



## **РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ВС-12 ППД**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**РЭ 26.51.52.110-002-03532461-2020**



2020 г.

# Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА</b> .....	<b>4</b>
1.1 Назначение изделия.....	4
1.2 Технические характеристики .....	5
1.3 Состав изделия .....	9
1.4 Устройство и работа.....	11
1.5 Маркировка и пломбирование .....	12
1.6 Упаковка .....	13
<b>2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ</b> .....	<b>14</b>
2.1 Эксплуатационные ограничения .....	14
2.2 Меры безопасности .....	15
2.3 Подготовка изделия к использованию .....	15
2.4 Распаковка .....	16
2.5 Выбор места установки.....	16
2.6 Установка преобразователей температуры и давления .....	18
2.7 Установка электронно-вычислительного блока.....	19
2.8 Выполнение электрических соединений .....	19
2.9 Конфигурация ЭВБ .....	25
2.10 Конфигурация ЭВБ при помощи прикладного ПО.....	26
2.11 Эскизы, схемы установки и электроподключения.....	27
2.12 Выполнение измерений.....	29
<b>3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ</b> .....	<b>30</b>
3.1 Техническое обслуживание .....	30
3.2 Параметры диагностики.....	31
3.3 Неисправности измерительной части.....	31
<b>4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ</b> .....	<b>37</b>
4.1 Транспортирование .....	37
4.2 Хранение.....	37
4.3 Утилизация .....	38
<b>5 ГАРАНТИЯ</b> .....	<b>39</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А – СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ</b> .....	<b>40</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б – КОДЫ ОШИБОК</b> .....	<b>41</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В – ДЕРЕВО МЕНЮ РАСХОДОМЕРА-СЧЕТЧИКА</b> .....	<b>44</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г – ОБОЗНАЧЕНИЕ ЗАКАЗНОГО КОДА РАСХОДОМЕРА-СЧЕТЧИКА</b> .....	<b>52</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д – ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ</b> .....	<b>54</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для изучения принципа действия, устройства, правил монтажа и эксплуатации Расходомеров-счетчиков ВС-12 ППД (далее – «расходомеры», «расходомеры-счетчики»), выпускаемых по техническим условиям ТУ 26.51.52.110-002-03532461-2020.

**При изучении РЭ просим обратить особое внимание на указания, перед которыми стоит слово "ВНИМАНИЕ!"**

Перечень обозначений и сокращений, принятых в настоящем РЭ, приведен в Приложении А.

Перед использованием настоящего РЭ необходимо проверить действие ссылочных стандартов на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов, составленному на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании настоящего РЭ следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

В связи с постоянным техническим совершенствованием изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию, программное обеспечение и техническую документацию расходомера-счетчика без уведомления потребителя.

**ВНИМАНИЕ!** Настоящее РЭ является наиболее полным. В зависимости от заказного кода и исполнения расходомера часть функций может быть недоступна. Настоящее РЭ применимо для расходомеров с версией интерфейсного ПО не ниже **V.3.X.XX**. Версия интерфейсного ПО указана в Паспорте расходомера, а также доступна в меню **О\_ПРИБОРЕ**→Версия. Также версия интерфейсного ПО в течение 3 сек отображается на дисплее расходомера при подаче питающего напряжения в момент включения и загрузки. Пожалуйста, обратитесь в ООО «ЕН Автоматизация», если Вам необходима консультация.

**ВНИМАНИЕ!** Данное руководство, несмотря на то, что оно размещено на официальном сайте компании, может являться не последней актуальной действующей версией. Номер версии РЭ и дата его актуализации указаны на последней странице данного руководства. В случае необходимости, пожалуйста, обратитесь в ООО «ЕН Автоматизация» по указанным на последней странице контактными данным для получения последней наиболее актуальной версии РЭ.

Информация об изготовителе:

Общество с ограниченной ответственностью «ЕН Автоматизация» (ООО «ЕН Автоматизация»).

Юридический адрес: 125504, РФ, г. Москва, пр. Огородный, д. 16/1, стр. 6, помещ. 1211.

Для корреспонденции: 125504, РФ, г. Москва, пр. Огородный, д. 16/1, стр. 6, помещ. 1211.

тел. +7 495 369 02 89, e-mail: [info@en-automation.ru](mailto:info@en-automation.ru).

Сайт предприятия: [www.en-automation.ru](http://www.en-automation.ru).

Страна производства: Россия.

# **1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА**

## **1.1 Назначение изделия**

1.1.1 Расходомеры-счетчики газа ВС-12 ППД предназначены для измерения объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, а также вычисления молекулярного веса и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям. Расчет физических свойств газа осуществляется по методике ГСССД МР 113–03, ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015.

1.1.2 Расходомеры могут располагаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок классов 1 и 2 согласно Ех-маркировке, ГОСТ ИЕС 60079-14-2013. Расходомеры соответствуют требованиям технического регламента ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах», ГОСТ ИЕС 60079-1-2013, ГОСТ 31610.18-2016 (ИЕС 60079-18:2014) и ГОСТ 31610.0-2019 (ИЕС 60079-0:2017).

1.1.3 Расходомеры выпускаются во фланцевом (катушечном) исполнении.

1.1.4 Расходомеры могут измерять скорость, объемный расход и объем газа как в прямом, так и в обратном направлении (двунаправленный поток).

1.1.5 По заказу потребителя расходомеры-счетчики могут быть дополнительно укомплектованы датчиками давления и температуры для измерения физических свойств измеряемой среды.

1.1.6 Расходомеры обеспечивают длительную и непрерывную работу и относятся к изделиям, ремонт которых осуществляется на предприятии-изготовителе или в ремонтных службах, имеющих на это разрешение.

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные (общие) метрологические и технические характеристики приведены в таблицах 1, 2, 3, 4.

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальный диаметр	от DN25 до DN800
Диапазон измерений объемного расхода газа*, м <sup>3</sup> /ч	от 0,18 до 41620
Диапазон скорости потока газа *, м/с	от 0,1 до 45,0
Диапазон входных аналоговых токовых сигналов, мА	от 4 до 20
Диапазон выходных аналоговых токовых сигналов, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях расходомеров-счетчиков ВС-12 ППД с одной парой ультразвуковых преобразователей, %: – в диапазоне измерения от $Q_{min}$ включ. до $Q_t$ – в диапазоне измерения от $Q_t$ включ. до $Q_{max}$ включ.	$\pm 3$ ( $\pm 3,5^{**}$ ) $\pm 2$ ( $\pm 2,5^{**}$ )
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях расходомеров-счетчиков ВС-12 ППД с двумя парами ультразвуковых преобразователей, %: – в диапазоне измерения от $Q_{min}$ включ. до $Q_t$ – в диапазоне измерения от $Q_t$ включ. до $Q_{max}$ включ.	$\pm 2$ ( $\pm 2,5^{**}$ ) $\pm 1$ ( $\pm 1,5^{**}$ )
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов, %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании выходных аналоговых токовых сигналов, %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой относительной погрешности при вычислении массового расхода, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям***, %	$\pm 0,005$
<p>* Указан максимально возможный диапазон измерений. Диапазоны измерений объемного расхода газа и диапазоны скорости потока газа для конкретного расходомера-счетчика ВС-12 ППД приведен в паспорте.</p> <p>** При поверке имитационным методом.</p> <p>*** Специальное исполнение, наличие данной функции определяется заказом и отражено в паспорте.</p> <p>Примечание – Приняты следующие обозначения:  <math>Q_{min}</math> – значение минимального измеряемого расхода при рабочих условиях при скорости газа 0,1 м/с, м<sup>3</sup>/ч;  <math>Q_t</math> – значение измеряемого расхода переходного режима при рабочих условиях при скорости газа 0,3 м/с, м<sup>3</sup>/ч;  <math>Q_{max}</math> – значение максимального измеряемого расхода при рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч.</p>	

Таблица 2 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Измеряемая среда	попутный, свободный нефтяной, факельный, природный, газы системы поддержания пластового давления и иные газы не агрессивные по отношению к материалам изготовления расходомера
Температура измеряемой среды, °С: - температурный класс Т4 - температурный класс Т5	от -60 до +120 от -60 до +80
Диапазон давления (абсолютное) измеряемой среды, МПа	от 0,087 до 1,7 или 42,1*
Входные сигналы	аналоговые* от 4 до 20 мА
Выходные сигналы	частотный от 0 до 10000 Гц; аналоговые* от 4 до 20 мА
Цифровые интерфейсы связи	RS-232, Modbus RS-485*, Ethernet TCP/IP*, HART*, Foundation FieldBus*, Bluetooth*
Ех-маркировка	1Ex db mb IIC T4 Gb 1Ex db mb IIC T5 Gb
Степень защиты электронно-вычислительного блока, обеспечиваемая оболочкой по ГОСТ 14254-2015	IP 66
Параметры электрического питания: – напряжение переменного тока, В – частота переменного тока, Гц – напряжение постоянного тока, В	от 90 до 270 50±2 от 18 до 36
Потребляемая мощность, В·А, не более	20
Габаритные размеры (в зависимости от исполнения), мм: – высота – ширина – длина	от 385 до 1170 от 230 до 1020 от 450 до 1200
Масса (в зависимости от исполнения), кг:	от 26 до 2450
Условия эксплуатации: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность, %  – атмосферное давление, кПа	от -60 до +60 до 100 % при 30°С и более низких температурах с конденсацией влаги от 84,0 до 106,7
Назначенный срок службы, лет	15
Средняя наработка на отказ, ч	130 000
* Комплектуется по специальному заказу.	

Таблица 3 – Значения  $V_{min}$ ,  $V_t$ ,  $V_{max}$  для различных типоразмеров

DN	$V_{min}$ , м/с	$V_t$ , м/с	$V_{max}$ , м/с	$Q_{min}^*$ , м <sup>3</sup> /ч	$Q_t^*$ , м <sup>3</sup> /ч	$Q_{max}^*$ , м <sup>3</sup> /ч
25	0,1	0,3	45	0,18	0,53	79,52
32	0,1	0,3	44,9	0,29	0,87	130
50	0,1	0,3	39,7	0,71	2,12	280,62
65	0,1	0,3	38,5	1,19	3,58	459,92

DN	Vmin, м/с	Vt, м/с	Vmax, м/с	Qmin*, м <sup>3</sup> /ч	Qt*, м <sup>3</sup> /ч	Qmax*, м <sup>3</sup> /ч
80	0,1	0,3	38,3	1,81	5,43	693,06
100	0,1	0,3	39,2	2,83	8,48	1108,35
125	0,1	0,3	39,1	4,42	13,25	1727,39
150	0,1	0,3	38,9	6,36	19,09	2474,71
200	0,1	0,3	39,4	11,31	33,93	4456,04
250	0,1	0,3	39,1	17,67	53,01	6909,54
300	0,1	0,3	38,2	25,45	76,34	9720,72
350	0,1	0,3	37,3	34,64	103,91	12919,25
400	0,1	0,3	36,2	45,24	135,72	16376,49
450	0,1	0,3	36,1	57,26	171,77	20669,24
500	0,1	0,3	35,2	70,69	212,06	24881,41
600	0,1	0,3	27,1	101,79	305,36	27584,44
700	0,1	0,3	26,4	138,54	415,63	36575,68
800	0,1	0,3	23	180,96	542,87	41619,82

\* - расходы в рабочих условиях для типовой модели. Конкретный диапазон рабочих расходов расходомера-счетчика, в зависимости от его внутреннего диаметра, приведен в паспорте на расходомер-счетчик.

Таблица 4 – Габаритные и присоединительные размеры для типового модельного ряда\*

Шифр Расходомера	Размеры, мм					Масса, кг
	DN, мм	D1, мм	D2, мм	L, мм	H, мм	
BC-12 ППД 1-25-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	25	85	115	450	385	26
BC-12 ППД 1-40-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	32	100	135	450	385	29
BC-12 ППД 1-50-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	50	125	160	450	410	35
BC-12 ППД 1-80-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	80	160	195	450	445	37
BC-12 ППД 1-100-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	100	190	230	505	480	45
BC-12 ППД 1-150-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	150	250	300	570	550	90
BC-12 ППД 1-200-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	200	320	375	600	625	140
BC-12 ППД 1-250-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	250	355	405	750	655	220
BC-12 ППД 1-300-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	300	410	460	900	710	325
BC-12 ППД 1-350-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	350	470	520	1050	770	465
BC-12 ППД 1-400-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	400	525	580	765	830	470
BC-12 ППД 1-450-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	450	565	615	820	865	650
BC-12 ППД 1-500-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	500	620	670	900	870	750
BC-12 ППД 1-600-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	600	725	780	990	980	1100
BC-12 ППД 1-700-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	700	840	895	1100	1095	1950
BC-12 ППД 1-800-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	800	950	1020	1200	1170	2450
BC-12 ППД 2-25-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	25	85	115	450	354	26
BC-12 ППД 2-40-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	32	100	135	450	354	29
BC-12 ППД 2-50-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	50	125	160	450	377	35
BC-12 ППД 2-80-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	80	160	195	450	409	37
BC-12 ППД 2-100-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	100	190	230	550	442	45
BC-12 ППД 2-150-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	150	250	300	570	506	90
BC-12 ППД 2-200-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	200	320	375	600	575	140
BC-12 ППД 2-250-40-НТУ-1-0-1-0-0-X	250	355	405	750	603	220

Шифр Расходомера	Размеры, мм					Масса, кг
	DN, мм	D1, мм	D2, мм	L, мм	H, мм	
BC-12 ППД 2-300-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	300	410	460	900	653	325
BC-12 ППД 2-350-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	350	470	520	1050	708	465
BC-12 ППД 2-400-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	400	525	580	765	764	470
BC-12 ППД 2-450-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	450	565	615	820	796	650
BC-12 ППД 2-500-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	500	620	670	900	800	750
BC-12 ППД 2-600-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	600	725	780	990	902	1100
BC-12 ППД 2-700-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	700	840	895	1100	1007	1950
BC-12 ППД 2-800-40-НТУ-1-0-1-0-0-Х	800	950	1020	1200	1076	2450
* - данные размеры и масса указаны для стандартного типового изделия. Размеры и масса отличного от типового расходомера-счетчика указываются в технической документации на расходомер-счетчик.						

