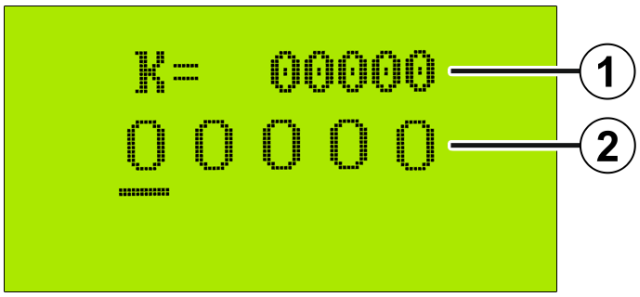


Рисунок 6.4. Настройка уставки пустой трубы

Таблица 6.8 – Пояснения к рисунку 6.4

№ на рисунке	Описание
1	Условный коэффициент сопротивления измеряемой среды
2	Уставка обнаружения пустой трубы

Ввод значения уставки осуществляется изменением значения отмеченной курсором цифры при нажатии кнопки или . При каждом нажатии значение изменяется на единицу.

Перемещение курсора осуществляется при помощи комбинации кнопок + или + . Для выхода из режима настройки обнаружения пустой трубы нажмите кнопку .

6.8. Пароли

Настройки счетчика-расходомера защищены от редактирования паролями различного уровня.

Ввод пароля осуществляется изменением значения отмеченной курсором цифры при нажатии кнопки ▼ или ▲. При каждом нажатии значение изменяется на единицу. Перемещение курсора осуществляется при помощи комбинации кнопок ◆ + ▼ или ◆ + ▲. Когда пароль полностью введён нажмите ◆ + ◄ для подтверждения. Список паролей приведён в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Пароли

Уровень пароля	Значение	Описание
1	00521	Позволяет редактировать только 4 пункт меню
2	03210	Позволяет редактировать 4-28 пункты меню
3	06108	Позволяет обнулять сумматоры расхода

6.9. Диагностика и устранение неисправностей

Типовые неисправности, их причины и способы устранения приведены в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Типовые неисправности, их причины и способы устранения

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включенном питании индикатор счетчика-расходомера погашен, на импульсном/ частотном, цифровом, токовом выходах отсутствуют сигналы.	Неправильное подключение проводов питания к счетчику-расходомеру.	Произвести проверку подключения кабеля или проводов питания согласно схеме подключения.
	Обрыв проводов питания.	Проверить кабель питания. В случае обрыва, заменить кабель или провода питания.
	Напряжение питания не соответствует требованиям РЭ.	Проверить источник питания и установить напряжение питания в соответствии с требованиями РЭ.
При наличии расхода состояние выходных сигналов счетчика-расходомера соответствует нулевому расходу	Расход ниже минимального расхода для данного типоразмера счетчика-расходомера.	Открыть полностью запорно–регулирующую арматуру для установления расхода, лежащего в диапазоне измерений счетчика-расходомера.

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При отсутствии расхода счетчик-расходомер отображает некоторое значение расхода	Не выполнена установка нуля счетчика-расходомера.	Провести установку нуля счетчика-расходомера согласно пункту 6.6 данного руководства
На дисплее отображается сигнал тревоги **НП**	Нет питания первичного преобразователя.	Провести проверку подключения проводов питания первичного преобразователя.
На дисплее отображается сигнал тревоги **ПТ**	Проточная часть не заполнена измеряемой средой либо некорректно настроена функция определения пустой трубы	Открыть полностью запорно–регулирующую арматуру для полного заполнения проточной части. Выполнить настройку функции определения пустой трубы согласно пункту 6.7 данного руководства

Приложение А. Карта регистров протокола MODBUS для выходных сигналов исполнений М, ИПМ, ТПМ, ИТПМ

Протокол Modbus предполагает одно главное устройство в линии, которое может обращаться к нескольким подчиненными устройствам по уникальному адресу. В линии может находиться от 1 до 99 устройств.

Формат фрейма Modbus RTU - шестнадцатеричный. Структура фрейма представлена в таблицах А.1, А.2.

Фрейм начинается с интервала тишины, равного времени передачи 3,5 символов при данной скорости передачи. Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 символов. Новый фрейм может начинаться после этого интервала.

Фрейм передается непрерывно. Если интервал тишины продолжительностью 1,5 возник во время передачи фрейма, принимающее устройство заканчивает прием сообщения и следующий байт будет воспринят как начало следующего сообщения.

Таким образом, если новое сообщение начнется раньше 3,5 интервала, принимающее устройство воспримет его как продолжение предыдущего сообщения. В этом случае устанавливается ошибка, так как возникнет несовпадение контрольных сумм.

Таблица А.1 – Формат фрейма главного устройства

Старт	Адрес устройства	Код функции	Арес регистра	Длина регистра	Контрольные суммы	Конец
T1-T2-T3-T4	8 бит	8 бит	16 бит	16 бит	16 бит	T1-T2-T3-T4

Таблица А.2 – Формат фрейма подчиненного устройства

Старт	Адрес устройства	Код функции	Данные	Контрольные суммы	Конец
T1-T2-T3-T4	8 бит	8 бит	n × 8 бит	16 бит	T1-T2-T3-T4

Адрес устройства следует сразу за началом фрейма и состоит из одного 8-разрядного символа. Эти биты указывают пользователю адрес подчиненного устройства, которое должно принять сообщение, посланное главным устройством.

Каждое подчиненное устройство должно иметь уникальный адрес и только адресуемое устройство может ответить на запрос, который содержит его адрес.

Код функции указывает адресуемому подчиненному устройству, какое действие выполнить.

Директория «Данные» содержит информацию, необходимую подчиненному устройству для выполнения указанной функции, или содержит данные, собранные подчиненным устройством для ответа на запрос.

Директория «Контрольные суммы» позволяет проверять сообщение на наличие ошибок.

Таблица А.3 – Коды функций

Код	Наименование	Действие
03	Read holding registers	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения
04	Read input register	Получение текущего значения одного или нескольких регистров ввода
06	Preset single register	Запись нового значения в регистр хранения

Таблица А.4 – Карта регистров

Адрес регистра (десятеричный)	Адрес протокола (HEX)	Формат данных	Определение
Регистры ввода			
4112	0x1010	число с плавающей точкой 32 бит	Мгновенное значение расхода
4114	0x1012	число с плавающей точкой 32 бит	Мгновенное значение скорости
4116	0x1014	число с плавающей точкой 32 бит	Текущее значение расхода в процентах от максимального расхода
4118	0x1016	число с плавающей точкой 32 бит	Коэффициент сопротивления измеряемой среды
4120	0x1018	длинное целое число 32 бит	Целая часть значения накопленного объема в прямом направлении
4122	0x101A	число с плавающей точкой 32 бит	Десятичная часть значения накопленного объема в прямом направлении
4124	0x101C	длинное целое число 32 бит	Целая часть значения накопленного объема в обратном направлении
4126	0x101E	число с плавающей точкой 32 бит	Десятичная часть значения накопленного объема в обратном направлении
4132	0x1024	целое число без знака 16 бит	Сигнал обнаружения пустой трубы
4133	0x1025	целое число без знака 16 бит	Сигнал отсутствия питания первичного преобразователя

Адрес регистра (десятеричный)	Адрес протокола (HEX)	Формат данных	Определение
Регистры хранения			
4128	0x1020	целое число без знака 16 бит	Единицы измерения мгновенного расхода
4129	0x1021	целое число без знака 16 бит	Единицы измерения накопленного объема
4130	0x1022	целое число без знака 16 бит	Максимальная уставка сигнала тревоги
4131	0x1023	целое число без знака 16 бит	Минимальная уставка сигнала тревоги

Формат числа с плавающей точкой приведен ниже (см. *таблицу А.5*), на примере мгновенного расхода.

Таблица А.5 – Структура формата числа с плавающей точкой

0x1010		0x1011	
байт 1	байт 2	байт 3	байт 4
S EEEEEEE	E MMMMMMM	MMMMMMMM	MMMMMMMM

S – Знак мантиссы; 1 – отрицательное; 0 – положительное. Старший бит

E – Экспонента. Последующие 8 бит.

M – Мантисса. Младшие 23 бита и дробная часть.

Преобразование из формата с плавающей точкой в десятеричный формат осуществляется по следующей формуле:

$$V = (-1)^{S} \cdot 2^{(E-127)} \cdot (1+M)$$

Ниже представлен пример запроса главного устройства (см. *таблицу А.6*) и ответ подчиненного (см. *таблицу А.7*).