### 1.2.2 Программное обеспечение расходомера

Программное обеспечение (ПО) является встроенным программным обеспечением электронно-вычислительного блока (ЭВБ). Защита программного обеспечения расходомеров от несанкционированного доступа с целью изменения параметров, влияющих на метрологические характеристики, осуществляется путем аутентификации (введением пароля). **Для получения дополнительной информации по установке пароля обратитесь к Приложению В (Дерево меню расходомера-счетчика) настоящего руководства. Для быстрого доступа последовательно нажмите: ОТМЕНА>ВВОД>ОТМЕНА>О\_ПРИБОРЕ>ПАРОЛЬ>ВКЛ>ЗАДАТЬ. Далее введите желаемую комбинацию из 4-х цифр и нажмите ПОДТВЕРД.** Возможность внесения преднамеренных и непреднамеренных изменений в ПО расходомеров исключается наличием в расходомерах функции определения целостности ПО при включении и ограничением свободного доступа к цифровым интерфейсам связи.

ПО предназначено для обработки сигналов, поступающих от ультразвуковых датчиков, преобразования их в значения унифицированных выходных сигналов. Ультразвуковые преобразователи, установленные выше и ниже по течению потока, посылают и принимают кодированные ультразвуковые сигналы, проходящие через поток газа. ПО по разности времен перемещения импульсов по направлению потока и против него, используя методы цифровой обработки в сочетании с современными способами кодирования и корреляционного детектирования сигнала, рассчитывает скорость потока. На основе измеренной скорости потока и значения внутреннего диаметра трубопровода ПО проводит расчет объемного расхода и объема газа с дальнейшим их преобразованием в унифицированные выходные сигналы.

Защита ПО от несанкционированного внесения изменений осуществляется путем контроля версии ПО и контрольной суммы, подтверждающих целостность ПО.

Идентификация программного обеспечения расходомеров, указанного в таблице 5, осуществляется путем отображения на дисплее структуры идентификационных данных, содержащей номер версии ПО и контрольную сумму. Так же версия, контрольная сумма и данные

об алгоритме шифрования (CRC) отображаются в меню ЭВБ в разделе "О Приборе" подраздел "Версия".

Защищаемыми параметрами являются параметры, влияющие на метрологические характеристики. Защита осуществляется путем аутентификации (введением пароля). Уровень защиты программного обеспечения «средний» в соответствии с Р 50.2.077–2014.

Данные архивов и журналирования ошибок хранятся в зашифрованном виде в энергонезависимой памяти устройства, что позволяет исключить изменение или искажение записанных и сохраненных данных.

Таблица 5– Идентификационные данные программного обеспечения.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ПО ВС-12 ППД
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже V.3.X.XX
Цифровой идентификатор ПО	–
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC-16
Примечание - допускается обновление ПО заводом-изготовителем, при этом идентификационное наименование и цифровой идентификатор ПО должны соответствовать указанным в Паспорте.	

### 1.3 Состав изделия

1.3.1 Расходомеры состоят из ультразвуковых преобразователей (ультразвуковых датчиков), установленных на измерительном участке с фланцевыми соединениями и электронно-вычислительного блока (далее – ЭВБ). Ультразвуковой датчик представляет собой пьезокристалл, установленный внутри стального цилиндрического корпуса. Внешний вид типового одноканального исполнения расходомера представлен на Рисунке 1. Внешний вид типового двухканального исполнения расходомера представлен на Рисунке 2.

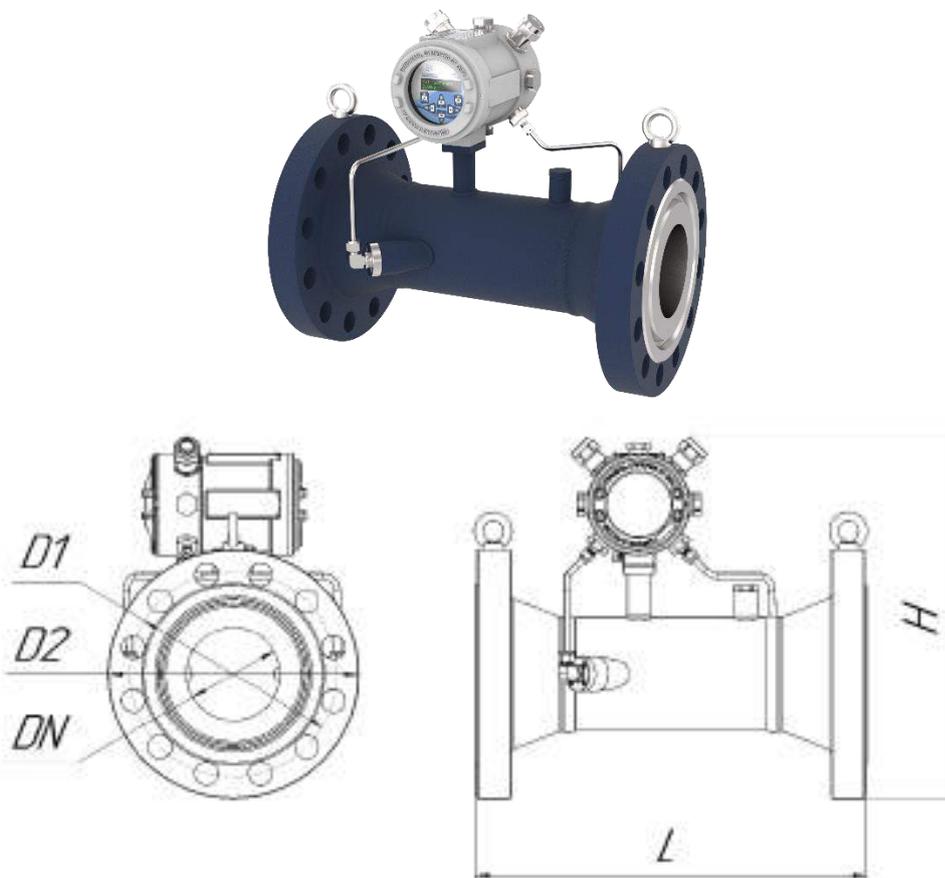


Рисунок 1. Внешний вид типового одноканального исполнения

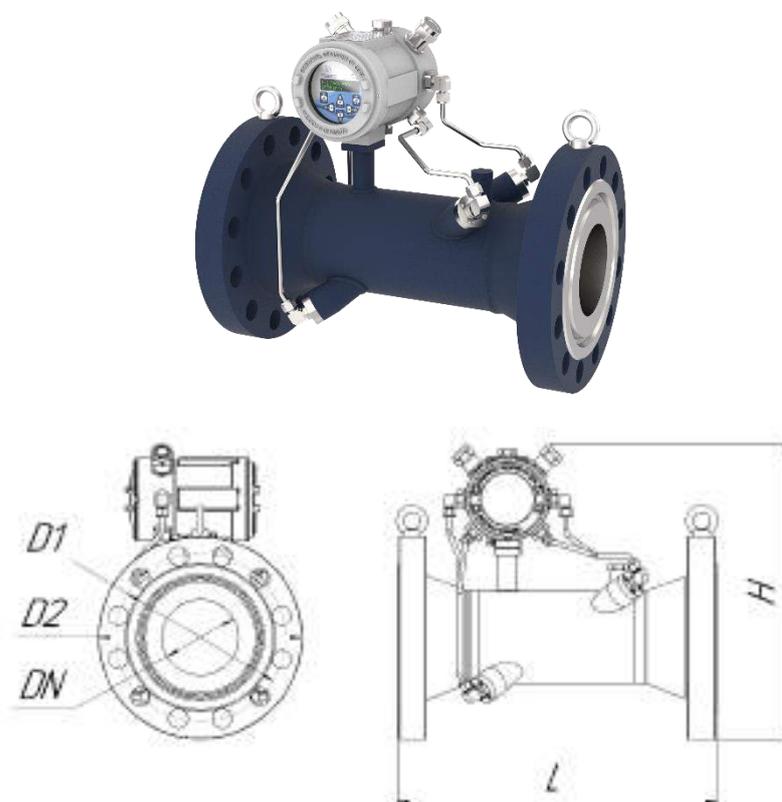


Рисунок 2. Внешний вид типового двухканального исполнения

1.3.2 Комплектность поставки расходомеров приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Комплектность поставки расходомера типового исполнения

Наименование	Обозначение	Количество
Расходомер-счетчик	ВС-12 ППД	1 шт.
Магнитный ключ для программирования	–	1 шт.
Руководство по эксплуатации*	РЭ 26.51.52.110-002-03532461-2020	1 экз.
Паспорт*	ПС 26.51.52.110-002-03532461-2020	1 экз.
Цифровой носитель с технической и эксплуатационной документацией	–	1шт.
* В бумажном или электронном виде		

## 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Принцип действия расходомеров основан на ультразвуковом времяимпульсном методе измерений. Ультразвуковые датчики, установленные выше и ниже по течению потока на измерительном трубопроводе, посылают и принимают кодированные ультразвуковые сигналы, проходящие через поток газа. ЭВБ по разности времен перемещения импульсов по направлению потока и против него, используя методы цифровой обработки в сочетании с современными способами кодирования и корреляционного детектирования сигнала, рассчитывает скорость потока. На основе измеренной скорости потока и диаметра измерительного трубопровода ЭВБ проводит расчет объемного расхода и объема газа.

1.4.2 ЭВБ, в зависимости от исполнения, может иметь аналоговые входы 4-20 мА для измерения входных сигналов от преобразователей давления (ДД), температуры (ДТ). При этом существует возможность питания ДД, ДТ от ЭВБ расходомера при подключении по 2-х проводной схеме. Следует учесть, что для приведения расхода газа к стандартным (нормальным) условиям либо для вычисления массового расхода смеси УВГ (плотности, молекулярной массы) необходимо использовать датчик абсолютного давления.

1.4.3 Аналоговые входы имеют 2 режима работы: 1 – измерение; 2 – симуляция. В режиме «измерения» для расчетов приведенного (массового) расхода используются фактические данные, полученные по токовой петле от подключенного датчика. В режиме «симуляция» используются константы значений, указанные пользователем. Переключение входов с режима на режим осуществляется программно при помощи интерфейса оператора (меню расходомера) или при помощи сервисного ПО.

1.4.4 На основании измеренных значений давления, температуры газа и введенному компонентному составу, ЭВБ автоматически рассчитывает физические свойства газа (плотность, динамическую вязкость, показатель адиабаты) в соответствии с выбранной методикой (ГСССД МР 113-03, ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, индивидуальными методиками измерения массового расхода УВГ). Далее автоматически выполняется расчет объемного расхода

(объема) газа, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63, на основе измерений объемного расхода (объема) при рабочих условиях, абсолютного давления, температуры газа и рассчитанных физических свойств газа.

1.4.5 Формулы расчета расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

1.4.5.1 Объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, определяется по формуле:

$$q_c = q \cdot \frac{p \cdot T_c}{p_c \cdot T \cdot K} \quad (1)$$

где  $q_c$  – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, м<sup>3</sup>/ч;  
 $q$  – объемный расход газа в рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч;  
 $p_c$ ,  
 $p$  – абсолютное давление газа при стандартных и рабочих условиях, МПа;  
 $T_c$ ,  
 $T$  – термодинамическая температура газа при стандартных и рабочих условиях, К;  
 $K$  – коэффициент сжимаемости газа.

1.4.5.2 Объем измеряемой среды при стандартных условиях  $V_c$ , м<sup>3</sup>, определяют по формуле:

$$V_c = \Delta\tau \sum_{i=1}^n q_{ci} \quad (2)$$

где  $\Delta\tau$  – постоянный интервал времени, час;  
 $q_{ci}$  – значение объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, в  $i$ -том интервале, м<sup>3</sup>/ч.

1.4.5.3 В соответствии с ГОСТ 2939 стандартными условиями называются условия при температуре  $T_c = 293,15$  К ( $t_c = 20$  °С) давлении  $P_c = 101325$  Па (760 мм рт. ст.).

1.4.6 Расходомеры имеют 18 программных счетчиков-сумматоров (тоталайзеров). Счетчики накапливают в энергонезависимой памяти данные о следующих накопленных объемах: 1 – Объем РУ + (тыс м3); 2 – Объем РУ - (тыс м3); 3 – Объем СТ + (тыс ст м3); 4 – Объем СТ - (тыс ст м3); 5 – Масса + (т); 6 – Масса - (т). Сброс счетчиков-сумматоров оператором не возможен. Для получения дополнительной информации о доступе к счетчикам-сумматорам, пожалуйста, обратитесь к Приложению В «Дерево меню расходомера-счетчика».

## 1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 На маркировочной табличке ЭВБ расходомера должна быть нанесена следующая маркировка:

- наименование завода-изготовителя;
- наименование и шифр изделия (модельный код);
- заводской (серийный) номер;
- дата изготовления;
- знак утверждения типа в соответствии с Приказом Минпромторга № 2905;

- Ех-маркировка;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Евразийского экономического союза;
- специальный знак взрывобезопасности;
- диапазон температур окружающей среды;
- диапазон температур измеряемой среды;
- предупредительная надпись;
- номер сертификата ТР ТС 012;
- номинальное давление, PN;
- номинальный диаметр, DN;
- материал изготовления проточной части;
- страна изготовления;
- позиционный номер, TAG.

На расходомеры оформляют паспорт. При необходимости их пломбируют.

1.5.2 Ех-маркировка - 1Ех db mb ПС Т4 Gb, 1Ех db mb ПС Т5 должна соответствовать требованиям ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017).

## **1.6 Упаковка**

1.6.1 Расходомер, изготовленный предприятием-изготовителем, принятый ОТК предприятия-изготовителя, упаковывается согласно действующих правил и норм предприятия-изготовителя, а так же с учетом дополнительных требований к транспортной упаковке, указанных в контракте.

1.6.2 Маркировка транспортной тары должна соответствовать ГОСТ 14192-96, при необходимости содержать манипуляционные знаки, соответствующие обозначениям: "Хрупкое. Осторожно"; "Верх"; "Беречь от влаги".

## 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Измеряемая среда: природный газ по ГОСТ 5542-2022, сухие и влажные многокомпонентные газовые смеси различных составов, характерных для нефтяного, факельного газа, газов систем поддержания пластового давления в газовой фазе, и не агрессивных по отношению к материалам изготовления расходомера-счетчика.

2.1.2 Параметры измеряемой среды:

- температура от минус 60°C до 120°C;
- диапазон давлений измеряемой среды (абсолютное) от 0,087 до 1,7 или до 42,1 МПа в зависимости от исполнения;
- максимальная скорость газа не более 45 м/с (диапазон эксплуатационных скоростей потока газа указан для каждого расходомера в Паспорте).

2.1.3 Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от минус 60°C до 60 °C;
- относительная влажность до 100% при 30°C и более низких температурах с конденсацией влаги;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- напряженность магнитных полей не более 400 А/м;
- уровень вибрации с частотой от 10 до 55 Гц и амплитудой 0,35 мм (группа исполнения N2 по ГОСТ Р 52931–2008).

2.1.4 Параметры электропитания

- напряжение переменного тока 90-270 В, 50±2 Гц;
- напряжение постоянного тока от 18 до 36 В.

**ВНИМАНИЕ!** Выполнение условий эксплуатационных ограничений является ответственностью и обязанностью эксплуатирующей организации. При выходе параметров за границы эксплуатационных ограничений ООО «ЕН Автоматизация» не несет ответственности за работоспособность расходомера, за достоверность показаний измерений расхода газа. Для контроля правильности функционирования расходомера в него встроен диагностический пакет. При возникновении нештатных ситуаций на дисплее расходомера появляется код ошибки и светодиоды меняют характер своего свечения. Полный список диагностических сообщений изложен в Приложении Б.

2.1.5 Условия применения

Электроподключения производить только при отключенном электропитании.

Подключение внешних электрических цепей ЭВБ должно осуществляться через кабельные вводы, сертифицированные по ТР ТС 012/2011 с Ex-маркировкой 1Ex d IIC Gb.

Неиспользованные отверстия должны закрываться сертифицированными заглушками по ТР ТС 012/2011.

## **2.2 Меры безопасности**

2.2.1 К работе по монтажу, установке, обслуживанию и эксплуатации расходомера-счетчика допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие обучение, изучившие правила техники безопасности при работе с электроустановками до 1000В и настоящее руководство по эксплуатации.

**ВНИМАНИЕ!** Все работы по монтажу и демонтажу счетчика необходимо выполнять при отсутствии газа в трубопроводе.

При монтаже и эксплуатации расходомеров необходимо строго соблюдать требования безопасности, эксплуатационной документации, а также руководствоваться следующими документами:

1) ГОСТ ИЕС 60079-17-2013 Взрывоопасные среды. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок

2) Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 года № 533.

3) ОНТП 51-1-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Часть I. Газопроводы.

4) Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 года № 534.

5) Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 536.

## **2.3 Подготовка изделия к использованию**

2.3.1 Подготовка изделия к использованию включает следующие процедуры:

- Распаковка расходомера;
- Выбор места расположения расходомера;
- Установка (монтаж) расходомера;
- Установка дополнительных преобразователей температуры и давления;
- Установка электронного блока (в случае отдельного исполнения);
- Электрические соединения электронного блока и ультразвуковых датчиков.

## **2.4 Распаковка**

2.4.1 Перед распаковкой проведите внешний осмотр упаковочной тары на предмет наличия повреждений, вскрытия упаковки, нарушения целостности фирменного упаковочного скотча. При обнаружении повреждений или следов вскрытия необходимо оповестить об этом изготовителя и дождаться дальнейших инструкций.

2.4.2 Осторожно выньте расходомер из транспортировочной тары. Убедитесь в наличии и сохранности всех элементов и документации, указанных в упаковочном листе. Если что-то отсутствует или повреждено, немедленно свяжитесь с заводом-изготовителем для получения помощи.

## **2.5 Выбор места установки**

2.5.1 Расположение расходомера на трубопроводе имеет важное значение. Поэтому используйте рекомендации, приведенные в настоящем разделе.

2.5.2 Стандартный электронный блок (ЭВБ) выполнен во взрывобезопасном литом алюминиевом корпусе с порошковым покрытием. В качестве опции предлагается корпус из нержавеющей стали. Корпус ЭВБ из алюминиевого сплава имеет 8 резьбовых отверстий NPT  $\frac{3}{4}$ . Корпус ЭВБ из нержавеющей стали имеет 7 резьбовых отверстий NPT  $\frac{3}{4}$ . Как правило, электронный блок устанавливают как можно ближе к первичным преобразователям (в случае отдельного исполнения). В случае интегрального исполнения ЭВБ располагается непосредственно на измерительном трубопроводе (измерительной части). При выборе места установки необходимо предусмотреть легкий доступ к электронному блоку для монтажа, демонтажа, программирования и технического обслуживания. При выпуске из производства ЭВБ комплектуется необходимым заказанным количеством кабельных вводов и переходников. Неиспользуемые отверстия закрываются заглушками. Кабельный ввод для подключения кабеля внешнего питания и кабельные вводы для подключения кабелей выходных сигналов в комплект поставки не включаются, если только в контрактной спецификации не указано иное.

2.5.3 В состав измерительной части входят первичные преобразователи расхода и любые первичные преобразователи давления и/или температуры, используемые в качестве составных частей системы измерения расхода. В идеальном случае следует выбрать участок трубопровода с неограниченным доступом к измерительной части. Например, протяженный отрезок надземной части трубопровода. Однако, если измерительную часть потребуется установить в подземном трубопроводе, для облегчения установки следует вырыть яму вокруг трубы.

2.5.4 Расположение измерительной части. Для любого типа среды и трубопровода точность расходомера зависит, прежде всего, от места установки и регулирования положения измерительной части. При планировании расположения наряду с возможностью доступа необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

– Для некритических условий на входном участке с одним единичным источником возмущения потока в виде изгиба трубопровода коленом располагайте измерительную часть так, чтобы на расстоянии не менее 5 диаметров трубы вверх по потоку и 3 диаметров трубы вниз по потоку от точки измерений отсутствовали возмущения потока.

– В случае наличия сложных (например, регулирующий клапан, завихрители и тп) или комбинированных источников возмущений располагайте измерительную часть так, чтобы на расстоянии не менее 10 диаметров трубы вверх по потоку и 5 диаметров трубы вниз по потоку от точки измерений отсутствовали бы источники возмущения потока (5 и 3 диаметров соответственно при использовании струевыпрямителя).

– Для того чтобы максимально снизить негативное влияние на измерения, вызванное нестабилизированной эпюрой потока, следует избегать таких источников возмущений выше или ниже по потоку как клапаны, фланцы, выступы, колена, коллекторы и тп. Так же следует избегать при выборе места расположения измерительной части мест, в которых возможно скопление конденсата.

### 2.5.5 Преобразователь давления

2.5.5.1 Преобразователь давления опционально может быть установлен в отбор давления на корпусе, если это предусмотрено заводом-изготовителем, или на ИТ. В случае, если необходимо установить преобразователь давления отдельно от расходомера, то его располагают на прямолинейном участке ИТ ниже по потоку от расходомера. Расстояние от отбора давления до ближайшего фланца расходомера должно быть не менее 1 и не более 5 наружных диаметров ИТ.

**ВНИМАНИЕ!** Несанкционированная врезка порта отбора давления в корпус расходомера недопустима. Допускается использовать исключительно заводской порт отбора давления, расположенный на корпусе расходомера-счетчика или отбор давления на ИТ после расходомера.

2.5.5.2 Место под датчик давления предварительно выбирается в верхней части ИТ. Размечается центр отверстия. Отверстие для монтажа приварной бобышки датчика давления выполняется сверлением с зачисткой кромок от заусенцев с наружной и внутренней (при наличии доступа) сторон. Диаметр отверстия должен быть не менее 5 мм и не больше внутреннего диаметра сопрягаемой части приварной бобышки. Необходимо соблюдать радиальное (перпендикулярно к оси ИТ) положение приварной бобышки и её соосность отверстию.

2.5.5.3 Рекомендуется устанавливать датчик давления непосредственно в бобышку отбора давления. Если это невозможно, то допускается монтаж с помощью соединительных трубок. Датчик должен располагаться выше ИТ. Трубка должна иметь постоянный уклон.

Материал соединительных трубок должен быть коррозионностойким по отношению к измеряемому газу, его конденсату и сопутствующим компонентам.

## 2.5.6 Преобразователь температуры (ПТ)

2.5.6.1 Температуру газа измеряют на прямолинейном участке ИТ после расходомера. Наличие источника возмущения между расходомером и местом установки ПТ не допускается.

2.5.6.2 Расстояние от корпуса до ПТ должно быть не менее 5 и не более 20 наружных диаметров трубы. Ближайший источник возмущения, размещенный после ПТ, должен располагаться на расстоянии не менее 1 наружного диаметра от него.

2.5.6.3 Место под датчик температуры предварительно выбирается в верхней части ИТ. Размечается центр отверстия. Отверстие для монтажа приварной бобышки датчика температуры выполняется сверлением с зачисткой кромок от заусенцев с наружной и внутренней (при наличии доступа) сторон. В случае необходимости монтажа приварного патрубка для крепления фланцевой гильзы, допустимо выполнить отверстие в ИТ газовой/плазменной резкой с зачисткой кромок от заусенцев с наружной и внутренней сторон, а также обработкой внутренних стенок отверстия. Диаметр отверстия должен быть равен внутреннему диаметру соединительной части приварной бобышки или патрубка. Положение приварной бобышки или патрубка подбирается исходя из модели преобразователя и характеристики ИТ.

Чувствительный элемент ПТ рекомендуется располагать радиально относительно трубопровода. Допускается наклонная установка корпуса ПТ или его установка в изгибе колена по оси трубопровода.

## 2.6 Установка преобразователей температуры и давления

2.6.1 При установке дополнительных первичных преобразователей температуры и давления необходимо соблюдать требования к месту их расположения, которые приводятся в п. 2.5.5 и 2.5.6 выше в настоящей главе. Эти преобразователи должны подавать на ЭВБ сигнал 4-20 мА. В свою очередь, ЭВБ должен быть оснащен соответствующей дополнительной опцией для обработки сигнала и подачи необходимого для преобразователей питания 24В постоянного тока. При этом могут использоваться любые подходящие преобразователи или сенсоры с пределами относительной погрешности не хуже  $\pm 0,5\%$ . Следует учесть, что для приведения расхода газа к стандартным (нормальным) условиям либо для вычисления массового расхода смеси УВГ (плотности, молекулярной массы) необходимо использовать датчик абсолютного давления.

2.6.2 Как правило, для установки преобразователей на измерительной части используется порт с внутренней резьбой NPT $\frac{1}{2}$  или NPT $\frac{3}{4}$  либо M20x1,5. Если на трубопроводе имеется теплоизоляция, то может потребоваться удлинить муфту для обеспечения удобного доступа. Конечно, для преобразователей можно использовать и другие типы соединительных патрубков, включая фланцевые порты.