Таблица А.6 – Чтение значений из регистра мгновенного расхода

Адрес подчинен-ного устройства	Код функции	Старший байт адреса регистра	Младший байт адреса регистра	Старший байт длины регистра	Младший байт длины регистра	Старший байт контрольной суммы	Младший байт контрольной суммы
01	04	10	10	00	02	74	CE

Таблица А.7 – Ответ подчиненного устройства

Адрес подчинен-ного устройства	Код функции	Длина данных	4 байта (мгновенный расход)				Старший байт контрольной суммы	Младший байт контрольной суммы
01	04	04	C4	1C	60	00	2F	72

Число с плавающей точкой C41C6000:

C4	1C	60	00
1100 0100	0001 1100	0110 0000	0000 0000
байт 1	байт 2	байт 3	байт 4

S = 1; если знак мантиссы = 1, то значение отрицательное.

E = 10001000; Экспонента равна 136.

M = 001 1100 0110 0000 0000 0000

Мгновенный расход можно вычислить по следующей формуле:

$$V = (-1)^{1} \cdot 2^{(136-127)} \cdot (1 + 1/8 + 1/16 + 1/32 + 1/512 + 1/1024) = -625{,}5.$$

Приложение Б. Карта регистров протокола MODBUS для выходных сигналов исполнений МН, ИПМН, ТПМН, ИТПМН

Таблица Б.1 – Регистры хранения (код 03)

№	Наименование	Номер регистра Modbus	Тип
1	Язык	0	UINT16
2	Адрес основного блока	1	UINT16
3	Скорость обмена	2	UINT16
4	Диаметр проточной части	3	UINT16
5	Максимальный расход	5	UINT16
6	Единицы измерения расхода	6	UINT16
7	Время демпфирования	7	UINT16
8	Отсечка	8	UINT16
9	Включение отсечки	9	UINT16
10	Единицы измерения объема	10	UINT16
11	Направление потока	11	UINT16
12	Тип токового выхода 0 – 4…20 мА 1 – 4 мА	12	UINT16
13	Коэффициент K1	13	UINT16
14	Коэффициент K2	14	UINT16
15	Конфигурация частотного выхода	15	UINT16
16	Вес импульса	16	UINT16
17	Максимальная частота	18	UINT16
18	Включение максимального релейного переключения	19	UINT16
19	Максимальное значение для реле	20	UINT16
20	Включение минимального релейного переключения	21	UINT16
21	Минимальное значение для реле	22	UINT16
22	Включение обнаружения пустой трубы	23	UINT16
23	Порог обнаружения пустой трубы	24	UINT16
24	Тип измеряемой среды	26	UINT16
25	Ноль расхода	27	UINT16
26	Коэффициент Kq	28	UINT16
27	Коэффициент K3	31	UINT16
28	Включение диагностики	36	UINT16
29	Дата	50	UINT16
30	Серийный номер ПП	51	UINT16
31	Серийный номер	53	UINT16
32	Максимальный расход	56	FLOAT
33	Коэффициент K1	58	FLOAT

Продолжение таблицы Б.1 – Регистры хранения (код 03)

№	Наименование	Номер регистра Modbus	Тип
34	Коэффициент K2	60	FLOAT
35	Коэффициент K3	62	FLOAT
36	Идентификатор Modbus для Эмис-Интегратора	64	UINT16
37	Защита от записи 0 бит – защита от записи 7 бит – More Status Available (для тестов HART)	65	UINT16
38	Количество преамбул ответа	66	UINT16
39	Polling-адрес	67	UINT16
40	Счетчик конфигураций HART	68	UINT16
41	Конфигурация HART переменных	70	UINT32
42	Дата Третий байт (старший) – 0 Второй байт – день Первый байт – месяц Нулевой байт (младший) – год (2000+)	72	UINT32
43	Коэффициент Kq	74	FLOAT
44	Отсечка	76	FLOAT
45	Ноль расхода	78	UINT16

Таблица Б.2 – Регистры ввода

№	Наименование	Номер регистра Modbus	Тип
1	Объемный расход [ЗЕИ]	0	FLOAT
2	Скорость потока [м/с]	2	FLOAT
3	% максимального расхода	4	FLOAT
4	Резистивный коэффициент	6	FLOAT
5	Целая часть прямого объема	8	UINT32
6	Дробная часть прямого объема	10	FLOAT
7	Целая часть обратного объема	12	UINT32
8	Дробная часть обратного объема	14	FLOAT
9	Диагностика пустой трубы	20	UINT16
10	Диагностика ошибки источника	21	UINT16
11	Выходной ток [мА]	24	FLOAT
12	CRC программного обеспечения	26	UINT16
13	Версия ПО	28	UINT32

Приложение В. Карта переменных протокола HART (версия 5) для выходных сигналов исполнений Н, ИПН, ТПН, ИТПН

Протокол HART предназначен для организации связи между главным и подчиненным устройством. Допускается наличие двух главных устройств. Некоторые технические параметры, определяемые стандартом на HART-протокол представлены в таблице В.1.

Таблица В.1 –Характеристики канала связи

Наименование	Характеристики
Физический уровень	Bell 202 FSK
Скорость передачи	1200 бод/с
Многоточечный режим (Multi-drop)	ДА
Монопольный режим (Burst)	НЕТ
Файл описания устройства (DD)	НЕТ
Поддержка спецификации FDT (DTM)	НЕТ

Структура фреймов HART-протокола представлена в *таблицах В.2* и *В.3*.

Таблица В.2 – Формат фрейма главного устройства

Преамбула	Признак старта	Адреса HART-устройств	HART-команда	Длина поля статуса и данных	Поле данных	Контроль-ная сумма
5...20 байт	1 байт	1...5 байт	1 байт	1 байт	0...25 байт	1 байт

Таблица В.3 – Формат фрейма подчиненного устройства

Преамбула	Признак старта	Адреса HART-устройств	HART-команда	Длина поля статуса и данных	Поле статуса	Поле данных	Контроль-ная сумма
5...20 байт	1 байт	1...5 байт	1 байт	1 байт	2 байта	0...25 байт	1 байт

Таблица В.4 – Универсальные команды HART-протокола

№	Функция	Данные в команде (Тип)	Данные в ответе (Тип)
0	Считать уникальный идентификатор	нет	Байт 0 "254" (расширение) Байт 1 код идентификации изготовителя Байт 2 код типа устройства Байт 3 число преамбул Байт 4 версия универсальных команд Байт 5 версия специфических команд Байт 6 версия програм. обеспечения Байт 7 версия аппаратного обесп. (H) Байт 8 флаги функций устройства (B) Байт 9-11 идентиф. номер устройства
1	Считать первичную переменную	нет	Байт 0 код единиц измерения первичной переменной Байт 1-4 первичная переменная (F)
2	Считать первичную переменную как величину тока и в процентах от диапазона	нет	Байт 0-3 ток (мА) (F) Байт 4-7 процент от диапазона (F)
3	Считать четыре динамических переменных и токового значения первичной переменной	нет	Байт 0-3 ток (мА) (F) Байт 4 код единиц измерения первичной переменной Байт 5-8 первичная переменная (F) Байт 9 код единиц измерения вторичной переменной Байт 10-13 вторичная переменная (F) Байт 14 код единиц измерения третьей пер. Байт 15-18 третья переменная (F) Байт 19 код единиц измерения четвертой переменной Байт 20-23 четвертая переменная (F)
12	Считать сообщение	нет	Байт 0-23 сообщение (A)

Продолжение таблицы В.4 – Универсальные команды HART-протокола

№	Функция	Данные в команде (Тип)	Данные в ответе (Тип)
13	Считать тэг, дескриптор, дату	нет	Байт 0-5 тэг (A) Байт 6-17 дескриптор (A) Байт 18-20 дата (D)
14	Считать информацию сенсора первичной переменной	нет	Байт 0-2 серийный номер чувствительного элемента Байт 3 код единиц измерения чувствительного элемента, пределы и минимальный интервал Байт 4-7 верхний предел измерения чувствительного элемента (F) Байт 8-11 нижний предел измерения чувствительного элемента (F) Байт 12-15 минимальный интервал (F)
15	Считать информацию о выходном сигнале по первичной переменной	нет	Байт 0 код сигнала тревоги Байт 1 код функции преобразования первичной переменной Байт 2 код единиц диапазона первичной переменной Байт 3-6 верхняя граница диапазона первичной переменной Байт 7-10 нижняя граница диапазона первичной переменной Байт 11-14 величина демпфирования первичной переменной (F) Байт 15 код защиты от записи (F) Байт 16 код метки продавца, ассоциированный с устройством или первичной переменной (F)
16	Считать сборочный номер устройства	нет	Байт 0-2 сборочный номер, принадлежащий этому устройству
17	Записать сообщение	Байт 0-23 сообщение (32 символа) (A)	как в команде