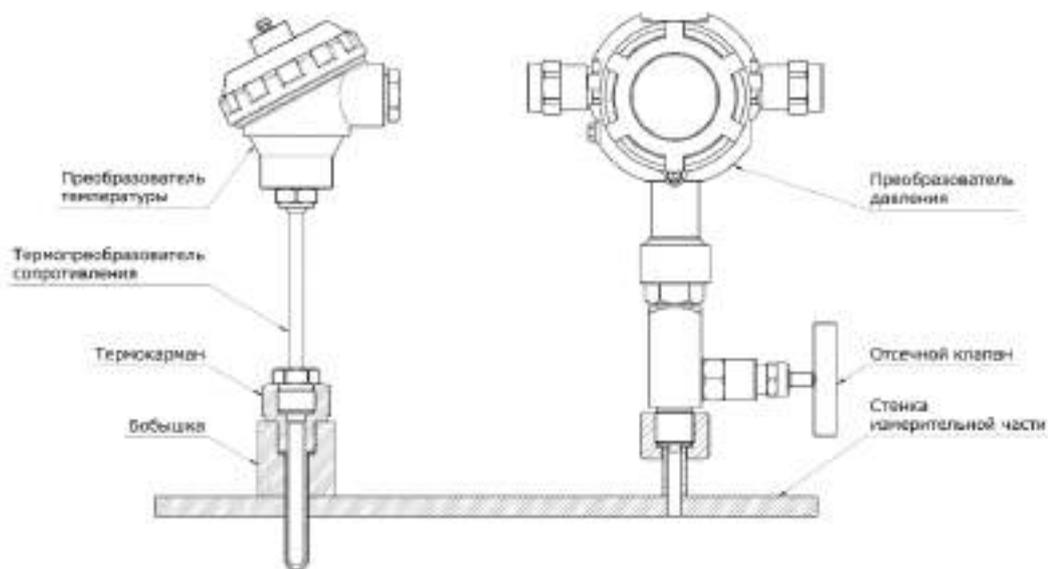


Рисунок 3 – Установка преобразователя температуры и давления

## 2.7 Установка электронно-вычислительного блока

2.7.1 Электронные платы ЭВБ размещены в защищенном от воздействия неблагоприятных атмосферных условий корпусе со степенью защиты IP66 по ГОСТ 14254-2015, пригодном для использования внутри и снаружи помещений. Установочные размеры и вес этого корпуса приводятся на Рисунке 7. Экран дисплея ЭВБ необходимо располагать вне прямого солнечного света или устанавливать дополнительный солнцезащитный козырек.

2.7.2 ЭВБ, в стандартном исполнении, оснащен установочной бобышкой с резьбовым отверстием  $\frac{3}{4}$ NPT-F в центре и четырьмя резьбовыми отверстиями M6 по углам.

**ВНИМАНИЕ!** Во избежание поражения электрическим током требуется правильное заземление корпуса ЭВБ. На Рисунке 7 показано расположение винта заземления на корпусе. Так же заземление может быть выполнено на клеммы PE клеммной колодки питающего напряжения (Рисунок 8)

## 2.8 Выполнение электрических соединений

2.8.1 В настоящем разделе приведены инструкции по выполнению всех необходимых электрических соединений расходомера. На Рисунке 8 приводится полная схема электрических соединений.

**ВНИМАНИЕ!** Если Вами приобретен расходомер-счетчик газа ВС-12 ППД в отдельном исполнении, то необходимо воспользоваться специальным руководством "Руководство по дополнительному подключению РП 26.51.52.110-001-03532461-2023". Данное руководство предоставляется по запросу.

2.8.2 Во время отгрузки все электрические разъемы хранятся на своих клеммных колодках. Некоторые разъемы для удобства выполнения соединений можно вынуть из корпуса ЭВБ. Просто проведите кабели через отверстия кабелепровода в боковой части корпуса, прикрепите провода к

соответствующим соединителям и вставьте соединители обратно в соответствующие клеммные колодки. Клеммные колодки для подключения аналоговых входов, аналоговых выходов, цифровых (частотных) выходов выполнены быстросажимными.

**ВНИМАНИЕ!** Для осуществления подключения кабельных линий к клеммным колодкам необходимо использовать многожильные кабели с установленными кабельными наконечниками или одножильный кабель. При подключении датчиков аналоговых и частотных входов/выходов, цифровых интерфейсов необходимо использовать кабель с сечением токопроводящей жилы от 0,5 до 1 мм<sup>2</sup>. Максимальное допустимое сечение провода кабеля линии питающего напряжения для подключения к клеммной колодке составляет 4 мм<sup>2</sup>, минимальное допустимое сечение – 1 мм<sup>2</sup>.

2.8.3 Подготовьте ЭВБ к выполнению соединений выполнив следующие шаги:

- Отключите все силовые линии от их источников;
- Ослабьте стопорный винт на задней крышке;
- Поверните крышку против часовой стрелки и открутите ее от корпуса.

**ВНИМАНИЕ!** Прежде чем снять переднюю или заднюю крышку всегда отключайте сетевое питание от ЭВБ. Это особенно важно в опасной окружающей среде.

2.8.4 Электрические соединения сетевого питания. ЭВБ предназначен для работы с питанием от 90 до 270 В (50±2 Гц) переменного тока, или от 18 до 36 В постоянного тока. Напряжение питающей сети указано на основном шильдике и в паспорте расходомера-счетчика. Расходомер следует подключать только к линии питания с указанным напряжением.

Электрические подключения выполняются в следующем порядке:

– Подготовьте провода линии питания, обрезав фазный и нейтральный провода питания от переменного тока (или положительный и отрицательный провода питания от постоянного тока) на 1 см короче провода заземления. Благодаря этому при вынужденном отсоединении в случае воздействия вытягивающего усилия на кабель питания заземляющий провод будет отсоединен от расходомера в последнюю очередь.

– Установите соответствующий кабельный ввод в отверстие кабелепровода. По возможности избегайте использования других отверстий кабелепровода, чтобы свести к минимуму влияние помех от силовых линий переменного тока.

– Снимите изоляцию на участке 0,5 см на конце каждого силового провода

– Проведите кабель через отверстие в кабелепроводе и соедините выводы силового кабеля с клеммной колодкой, используя при этом номера выводов, как показано на Рисунке 8.

– Оставляя небольшую слабину, закрепите линию питания кабельным хомутом.

– Затяните резьбовое соединение кабельного ввода для герметизации соединения

**ВНИМАНИЕ!** Перед подачей питания в опасной зоне следует убедиться в том, что установлены обе крышки с кольцевыми уплотнениями и стопорные винты затянуты, все кабельные вводы с кабелем затянуты, а неиспользуемые отверстия ЭВБ заглушены.

**ВНИМАНИЕ!** Необходимо убедиться, что все электрические подключения выполнены верно до подачи питания.

**2.8.5 ВНИМАНИЕ!** Для подключения расходомера от источника питания постоянного тока необходимо использовать отдельный блок питания 18-36 В с выходным током не менее 1А. Подключение двух и более расходомеров к одному блоку питания не допускается, за исключением случаев использования многоканальных блоков питания с гальванической развязкой каналов. В таком случае, каждый расходомер подключается к отдельному каналу блока питания. При этом каждый канал многоканального блока питания должен стабилизировать напряжение в диапазоне от 18 до 36 В и иметь выходную мощность не менее 20 Вт. Перед подачей питающего напряжения на клеммную колодку ЭВБ необходимо убедиться в том, что пропускная способность блока питания соответствует предъявляемым требованиям. Для этого рекомендуется до подачи питающего напряжения на клеммную колодку, подключить к блоку питания нагрузку величиной 20 Вт. При этом просадка питающего напряжения не должна быть ниже установленных производителем значений. Если питающая сеть не соответствует предъявляемым требованиям, то подача питания на расходомер запрещена. Так же рекомендуется установка предохранителя не менее 2А на стороне распределительного щита и блока питания. Электрические соединения аналоговых выходов 4-20 мА.

Стандартное исполнение расходомера предусматривает один изолированный аналоговый выход 4-20 мА. По дополнительному заказу ЭВБ может быть укомплектован еще двумя гальванически развязанными аналоговыми выходами 4-20 мА. Соединения с этим выходом можно выполнять стандартной витой парой, оборудованной кабельными наконечниками для установки в быстросъемной разъем на плате ЭВБ. Полное сопротивление токовой петли для этих цепей не должно превышать 600 Ом.

По умолчанию аналоговые выходы расходомера-счетчика являются активными (не требуют внешнего питания токовой петли). Завод-изготовитель может сконфигурировать аналоговые выходы для работы в пассивном режиме (требуется внешнее питание токовой петли) в соответствии с заказом. При выполнении пуско-наладочных работ необходимо проверить тип аналоговых выходов в соответствии с паспортом и, при использовании пассивных выходов, предусмотреть внешний блок питания со стабилизированным напряжением постоянного тока от 18 до 36 В и выходным током не менее 30 мА. Для определения того что аналоговый выход является активным/пассивным воспользуйтесь паспортом на расходомер.

**ВНИМАНИЕ!** В том случае, если используются пассивные аналоговые выходы, при отключении питающего напряжения расходомера токовый выход переходит в режим «Удержание последнего значения (Hold Last Value)» и находится в данном режиме до подачи питающего напряжения на расходомер. Контроль наличия питающего напряжения является ответственностью и обязанностью эксплуатирующей организации (см п. 2.1 Эксплуатационные ограничения). Блок самодиагностики

расходомера не предназначен для диагностики выхода параметров за пределы эксплуатационных ограничений.

На Рисунке 4 ниже показаны типичные схемы электрических соединений для одного из аналоговых выходов с внешним источником питания (пассивный выход) и без него (активный выход)

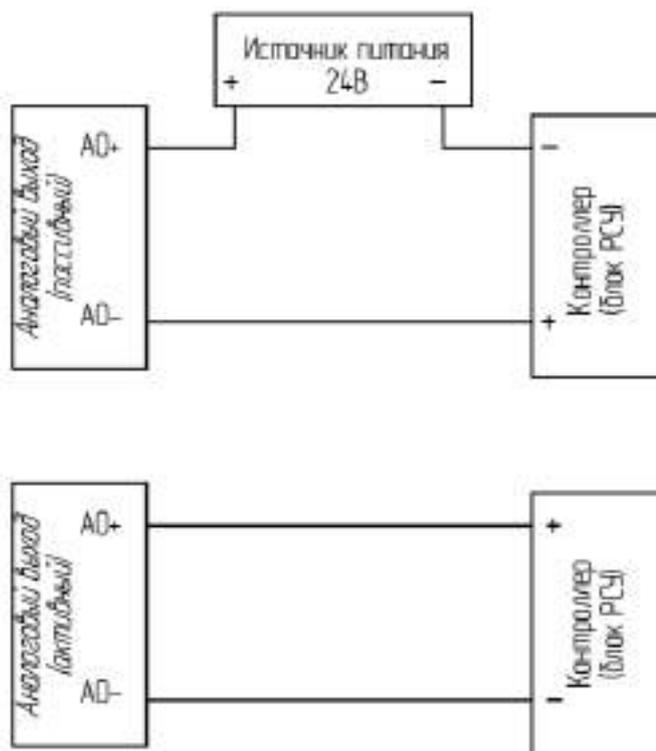


Рисунок 4 Типичные схемы электрических соединений аналогового выхода

2.8.6 Для подключения аналогового выхода выполните следующие шаги:

- Отсоедините питание расходомера и всех внешних коммуникаций и снимите заднюю крышку;
- Расположение клеммной колодки показано на Рисунке 8. Подключите аналоговый выход, как показано на Рисунке 4. После завершения соединения установите заднюю крышку на место на корпусе и затяните стопорный винт.

**ВНИМАНИЕ!** Перед подачей питания в опасной зоне следует убедиться в том, что установлены обе крышки с кольцевыми уплотнениями и стопорные винты затянуты.

2.8.7 Электрические соединения с последовательным портом RS-232 и RS-485.

2.8.7.1 Стандартное исполнение расходомера предусматривает один сервисный порт RS-232. Наличие сервисного порта RS-485 для передачи данных по протоколу Modbus RTU является дополнительной опцией и поставляется по запросу.

**ВНИМАНИЕ!** Для получения карты регистров Modbus, пожалуйста, обратитесь в ООО «ЕН Автоматизация» при наличии вышеуказанной дополнительной опции.

2.8.7.2 Последовательный порт RS-232 предназначен для осуществления взаимодействия ЭВБ расходомера и персонального компьютера сервисных служб завода-изготовителя. Дальность подключения последовательного интерфейса расходомера с последовательным портом ПК до 15 метров. По этой связи расходомер-счетчик может получать и исполнять дистанционные команды, используя прикладное программное обеспечение FlowMeter.

2.8.7.3 Электрические соединения интерфейса RS-232. Последовательный порт используется для соединения расходомера с персональным компьютером. Интерфейс RS-232 подключают как оборудование вывода данных (DTE).

2.8.7.4 Руководствуясь Рисунком 9, выполните следующие шаги для подключения:

- Отсоедините основное питание расходомера и всех внешних коммуникаций и снимите заднюю крышку;
- Используйте информацию, приведенную в Таблице 7, при подключении соответствующего кабеля для соединения ЭВБ с персональным компьютером;
- Проведите отдельные жилы кабеля с заделкой через отверстие кабелепровода и соедините их с клеммной колодкой. Подключите другой конец кабеля к внешнему устройству с последовательным интерфейсом и зафиксируйте его кабельным вводом.

Таблица 7 – Соединение интерфейса RS-232 с оборудованием передачи данных (DCE) или конечным устройством обработки данных (DTE)

Вывод №	Описание сигнала	DCE DB25 Вывод №	DCE DB9 Вывод №	DTE DB25 Вывод №	DTE DB9 Вывод №
5	DTR (готовность терминала данных)	20	4	20	4
6	CTS (сигнал «готов к передаче»)	4	7	5	8
7	COM («земля»)	7	5	7	5
8	RX (прием)	2	3	3	2
9	TX (передача)	3	2	2	3

2.8.7.5 Дополнительный последовательный порт RS-485 Modbus используется для подключения расходомера к ПК на расстояние до 1000м и для дистанционной передачи данных и объединения нескольких расходомеров счетчиков в единую систему управления.