Продолжение таблицы В.4 – Универсальные команды HART-протокола

№	Функция	Данные в команде (Тип)	Данные в ответе (Тип)
18	Записать тэг, дескриптор, дату	Байт 0-5 тэг (8 символов) Байт 6-17 дескриптор (16 символов) (A) Байт 18-20 дата (D)	как в команде
19	Записать сборочный номер устройства	Байт 0-2 сборочный номер устройства	как в команде

Примечание: Типы данных

A: ASCII-код (упаковано по 4 символа на каждые 3 байта)

B: Побитовые флаги (бит 0 – многопараметрический прибор; бит 1 – требуется управлять ЭСППЗУ)

D: Дата (3 байта; день, месяц, год – 1900)

F: Число с плавающей точкой (4 байта в формате IEEE 754)

H: Целое число xxxxx yyy (xxxxx – версия аппаратного обеспечения; yyy – код формирования физических каналов). Неотмеченные данные являются 8-, 16- или 24-битными целыми числами.

Приложение Г. Карта переменных протокола HART (версия 7) для выходных сигналов исполнений МН, ИПМН, ТПМН, ИТПМН

Протокол предназначен для организации связи между главным и подчиненным устройством. Протокол допускает наличие двух главных устройств. Некоторые технические параметры, определяемые стандартом на HART-протокол представлены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 –Характеристики канала связи

Наименование	Характеристики
Физический уровень	Bell 202 FSK
Скорость передачи	1200 бод/с
Многоточечный режим (Multi-drop)	ДА
Монопольный режим (Burst)	НЕТ
Файл описания устройства (DD)	ДА
Поддержка спецификации FDT (DTM)	НЕТ
Детали регистрации продукта	Manufacture ID (hex): 0060C5 Device Type ID (hex): E4E3

Таблица Г.2 – Карта переменных HART

№	Имя переменной	Наименование	Запись	PV	SV	TV	QV
0	nan	Отключен	-	+	+	+	+
1	volume_flow	Объемный расход	-	+	+	+	+
2	speed	Скорость	-	-	+	+	+
3	vf_percent	% от максимального расхода	-	-	+	+	+
4	resist_coef	Коэффициент сопротивления измеряемой среды	-	-	+	+	+
5	volume_fwd	Прямой объем	-	-	+	+	+
6	volume_bwd	Обратный объем	-	-	+	+	+
7	language	Язык	+	-	-	-	-
8	diameter	ДУ	+	-	-	-	-
9	max_flow	Максимальный расход	+	-	-	-	-
10	damp_time	Время демпфирования	+	-	-	-	-
11	threshold	Значение отсечки	+	-	-	-	-
12	threshold_en	Включение отсечки	+	-	-	-	-
13	back_flow_en	Включение обратного потока	+	-	-	-	-
14	k1	K1	+	-	-	-	-
15	k2	K2	+	-	-	-	-

Продолжение таблицы Г.2 – Карта переменных HART

№	Имя переменной	Наименование	Запись	PV	SV	TV	QV
16	freq_out	Тип частотного выхода	+	-	-	-	-
17	pulse_weight	Цена импульса	+	-	-	-	-
18	max_freq	Максимальная частота	+	-	-	-	-
19	max_signal_en	Включение обнаружения максимального значения	+	-	-	-	-
20	max_signal	Уставка максимального значения	+	-	-	-	-
21	min_signal_en	Включение обнаружения минимального значения	+	-	-	-	-
22	min_signal	Уставка минимального значения	+	-	-	-	-
23	empty_pipe_en	Обнаружение пустой трубы	+	-	-	-	-
24	empty_setting	Уставка обнаружения пустой трубы	+	-	-	-	-
25	meas_type	Тип измеряемой среды	+	-	-	-	-
26	flow_zero	Ноль расхода	-	-	-	-	-
27	kq	Kq	-	-	-	-	-
28	k3	K3	-	-	-	-	-
29	dignostics	Диагностика	+	-	-	-	-
30	serial_pp	Серийный ПП	-	-	-	-	-
31	serial	Серийный номер	-	-	-	-	-

Команды HART версии 7 показаны в *таблицах Г.3, Г.4*.

Протокол интерфейса HART соответствует спецификации протокола.

Количество переменных HART – 37.

Таблица Г.3 – Универсальные команды HART

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
0 Чтение уникального идентификатора	—	байт 0 – константа 254 байт 1,2 – код устройства (0xE429) байт 3 – количество принимаемых преамбул байт 4 – версия HART (7) байт 5 – ревизия устройства байт 6 – ревизия ПО байт 7 – разделен на две части: 5 бит – ревизия аппаратной части, 3 бит – код физического сигнала байт 8 – флаги HART байт 9-11 –идентификатор устройства байт 12 – количество передаваемых преамбул байт 13 – количество переменных байт 14,15 – счетчик изменения конфигурации байт 16 – константа 0 байт 17,18 – код производителя (0x60C5) байт 19, 20 – код дилера (0x60C5) байт 21 – профиль устройства (константа 1)
1 Чтение первой переменной	—	байт 0 – код единиц измерения PV байт 1-4 – значение переменной PV (float)
2 Считывание текущего значения тока и процентов от диапазона	—	байт 0-3 – значение тока, мА (float) байт 4-7 – процент от диапазона (float)
3 Чтение текущего значения тока и четырех (предустановленных) динамических переменных	—	байт 0-3 – значение тока, мА (float) байт 4 – код единиц измерения PV байт 5-8 – значение переменной PV (float) байт 9 – код единиц измерения SV байт 10-13 – значение переменной SV (float) байт 14 – код единиц измерения TV байт 15-18 – значение переменной TV (float) байт 19 – код единиц измерения QV байт 20-23 – значение переменной QV (float)
6 Записать полевой адрес	байт 0 – адрес (от 0 до 63)	байт 0 – полевой адрес байт 1 –режим токовой петли Примечание: при адресе отличном от 0 токовый выход устанавливается в фиксированный режим с током 4 мА

Таблица Г.3 – Универсальные команды HART

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
7 Чтение конфигурации токовой петли	—	байт 0 – полевой адрес байт 1 –режим токовой петли
8 Чтение классификации динамических переменных	—	байт 0 – классификация PV байт 1 – классификация SV байт 2 – классификация TV байт 3 – классификация QV
9 Чтение переменных устройства и статуса	байт 0-7 – код переменной устройства	байт 0 – расширенный статус (равен 0) байт 1 – 0 код переменной устройства байт 2 – 0 классификация переменной устройства байт 3 – 0 код ед. изм. переменной устройства байт 4-7 – 0 значение переменной устройства (float) байт 8 – 0 статус переменной устройства байт 9-16 – 1 переменная устройства байт 17-24 – 2 переменная устройства байт 25-32 – 3 переменная устройства байт 33-40 – 4 переменная устройства байт 41-48 – 5 переменная устройства байт 49-56 – 6 переменная устройства байт 57-64 – 7 переменная устройства байт 65-68 – метка времени (0)
11 чтение уникального идентификатора связанного с меткой	байт 0-5 метка (packed)	как в команде 0
12 Чтение сообщения	—	байт 0-23 – сообщение (packed)
13 Чтение метки, дескриптора, даты	—	байт 0-5 – метка (packed) байт 6-17 – дескриптор (packed) байт 18 – день байт 19 – месяц байт 20 – год – 1900
14 Чтение информации о сенсоре	—	байт 0-2 – серийный номер сенсора байт 3 – код единиц измерения сенсора байт 4-7 – верхний предел измерения сенсора байт 8-11 – нижний предел измерения сенсора байт 12-15 – минимальная дискрета измеряемой величины