2.8.7.6 Информация о соединении последовательного порта RS-485 приводится на Рисунке 8. Для этого выполните следующие шаги:

- Отсоедините основное питание расходомера и всех внешних коммуникаций и снимите заднюю крышку;
- Проведите один конец кабеля через отверстие кабелепровода, соедините его с клеммной колодкой и закрепите с помощью кабельного ввода. Для кабельного соединения ЭВБ с внешним устройством используйте информацию в Таблице 8;
- После завершения соединения установите заднюю крышку на место на корпусе и затяните стопорный винт.

Таблица 8. Соединения RS-485

Вывод	Описание сигнала
A	Данные +
B	Данные –
Com	Экран

### 2.8.8 Электрические соединения аналоговых входов 4-20 мА.

Стандартное исполнение расходомера не предусматривает аналоговых входов 4-20 мА. По дополнительному заказу ЭВБ может быть укомплектован двумя гальванически развязанными аналоговыми входами 4-20 мА с возможностью питания подключаемого датчика напряжением постоянного тока 24В.

2.8.8.1 Для вычисления значений расхода, приведенных к стандартным условиям и массового расхода УВГ расходомеру требуются точные данные измерений температуры и давления с места установки. Установленные на измерительной части преобразователи могут предоставлять эту информацию через аналоговые входы 4-20 мА.

2.8.8.2 Соединения аналоговых входов следует выполнять стандартной витой парой, оборудованной кабельными наконечниками для установки в быстрозажимной разъем на плате ЭВБ. Питание для преобразователей можно подавать либо от встроенного источника питания 24В постоянного тока, либо от внешнего источника питания напряжением 18-36 В и выходным током не менее 30 мА. На Рисунке 5 ниже показаны типичные схемы электрических соединений для одного из аналоговых входов, с внешним источником питания и без него.

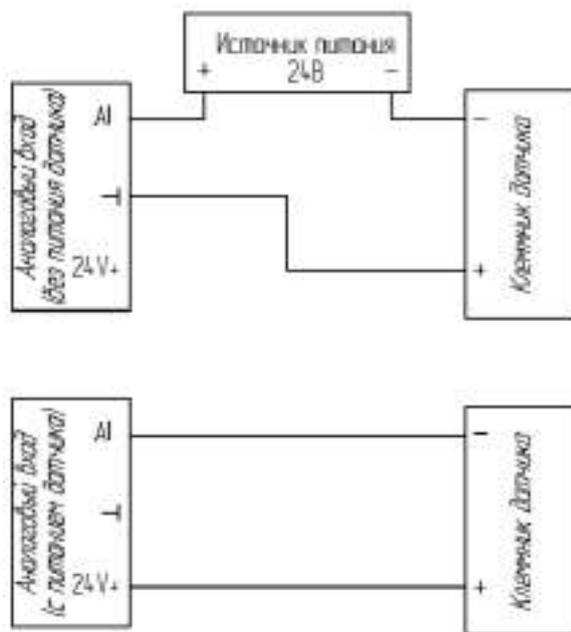


Рисунок 5. Схема соединений аналогового входа

### 2.8.9 Электрические соединения выходов сумматоров / частотных выходов

Стандартное исполнение расходомера предусматривает 1 свободно-программируемый цифровой выход, который может быть сконфигурирован как частотный (0-10 кГц) или импульсный выход.

По дополнительному заказу расходомер может быть укомплектован дополнительно свободно-программируемыми цифровыми выходами, которые могут быть сконфигурированы как частотный (0-10 кГц) или импульсный выходы. Программирование выхода на частотный/импульсный осуществляется при помощи меню ЭВБ.

**ВНИМАНИЕ!** По умолчанию цифровые выходы являются пассивными, требующими внешнего питания 5-24 В постоянного тока. По специальному заказу частотно-импульсные выходы могут быть выполнены активными (с внутренним питанием 12 В).

До выполнения электрических соединений следует завершить операции, описанные в разделе «Подготовка к выполнению электрических соединений». На Рисунке 6 ниже показана схема соединений выходной цепи сумматора и цепи частотного выхода.

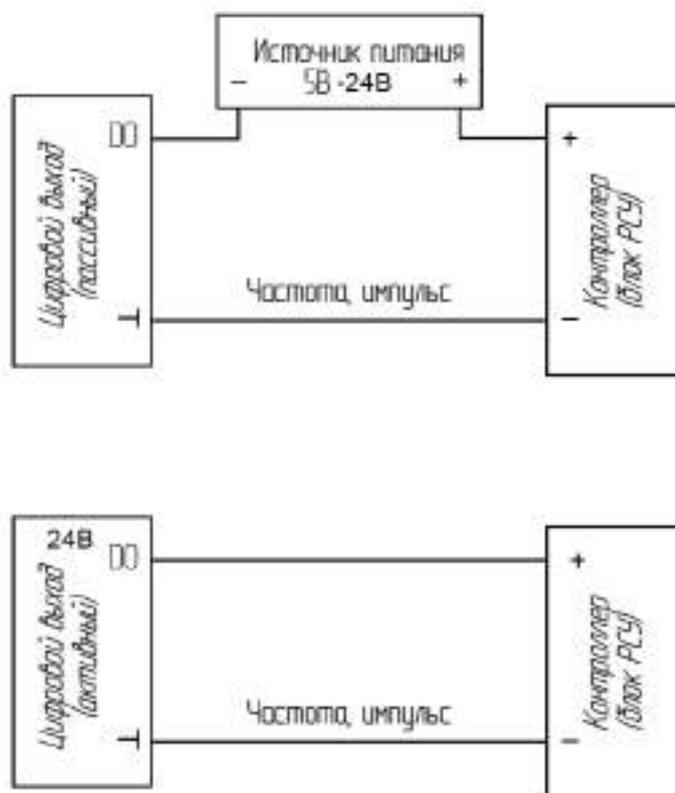


Рисунок 6. Электрические соединения выходов сумматоров/частотных выходов

## 2.9 Конфигурация ЭВБ

2.9.1 Расходомер-счетчик поставляется предварительно сконфигурированным при выпуске из производства. Данные о предварительной начальной конфигурации указаны в Листе конфигурационных данных в Паспорте расходомера-счетчика.

**ВНИМАНИЕ!** Для конфигурации ЭВБ через интерфейс оператора (дисплей расходомера) Вам понадобится специальный магнитный ключ, который входит в комплект поставки расходомера. Вход в меню осуществляется последовательным «нажатием» кнопок ОТМЕНА→ВВОД→ОТМЕНА. Пожалуйста, обратитесь к Дереву меню Приложение В для

получения подробной информации об алгоритме и последовательности действий. Дерево меню является наиболее полным. В зависимости от заказного кода и исполнения расходомера ряд функций может быть недоступен.

2.9.2 Доступ к программированию ЭВБ через интерфейс оператора (дисплей) может быть защищен паролем. Длина пароля 4 символа, символы – цифры от 0 до 9. Пароль по умолчанию при отгрузке с завода-изготовителя не установлен. Для установки пароля воспользуйтесь Приложением В «Дерево меню расходомера-счетчика».

## **2.10 Конфигурация ЭВБ при помощи прикладного ПО**

2.10.1 Конфигурация ЭВБ расходомера при помощи прикладного ПО осуществляется по интерфейсу RS-232. Пожалуйста, обратитесь к Рисунку 9 для получения подробной информации о подключении к соответствующей клеммной колодке ЭВБ, а также о распиновке кабеля. Кабель для подключения, а также адаптер интерфейса RS-232/USB поставляются по дополнительному заказу.

**ВНИМАНИЕ!** Доступ к программированию ЭВБ через интерфейс RS-232 не защищен паролем. Для конфигурации ЭВБ по интерфейсу RS-232 необходимо получить физический доступ к расходомеру (снятие крышки, подключение к клеммной колодке, подача/отключение питания и тд). Предполагается, что любой физический доступ к расходомеру для его программирования является санкционированным ответственным лицом эксплуатирующей расходомер организации.

**ВНИМАНИЕ!** Для конфигурации и параметризации расходомера по интерфейсу RS-232/485 рекомендуется использовать адаптеры интерфейса Моха серии 1150. С другими адаптерами тестирование не выполнялось, работоспособность системы не гарантирована. Запрещено применение адаптеров с амплитудой сигнала менее  $\pm 5В$ .

2.10.2 Для конфигурации ЭВБ используется фирменный программный продукт FlowMeter. Данный программный продукт входит в комплект поставки расходомера и находится на цифровом носителе в комплекте с эксплуатационной документацией.

2.10.3 Программный продукт не требует установки. Для его запуска достаточно распаковать архив в любую удобную директорию.

2.10.4 Для получения подробной информации по работе с прикладным ПО FlowMeter обратитесь к руководству пользователя ПО, поставляемому по запросу.

## 2.11 Эскизы, схемы установки и электроподключения

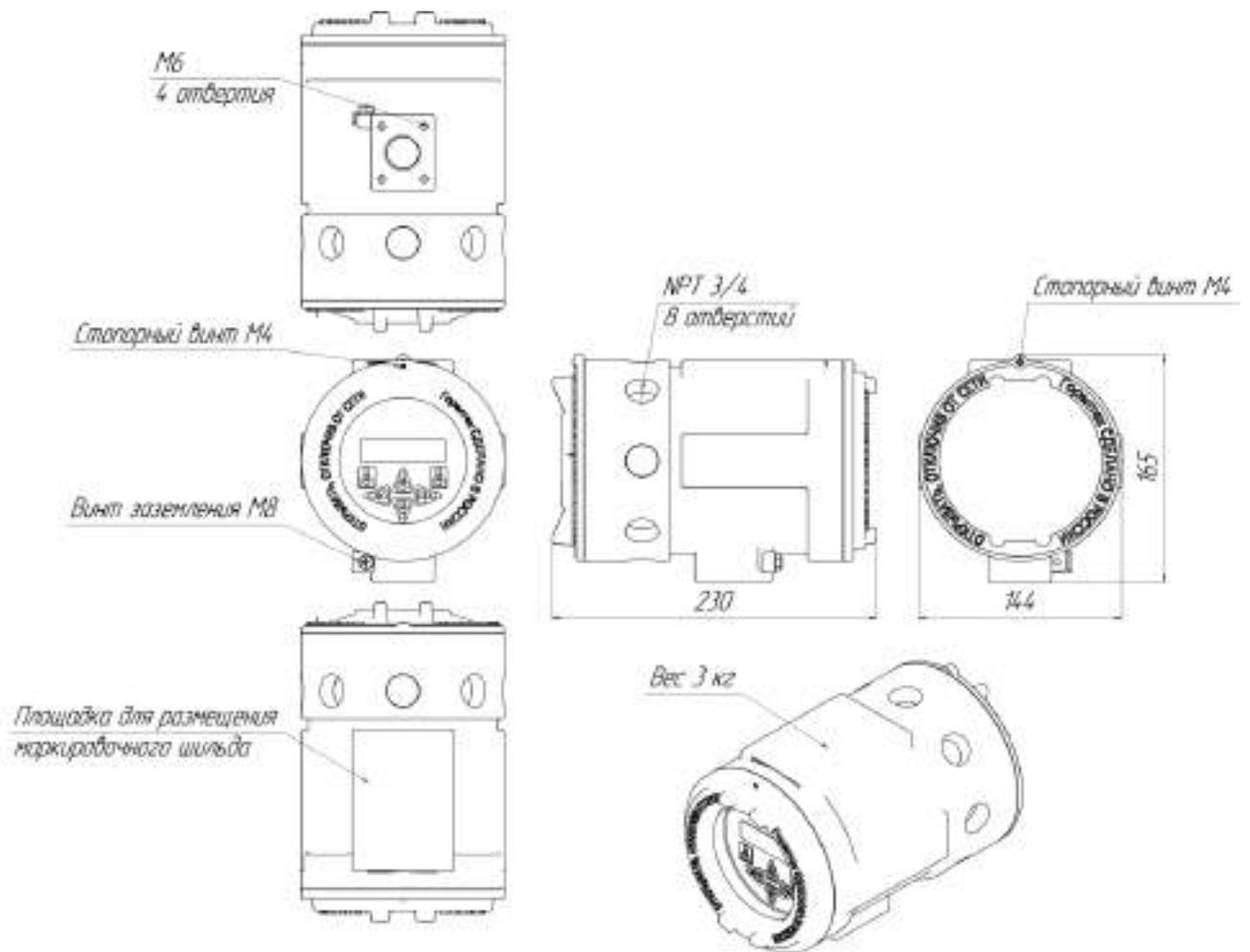
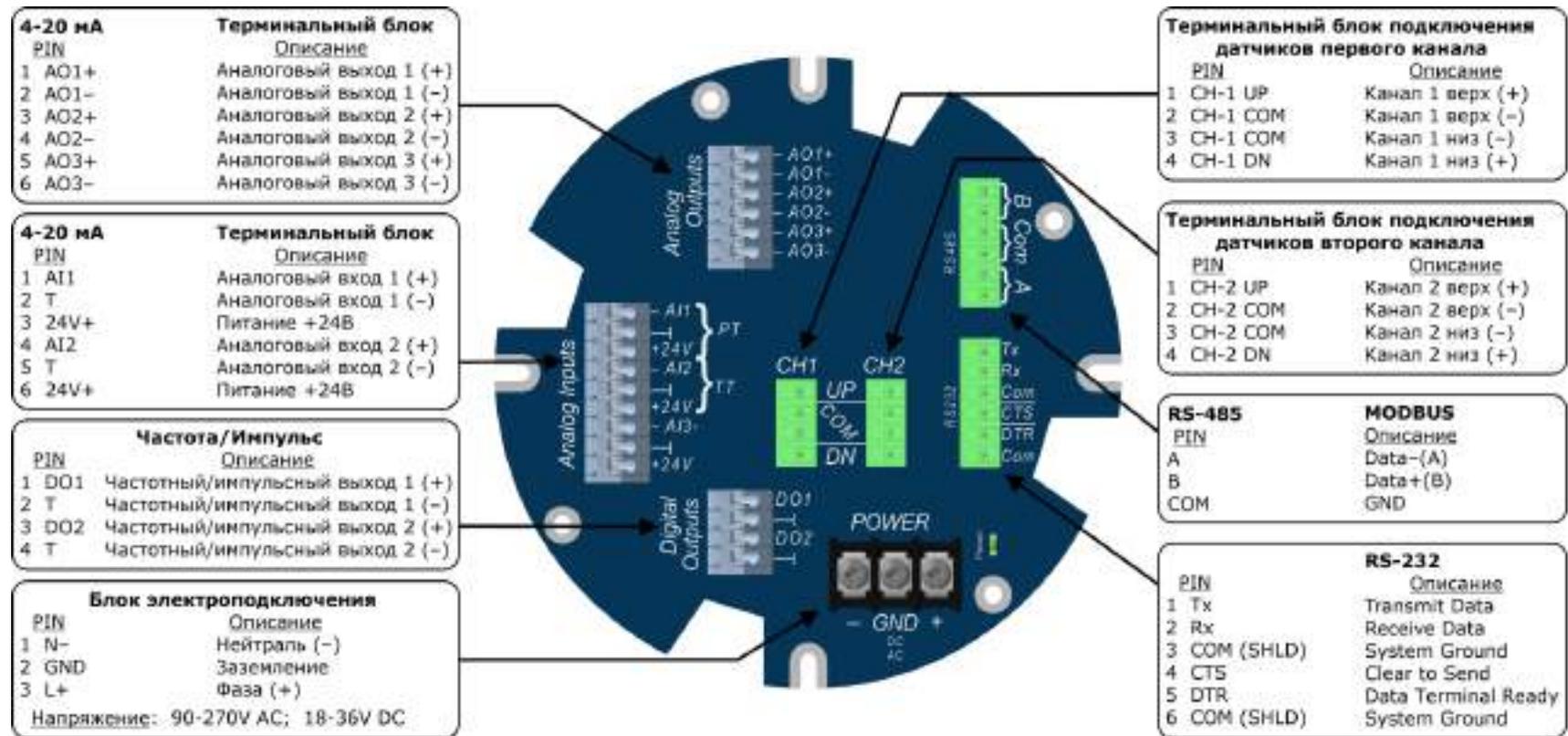


Рисунок 7. Эскиз ЭВБ



- 1) Рекомендуемое сечение жил кабеля для подключения электропитания: 2,5 мм<sup>2</sup>
- 2) Рекомендуемое сечение жил кабеля для подключения выходного сигнала 4-20 мА: 1,0 мм<sup>2</sup>
- 3) Рекомендуемое сечение жил кабеля для подключения датчиков давления, температуры, азота по петле 4-20 мА: 1,0 мм<sup>2</sup>
- 4) Рекомендуемое сечение жил кабеля для подключения выходного сигнала частотно-импульсного: 1,0 мм<sup>2</sup>
- 5) Рекомендуемое сечение жил кабеля для подключения интерфейсов RS-232 и RS-485: 1,0 мм<sup>2</sup>

Рисунок 8. Схема электрических соединений

## **2.12 Выполнение измерений**

2.12.1 После выполнения монтажа и настройки расходомера-счетчика необходимо убедиться в том, что лицевая и задняя крышки ЭВБ плотно закрыты и стопорные винты затянуты. Проверить затяжку гермовводов ЭВБ, при необходимости подтянуть. Для обеспечения заявленного класса взрывозащиты необходимо, чтобы все свободные отверстия ЭВБ были закрыты взрывозащищенными заглушками.

2.12.2 После завершения операций п. 2.13.1 расходомер готов к применению по назначению. Для проверки герметичности подключения к технологическому процессу необходимо произвести подачу измеряемой среды в трубопровод и произвести проверку на наличие утечек. При обнаружении утечки подача измеряемой среды в трубопровод прекращается до ее устранения. При отсутствии утечек расходомер допускается к дальнейшей эксплуатации.

2.12.3 Измерения объемного расхода и объема газа, прошедшего через измерительный трубопровод, производятся расходомером-счетчиком в автоматическом режиме и не требуют участия персонала. Результаты измерений доступны для считывания с электронного табло расходомера, аналоговых и дискретных выходах, по цифровым интерфейсам посредством сервисного ПО изготовителя или стороннего ПО потребителя.

2.12.4 При выполнении измерений во взрывоопасной зоне запрещается вскрытие корпуса ЭВБ при наличии взрывоопасной среды в пространстве вокруг расходомера. Вскрытие корпуса расходомера производить только при отключенном питании.

### **3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ**

#### **3.1 Техническое обслуживание**

3.1.1 Расходомеры-счетчики не требуют постоянного технического ухода, однако для обеспечения работоспособности расходомера в течение всего срока эксплуатации изготовитель рекомендует регулярное проведение профилактических работ. Профилактические работы при периодической поверке должны проводиться в обязательном порядке.

3.1.2 Профилактические работы включают в себя осмотр внешнего состояния узлов и деталей расходомера, контроль электрических сигналов, промывку первичных преобразователей и ИТ, проведение диагностики ЭВБ.

3.1.3 Осмотр внешнего состояния расходомера производится при отключенном напряжении питания. Проверяется состояние кабелей, надежность крепления разъемов кабелей, наличие отложений на стенках ИТ. При наличии заметных отложений на поверхности деталей проточной части ИТ они протираются мягкой тканью, смоченной ацетоном или техническим спиртом.

3.1.4 Признаками возможной неисправности являются:

- Вывод на экран ЖКИ сообщения об ошибках;
- Ошибочные показания расхода;
- Отсутствие индикации на ЖКИ;

3.1.5 Критический отказ оборудования может выражаться в виде частичного или полного разрушения узлов и элементов расходомера, разгерметизации его проточной части, частичного или полного выхода из строя блоков и модулей электронно-вычислительного блока.

3.1.6 Критический отказ оборудования может быть вызван:

- Выходом физических характеристик измеряемой среды за границы допустимых эксплуатационных параметров (превышение допустимых значений давления, температуры, вязкости, плотности измеряемой среды);
- Изменением величины питающего напряжения, а также его пульсацией (питание расходомера и питание цепей входных и выходных сигналов);
- Коротким замыканием в цепях и схемах возбуждения генерирующего сигнала УЗ датчиков.

3.1.7 Для предотвращения критического отказа расходомера необходимо соблюдать требования настоящего РЭ в части монтажа, электроподключения. Так же необходимо обратить особое внимание на параметры технологического процесса. В том случае, если параметры технологического процесса выходят за рамки опросного листа, по которому данный расходомер был изготовлен, и/или за границы эксплуатационных характеристик расходомера, **эксплуатация расходомера не допускается.**

## **3.2 Параметры диагностики**

3.2.1 В ЭВБ имеются встроенные диагностические параметры, которые помогают выявлять и устранять неисправности в измерительной части, первичном преобразователе, а также другие неисправности электрической части. Контроль диагностических параметров выполняется автоматически в режиме реального времени и не требует какого-либо участия обслуживающего персонала. Пакет самодиагностики не может быть принудительно отключен.

3.2.2 В случае, если в процессе самодиагностики будет выявлена какая-либо неисправность, то на дисплей расходомера автоматически будет выведен код ошибки. Перечень и расшифровка кодов ошибок приведены в Приложении Б.

3.2.3 Выполнение условий эксплуатационных ограничений является ответственностью и обязанностью эксплуатирующей организации. При выходе параметров за границы эксплуатационных ограничений ООО «ЕН Автоматизация» не несет ответственности за работоспособность расходомера, за достоверность показаний измерений расхода газа. Блок самодиагностики расходомера не предназначен для диагностики выхода параметров за пределы эксплуатационных ограничений.

## **3.3 Неисправности измерительной части**

3.3.1 Если результаты предварительного поиска неисправностей с помощью сообщений кодов ошибок) и/или параметров диагностики указывают на возможную неисправность измерительной части, действуйте согласно этому разделу. Неисправности измерительной части подразделяются на четыре категории:

- Неисправности, связанные с измеряемой средой (газом);
- Неисправности, связанные с монтажом;
- Неисправности первичного преобразователя;
- Неисправности, вызванные некорректной настройкой ЭВБ;
- Неисправности, связанные с неправильной эксплуатацией расходомера.

3.3.2 При выявлении причин неисправности следует руководствоваться общими принципами анализа информационных измерительных систем и автоматики. Посредством поочередного исключения наиболее вероятных причин возникновения неисправности выявляют факторы, оказывающие негативное влияние на функционирование расходомера. Порядок перебора факторов не является строго регламентированным и определяется в первую очередь вероятностью наступления события, доступностью факторов для анализа и затратами на выполнение операций диагностики. При возникновении сложностей при диагностике неисправностей обратитесь в сервисную службу завода-изготовителя.

3.3.3 Неисправности, связанные с измеряемой средой (газом)

Если физическая установка системы соответствует рекомендуемым техническим условиям, то, возможно, сам газ препятствует точным измерениям расхода. Измеряемый газ должен отвечать следующим требованиям:

– Газ должен быть однородным, гомогенным.

Наличие неоднородностей в потоке измеряемой среды приводит к резкому изменению скорости звука на границе раздела сред с разной плотностью. Следует учесть, что некоторые виды однофазных газовых смесей при определенных значениях давления и малой динамике потока способны расслаиваться на среды с различной плотностью. Это приводит к получению недостоверных данных в том числе и при отсутствии расхода измеряемой среды.

– Газ должен быть однофазным, чистым. Чрезмерное количество твердых или жидких частиц будет искажать ультразвуковые сигналы и приводить к недостоверным результатам измерений. При наличии примесей в газе, градиенты температуры и скорости звука в газовом потоке могут вызывать ошибочные и неточные показания расхода. Для устранения влияния примесей в измеряемой среде необходимо предусмотреть устройство очистки газа перед расходомером.

– Газ не должен чрезмерно ослаблять ультразвуковые сигналы. Некоторые газы (например, двуокись углерода высокой степени чистоты, водород, азот и т.д.) активно поглощают энергию ультразвука. В таком случае на экране дисплея появится сообщение кода ошибки E1. Оно означает, что интенсивность ультразвукового сигнала недостаточна для достоверных измерений.

– Скорость звука в газовой среде не должна изменяться чрезмерно быстро. В расходомере допускаются относительно большие изменения в скорости звука в газе, которые могут вызываться изменениями в составе газа и/или температуры. Однако, такие изменения должны происходить медленно. Быстрые флуктуации скорости звука в газе, достигающие значений, заметно отличных от запрограммированного в ЭВБ значения, приведут к ошибочным или неточным показаниям расхода.

– Скорость изменения расхода газа (ускорение) не должно быть слишком высоким. В расходомере-счетчике реализована интеллектуальная система слежения за изменением ускорения расхода газа. При чрезмерно высоких значениях ускорения может появляться индикация ошибки на дисплее. В данном случае, потребуется изменение сервисных параметров настройки ЭВБ. Обратитесь в ООО «ЕН Автоматизация» для получения более подробной информации.

– Не должно быть «клубления» газа. В некоторых случаях возможны пульсации движения газа в трубопроводе различной степени интенсивности. Данные пульсации являются характерным следствием так называемого «клубления» газа, которое наблюдается в трубопроводах большого (от 400 мм) диаметра при относительно низких скоростях потока газа. Так же пульсации при движении газа в трубопроводе характерны для факельных линий низкого давления при установке расходомера-счетчика в непосредственной близости от ствола факела на низких скоростях потока.

В этом случае рекомендуется изменение места установки расходомера-счетчика, изменение диаметра трубопровода для увеличения скорости потока газа и исключения эффекта «клубления».

#### 3.3.4 Неисправности, связанные монтажом.

Связанные с монтажом неисправности могут возникать вследствие невыполнения инструкций по установке, приведенных в разделе 2. К самым распространенным неисправностям, относятся следующее:

– *Скопление отложений в месте (местах) расположения первичного преобразователя (ей).* Скопившийся мусор в месте расположения первичного преобразователя будет мешать передаче ультразвуковых сигналов. В результате этого точные измерения расхода будут невозможны. Переустановка измерительной части или первичных преобразователей часто устраняет такие неисправности, и в некоторых случаях можно использовать первичные преобразователи, выступающие в поток. Дополнительная информация по правильным методам установки приведена в разделе 2.

– *Неверное выполнение внешних электрических подключений.* При нарушении требований к монтажу внешних электрических подключений возможно нарушение функционирования или выход из строя расходомера-счетчика. После завершения монтажа расходомера необходимо убедиться в правильности выполнения электрических подключений и соответствия параметров питающей сети установленным требованиям.

#### 3.3.5 Неисправности первичного преобразователя.

Ультразвуковые первичные преобразователи - это прочные и надежные изделия. Однако и они подвержены физическому повреждению в результате небрежного обращения и воздействия химически агрессивных сред.