Таблица Г.3 – Универсальные команды HART

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
15 Чтение информации об устройстве	—	байт 0 – код сигнализации об ошибке PV байт 1 – код передаточной функции PV байт 2 – код единиц измерения PV байт 3-6 – нижний предел измерения PV байт 7-10 – верхний предел измерения PV байт 11-14 – время обновления PV байт 15 – код режима защиты (регистр Modbus 40009) байт 16 – константа 250 байт 17 – флаги аналогового выхода
16 Чтение номера финальной сборки	—	байт 0-2 – номер финальной сборки
17 Запись сообщения	байт 0-23 сообщение (packed)	байт 0-23 – сообщение
18 Запись метки, указателя, даты	байт 0-5 метка (packed) байт 6-17 дескриптор (packed) байт 18-20 дата	байт 0-5 – метка (packed) байт 6-17 – дескриптор (packed) байт 18 – день байт 19 – месяц байт 20 – год – 1900
19 Запись номера финальной сборки	байт 0-2 номер финальной сборки	байт 0-2 – номер финальной сборки
20 Чтение длинной метки	—	байт 0-31 – длинная метка
21 Чтение уникального идентификатора, связанного с длинной меткой	байт 0-31 длинная метка	как в команде 0
22 Запись длинной метки	байт 0-31 длинная метка	байт 0-31 – длинная метка
38 Сброс флага изменения конфигурации	байт 0-1 счетчик изменений конфигурации	байт 0-1 – счетчик изменений конфигурации

Таблица Г.3 – Универсальные команды HART

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
48 Чтение дополнительного статуса устройства	— может повторять ответ	байт 0 – специфический статус устройства бит 0 - сигнал обнаружения пустой трубы бит 1 - сигнал отсутствия питания первичного преобразователя бит 2 - значение текущего расхода ниже минимальной уставки бит 3 - значение текущего расхода выше максимальной уставки бит 4 - нет связи с основным блоком байт 1-5 – специфический статус устройства байт 6 – расширенный статус устройства байт 7 – режим работы устройства байт 8 – стандартизованный статус 0 байт 9 – стандартизованный статус 1 байт 10 – флаги аналогового канала байт 11 – стандартизованный статус 2 байт 12 – стандартизованный статус 3 байт 13 – фиксированный аналоговый канал байт 14-24 – специфический статус устройства

Таблица Г.4 – Команды HART общей практики

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
33 Чтение переменных устройства	байт 0 код переменной 0 байт 1 код переменной 1 байт 2 код переменной 2 байт 3 код переменной 3	байт 0 – код переменной 0 байт 1 – код единиц измерения переменной 0 байт 2-5 – значение переменной 0 (float) байт 6-11 – переменная 1 байт 12-17 – переменная 2 байт 18-23 – переменная 3
34 Запись значений демпфирования	байт 0-3 время демпфирования PV	байт 0-3 – время демпфирования PV (float)

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
35 Запись диапазона PV	байт 0 код единиц измерения байт 1-4 верхняя граница диапазона (float) байт 5-8 нижняя граница диапазона (float)	байт 0 – код единиц измерения байт 1-4 – верхняя граница диапазона байт 5-8 – нижняя граница диапазона
44 Запись единиц измерения PV	байт 0 код единиц измерения	байт 0 – код единиц измерения
50 Чтение назначения динамических переменных	—	байт 0 – код переменной для PV байт 1 – код переменной для SV байт 2 – код переменной для TV байт 3 – код переменной для QV
51 Запись назначения динамических переменных	байт 0 код для PV байт 1 код для SV байт 2 код для TV байт 3 код для QV	байт 0 – код переменной для PV байт 1 – код переменной для SV байт 2 – код переменной для TV байт 3 – код переменной для QV
54 Чтение информации о переменной устройства	байт 0 код переменной	байт 0 – код переменной байт 1-3– серийный номер датчика байт 4 – единицы измерения байт 5-8 – верхний предел измерений датчика байт 9-12 – нижний предел измерений датчика байт 13-16 – задержка выдачи значения байт 17-20 – минимальный шаг измерения байт 21 – классификация переменной байт 22 – семейство переменной байт 23-26 – период опроса переменной байт 27 – биты свойств переменной
59 Запись количества преамбул ответа	байт 0 количество преамбул ответа	байт 0 – количество преамбул ответа

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
79 Запись переменной устройства	байт 0 код переменной байт 1 тип переменной (0 – норм., 1 – фикс.) байт 2 код единиц измерения байт 3-6 значение переменной (float) байт 7 статус переменной	байт 0 – код переменной байт 1 – тип переменной (0 – норм., 1 – фикс.) байт 2 – код единиц измерения байт 3-6 – значение переменной (float) байт 7 – статус переменной