– *Повреждение в результате коррозии:* если для намеченного применения выбраны первичные преобразователи из неподходящего материала, они могут пострадать в результате коррозии. Повреждение обычно встречается либо на электрическом разъеме, либо на лицевой поверхности первичного преобразователя. Поврежденный первичный преобразователь следует заменить. Для получения информации о материалах первичных преобразователей, пригодных для определенного применения, свяжитесь с компанией ООО «ЕН Автоматизация».

– *Внутреннее повреждение:* ультразвуковой первичный преобразователь состоит из керамического кристалла, приклеенного к корпусу первичного преобразователя. Связь между кристаллом и корпусом кристалла может быть нарушена в результате экстремального механического и/или температурного воздействия. Кроме того, внутренние электрические соединения могут быть повреждены при чрезмерном физическом воздействии на соединительный кабель.

– *Физическое повреждение:* первичные преобразователи могут быть физически повреждены при их соударении с другими предметами.

3.3.6 Неисправности, вызванные некорректной настройкой ЭВБ. При выпуске из производства в ЭВБ расходомера вносятся все доступные на момент отгрузки настроечные параметры. Проверка и поддержание актуальности введенных данных в ЭВБ является обязанностью эксплуатирующей организации. При внесении изменений в настроечные параметры ЭВБ необходимо обратить особое внимание на следующие параметры:

– *Настройка текущей даты и времени.* Перед вводом в эксплуатацию расходомера необходимо убедиться в правильности настройки даты и времени в ЭВБ. При необходимости произвести корректировку параметров с помощью локального интерфейса оператора (приложение В) или через прикладное ПО FlowMeter.

– *Настройка параметров связи по внешним цифровым интерфейсам.* При необходимости подключения расходомера к внешним устройствам (персональный компьютер, вычислитель) нужно произвести проверку и настройку параметров передачи данных по цифровым интерфейсам связи (скорость передачи, четность, стоповые биты, адрес).

– *Настройка алгоритма приведения объема газа к стандартным условиям.* Если в расходомере реализована функция приведения объема и расхода газа к стандартным условиям, то необходимо проверить активирована ли данная функция с помощью локального интерфейса оператора (приложение В) или через прикладное ПО FlowMeter. При необходимости ее можно отключить или выбрать другой алгоритм в соответствии с заказом.

– *Настройка аналоговых и дискретных входов и выходов.* В зависимости от конфигурации расходомера в нем может быть реализовано до трех аналоговых и двух дискретных выходов. Каждому выходу можно назначить свою переменную и свой диапазон. Для дискретных выходов дополнительно выбирается тип выходного сигнала (частотный или импульсный). При настройке аналоговых входов имеется возможность выбрать режим работы входа: «измерение» - происходит измерение поступающего токового сигнала и преобразование в соответствующую физическую величину и «значение» - в расчетах используется фиксированное подстановочное значение физической величины. Каждому входу можно назначить свою переменную и свой диапазон.

– *Настройка дисплея расходомера.* В расходомере предусмотрена возможность попеременного отображения на дисплее прибора до четырех измеряемых физических величин. Включение режима отображения параметров производится с помощью локального интерфейса оператора (приложение В) или через прикладное ПО FlowMeter.

– *Настройка режимов работы расходомера.* **ВНИМАНИЕ!** Любые изменения в разделе «Сигналы» допускается производить только в том случае, если Вы четко осознаете последствия каждого применяемого изменения. В результате внесения некорректных данных возможно нарушение работы расходомера, ухудшение точности выполняемых измерений. Рекомендуется перед внесением изменений в разделе «Сигналы» проконсультироваться со специалистами сервисного центра ООО «ЕН Автоматизация».

3.3.7 Неисправности, связанные с неправильной эксплуатацией расходомера. В случае несоблюдения требований к эксплуатации расходомера возможно нарушение функционирования и выход из строя расходомера. Наиболее часто встречающиеся последствия неправильной эксплуатации:

– *Загрязнение излучающей поверхности первичных ультразвуковых преобразователей.* При нарушении требований к очистке газа на излучающих поверхностях ультразвуковых датчиков может образовываться налет, который препятствует прохождению ультразвукового сигнала. Эксплуатирующая организация должна самостоятельно следить за состоянием излучающих поверхностей датчиков и производить их очистку собственными силами и средствами. О наличии отложений на ультразвуковых датчиках можно судить по увеличению коэффициентов усиления сигнала (КУ). Рекомендуется отслеживать данный параметр для возможности его использования в качестве индикатора для необходимости выполнения процедур регламентного обслуживания и очистки поверхностей датчиков.

– *Возникновение утечек измеряемой среды.* При несоблюдении требований к монтажу расходомера могут возникать утечки измеряемой среды. При обнаружении утечки необходимо немедленно ее устранить. Если газ утечки может вызвать коррозию материалов составных частей расходомера, то необходимо обязательно проверить отсутствие повреждений первичных преобразователя, кабелей и других частей расходомера после устранения утечки.

– *Повреждение составных частей расходомера в результате коррозии.* При несоблюдении требований к измеряемой и окружающей среде (измеряемая и окружающая среда должна быть неагрессивна по отношению к используемым в расходомере материалам) возможно возникновение повреждений в результате коррозии. Повреждения обычно встречается на электрических разъемах, на излучающей поверхности первичного преобразователя, измерительном трубопроводе. При повреждении первичных преобразователей следует обратиться к изготовителю для согласования дальнейших действий. Для получения информации о материалах изготовления расходомеров обратитесь к расшифровке модельного кода расходомера (Приложение Г) или свяжитесь со специалистами компании ООО «ЕН Автоматизация».

– *Повреждение ультразвуковых преобразователей в результате выхода температуры измеряемой среды за пределы допустимого диапазона.* При выполнении некоторых технологических операций, таких как пропарка газопровода, возможен выход температуры среды внутри ИТ за допустимые пределы, что приведет к поломке ультразвуковых первичных преобразователей. Для предотвращения выхода из строя расходомера необходимо перед выполнением технологических операций установить технологическую вставку вместо расходомера.

– *Механические повреждения ультразвуковых первичных преобразователей.* Первичные преобразователи могут быть повреждены при недостаточной очистке измеряемой среды от механических примесей. При возникновении повреждений излучающих поверхностей

ультразвуковых первичных преобразователей производить восстановительные операции запрещается. Расходомер должен быть направлен на завод-изготовитель на ремонт.

## **4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ**

### **4.1 Транспортирование**

4.1.1 Транспортирование расходомеров в упакованном состоянии может осуществляться на любое расстояние любым видом транспорта, кроме негерметизированных отсеков самолета и открытых палуб, при соблюдении условий хранения 5 по ГОСТ 15150-69. При транспортировании должна быть обеспечена защита транспортной тары от атмосферных осадков.

Условия транспортирования:

- 1) температура окружающей среды от минус 55 до +70°C;
- 2) относительная влажность воздуха 100% при 40°C;
- 3) наличие в воздухе пыли и паров агрессивных примесей недопустимо.

Способ укладки ящиков в транспортирующее средство должен исключать их перемещение. Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортировочные ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

4.1.2 Распаковку расходомера производить в сухих отапливаемых помещениях с температурой окружающего воздуха от 15 до 45°C и относительной влажности до 80% при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей после суточного пребывания в них, в случае, если при транспортировании или хранении окружающая температура была ниже 15°C.

### **4.2 Хранение**

4.2.1 Назначенный срок хранения расходомера, а также всех деталей и узлов одинаков и составляет 50 лет с момента изготовления.

4.2.2 В заводской упаковке расходомеры-счетчики могут храниться в неотапливаемых помещениях не более 6 месяцев в условиях хранения 3 по ГОСТ 15150-69.

4.2.3 При более длительном хранении до 18 месяцев расходомеры-счетчики должны быть переупакованы в чехлы из полиэтиленовой пленки 0,5 мм по ГОСТ 10354-82 с силикагелем-осушителем ГОСТ 3956-76 в количестве 0,6 кг. Помещение для переупаковки должно быть закрытым вентилируемым с температурой окружающего воздуха от 15°C до 45°C и относительной влажности до 80% при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

Условия хранения 1 по ГОСТ 15150-69. Нижнее значение температуры воздуха – плюс 15 °С. Общие требования к хранению расходомера в отапливаемом хранилище по ГОСТ Р 52931-2008.

4.2.4 При ожидаемом сроке хранения более 18 месяцев (но не более 50 лет с момента изготовления) расходомеры должны быть подвергнуты частичной консервации в соответствии с ГОСТ 9.014-78 (вариант временной противокоррозионной защиты ВЗ-4). Расконсервация/переконсервация для оценки технического состояния узлов и элементов расходомера в период хранения не требуется.

Условия хранения 1 по ГОСТ 15150-69. Нижнее значение температуры воздуха – плюс 15 °С. Общие требования к хранению расходомера в отапливаемом хранилище по ГОСТ Р 52931-2008.

## 4.3 Утилизация

4.3.1 Для производства расходомера потребовались добыча и переработка природных ресурсов. В нем могут содержаться опасные вещества, которые могут негативно повлиять на здоровье и окружающую среду.

4.3.2 Во избежание распространения этих веществ в нашей окружающей среде и для уменьшения их воздействия на природные ресурсы необходимо использовать надлежащие системы возврата для утилизации. Посредством этих систем большинство материалов Вашего оборудования после окончания срока службы будет повторно использовано или переработано безопасным способом.

4.3.3 Символ перечеркнутой крестом мусорной корзины на колесиках предписывает использовать эти системы.



4.3.4 Если необходима дополнительная информация по системам сбора, повторного использования и переработки, просим Вас связаться со своей местной или региональной администрацией, отвечающей за удаление отходов.

## 5 ГАРАНТИЯ

5.1. На каждое средство измерений, изготовленное ООО «ЕН Автоматизация», предоставляется гарантия отсутствия дефектов материалов и соответствие расходомера техническим требованиям при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Ответственность, согласно этой гарантии, ограничивается восстановлением нормальных рабочих функций прибора или его заменой, исключительно по собственному усмотрению компании ООО «ЕН Автоматизация». Плавкие предохранители и аккумуляторные батареи специально исключаются из всякой гарантии. Гарантийный срок на расходомер-счетчик указан в паспорте на каждое изделие.

5.2. Гарантийный срок 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня отгрузки с предприятия-изготовителя, если иное не указано в паспорте на расходомер-счетчик.

5.3. Предприятие-изготовитель обязано в гарантийный срок произвести ремонт или замену изделия, вышедшего из строя, если неисправность возникла по вине изготовителя.

**ВНИМАНИЕ!** В целях защиты от несанкционированных действий, таких как: внесение изменений в ПО расходомера-счетчика, изменений в конструкцию, самостоятельного ремонта, замены электронных компонентов, извлечения электронных плат и иных несанкционированных манипуляций, ЭВБ расходомера-счетчика при выпуске из производства опломбирован цифровой электронной пломбой. При нарушении данной пломбы расходомер-счетчик отключается, измерений не выполняет. При этом на дисплее расходомера-счетчика отображается предупредительная надпись: «Несанкционированный доступ». Деактивация и повторное включение функции электронной пломбы осуществляется только силами ООО «ЕН Автоматизация». Сохранность электронной пломбы является условием предоставления гарантии на расходомер-счетчик. При деактивации и повторном включении электронной пломбы расходомер-счетчик снимается с гарантии.

**ВНИМАНИЕ!** Расходомер-счетчик снимается с гарантии в случае несанкционированного внесения изменений в конструкцию расходомера (использование для подключения ультразвуковых первичных преобразователей кабельных сборок, непредусмотренных заводом-изготовителем или модифицированных неуполномоченными лицами).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

КД – конструкторская документация;

ОТК – отдел технического контроля;

ПО – программное обеспечение;

ТУ – технические условия;

ЭВБ – электронно-вычислительный блок;

ИТ – измерительный трубопровод;

ДД – датчик давления;

ДТ – датчик температуры;

УВГ – углеводородный газ;

РЭ – руководство по эксплуатации;

РУ – рабочие условия;

СТ – стандартные условия

## Приложение Б – Коды ошибок

Высокий аварийный сигнал: 21,0 мА

Низкий аварийный сигнал: 3,8 мА

Высокий сигнал по отказу: 20,5 мА

Низкий сигнал по отказу: 3,9 мА

АО – аналоговый выход

DO – частотный или (и) импульсный выход

AI – аналоговый вход

Ошибки	Категория	Описание	Критерий срабатывания	Действие	
				Выходной сигнал	Дисплей ЭВБ
E1	авария	Обрыв цепи, потеря сигнала от датчика	К-т усиления больше или равен 7000	Низкий аварийный сигнал по всем выходным аналоговым каналам АО. Частота на 0 по обоим выходам DO, передачу импульсов прекратить.	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды горят красным цветом
Действия при возникновении ошибки: Проверить подключение сигнальных кабелей к клеммной колодке терминальной платы Проверить сигнальные кабели на предмет наличия короткого замыкания Проверить ёмкость УЗ датчиков при снятой с терминальной платы фишке (800 до 1600 пФ) Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик					
E2, E13	авария	Потеря сигнала от FPGA	MCU не получает от FPGA посылки в течение 20 секунд	Высокий аварийный сигнал по всем выходным аналоговым каналам АО. Частота на 0 по обоим выходам DO, передачу импульсов прекратить.	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды горят красным цветом
Действия при возникновении ошибки: Проверить подключение сигнальных кабелей к клеммной колодке терминальной платы Проверить сигнальные кабели на предмет наличия короткого замыкания Проверить ёмкость УЗ датчиков при снятой с терминальной платы фишке (800 до 1600 пФ) Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик					
E3	отказ	Выход величины переменной за границу уставки диапазона DO	Если величина переменной уходит за нижнюю или верхнюю уставку DO	DO данной переменной – частота 0. Все остальные АО и DO – без изменений	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды мигают красным цветом
Действия при возникновении ошибки: Проверить шкалу уставки частотного выхода (выходов) Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик					

Ошибки	Категория	Описание	Критерий срабатывания	Действие	
				Выходной сигнал	Дисплей ЭВБ
Е4	Отказ	Выход величины переменной за границу уставки диапазона АІ	Если величина переменной уходит за нижнюю уставку на 30 сек и более	Низкий сигнал по отказу по всем выходным аналоговым каналам АО. Частота на 0 по обоим выходам DO, передачу импульсов прекратить.	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды мигают красным цветом
			Если величина переменной уходит за верхнюю уставку на 30 сек и более	Высокий аварийный сигнал по всем выходным аналоговым каналам АО. Частота на 0 по обоим выходам DO, передачу импульсов прекратить.	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды мигают красным цветом
<p>Действия при возникновении ошибки:</p> <p>Проверить правильность электроподключения датчиков давления и температуры</p> <p>Проверить шкалу уставки аналогового входа (входов)</p> <p>Проверить шкалу уставки подключенных датчиков давления и температуры</p> <p>Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик</p>					
Е5	Отказ	Выход величины переменной за границу уставки диапазона АО	Если величина переменной уходит за нижнюю уставку	АО данной переменной - низкий сигнал по отказу. Все остальные АО и DO – без изменений	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды мигают красным цветом
			Если величина переменной уходит за верхнюю уставку	АО данной переменной - высокий сигнал по отказу. Все остальные АО и DO – без изменений	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды мигают красным цветом
<p>Действия при возникновении ошибки:</p> <p>Проверить шкалу уставки аналогового выхода (выходов)</p> <p>Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик</p>					
Е6	отказ	Загрязнение на датчиках	К-т усиления достигает 6000, но меньше 7000	Все АО и DO – без изменений	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды мигают красным цветом. Одна вспышка-пауза – загрязнение датчиков первого канала; две вспышки-пауза – загрязнение датчиков второго канала
<p>Действия при возникновении ошибки:</p> <p>Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик</p> <p>Произвести демонтаж расходомера и выполнить очистку излучающих/принимающих поверхностей УЗ датчиков</p>					

Ошибки	Категория	Описание	Критерий срабатывания	Действие	
				Выходной сигнал	Дисплей ЭВБ
E7	Авария	Ошибка алгоритма массового расхода УВГ	Выход значений давления и температуры за границы алгоритма при включенной опции «массовый расход»	Низкий аварийный сигнал по всем выходным аналоговым каналам АО. Частота на 0 по обоим выходам DO, передачу импульсов прекратить.	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды горят красным цветом
<p>Действия при возникновении ошибки:</p> <p>Проверить правильность электроподключения датчиков давления и температуры</p> <p>Проверить шкалу уставки аналогового входа (входов)</p> <p>Проверить шкалу уставки подключенных датчиков давления и температуры</p> <p>Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик</p>					
E8	авария	Ошибка алгоритма ГСССД МР 113-03	Сумма проц содержания компонентов газовой смеси не равна 100% при включенной опции «приведение к СУ», Выход значений давления и температуры за границы алгоритма ГСССД МР 113-03	Низкий аварийный сигнал по всем выходным аналоговым каналам АО. Частота на 0 по обоим выходам DO, передачу импульсов прекратить.	В конце первой строки индицируется номер ошибки. Все диоды горят красным цветом
<p>Действия при возникновении ошибки:</p> <p>Проверить правильность электроподключения датчиков давления и температуры</p> <p>Проверить шкалу уставки аналогового входа (входов)</p> <p>Проверить шкалу уставки подключенных датчиков давления и температуры</p> <p>Проверить сумму процентного содержания компонентов газовой смеси</p> <p>Проверить параметры технологического процесса на предмет выхода за пределы эксплуатационных характеристик и границ алгоритма ГСССД МР 113-03</p>					
E9	авария	Нарушение цифровой электронной пломбы	Извлечение электронного блока из корпуса, разборка стека электронных плат	По всем выходам сигнал, соответствующий значению установленного параметра равно нулю	Индикация надписи «Несанкционированный доступ». Все диоды горят красным цветом
<p>Действия при возникновении ошибки:</p> <p>Связаться с производителем для устранения ошибки</p>					
E10	отказ	Повышение/понижение температуры внутри корпуса ЭВБ	Температура внутри корпуса ЭВБ превышает допустимую либо ниже допустимой	Без изменений	Индикация ошибки E10. Все диоды мигают красным цветом
<p>Действия при возникновении ошибки:</p> <p>Рекомендуется установка обогреваемого термочехла на корпус ЭВБ в холодное время либо солнцезащитного козырька в теплое время года</p>					

## ПРИЛОЖЕНИЕ В – ДЕРЕВО МЕНЮ РАСХОДОМЕРА-СЧЕТЧИКА

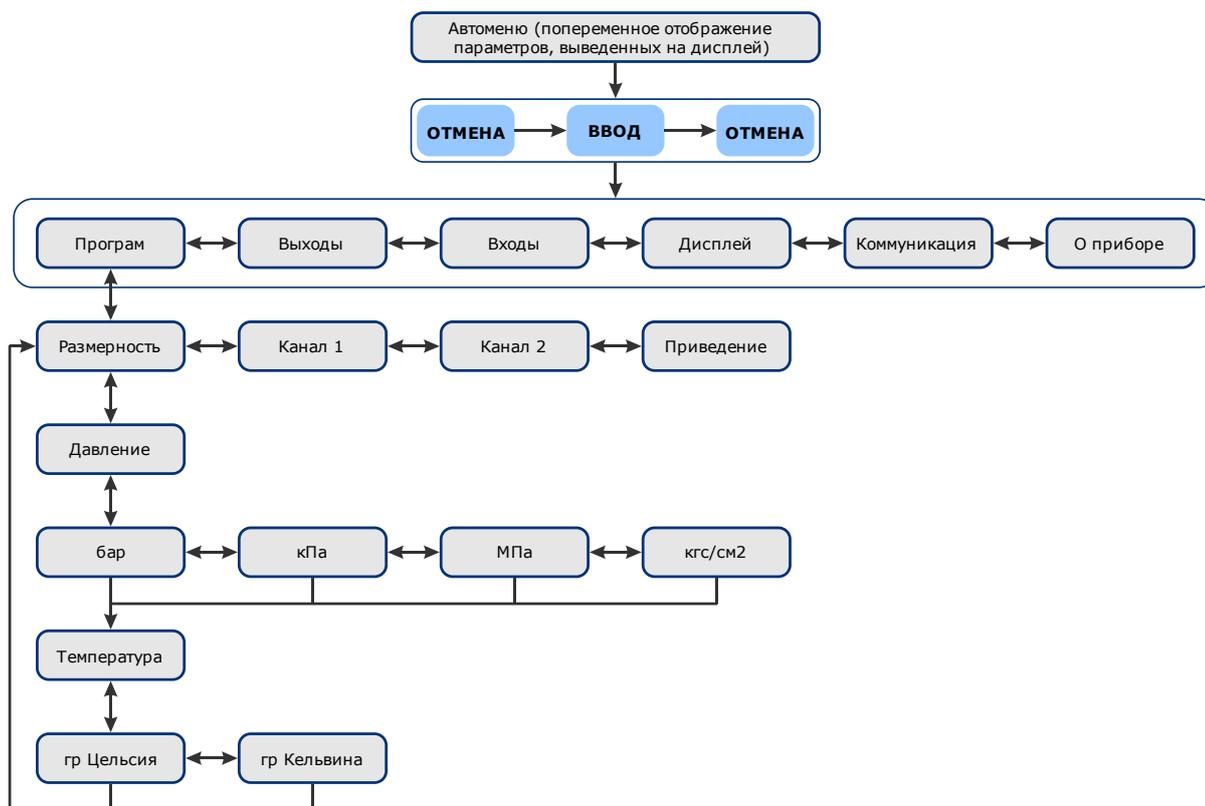
(обязательное)

Локальный интерфейс оператора построен на базе многоуровневого меню. Оператор имеет возможность выбрать любой пункт из меню и перейти на следующий уровень. Расходомер будет выполнять действия в соответствии с выбранной командой. Например, вывод на дисплей значений параметров по заданному списку, изменение значений переменных в памяти ЭВБ.

Каждый пункт меню имеет свое обозначение (название). Ниже приведена структурная схема меню ЭВБ с указанием уровней. Пояснения к пунктам меню даны в таблице. Пункты меню выводятся на дисплей расходомера поочередно. Переключение между меню одного уровня производится циклически нажатием кнопок «>» и «<». Вход в пункт меню осуществляется нажатием кнопки «Ввод». При вводе данных перемещение курсора осуществляется нажатием кнопок «>» и «<», а выбор значения осуществляется нажатием кнопок «^» и «v». Для сохранения введенных данных осуществляется нажатием кнопки «Ввод». Выход из текущего меню или операции осуществляется нажатием кнопки «Отмена».

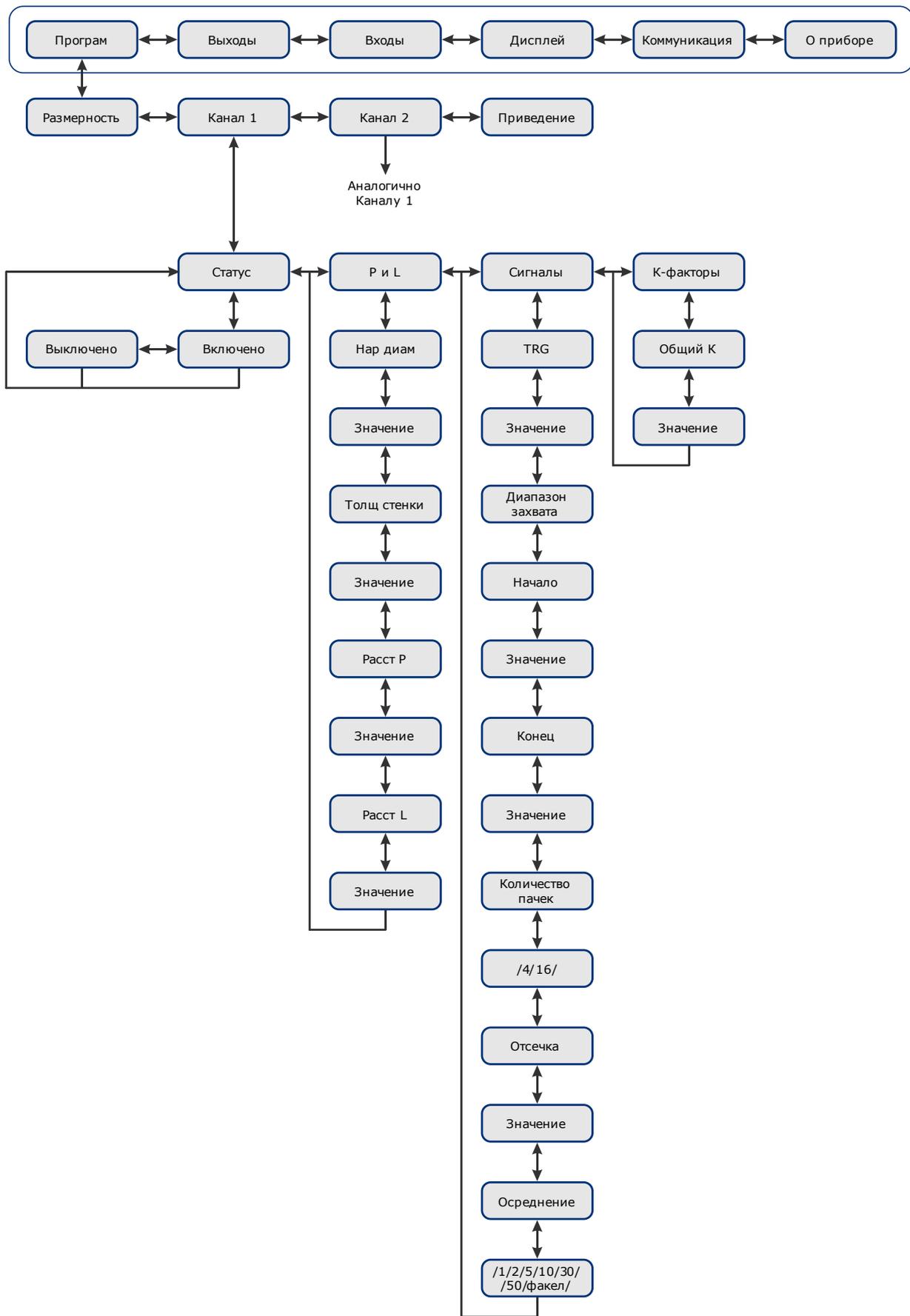
Вход в многоуровневое меню расходомера осуществляется путем поочередного нажатия кнопок «Отмена-Ввод-Отмена». Если в расходомере был установлен пароль от несанкционированного измерения параметров, то доступ к многоуровневому меню будет осуществлен только после ввода пароля.

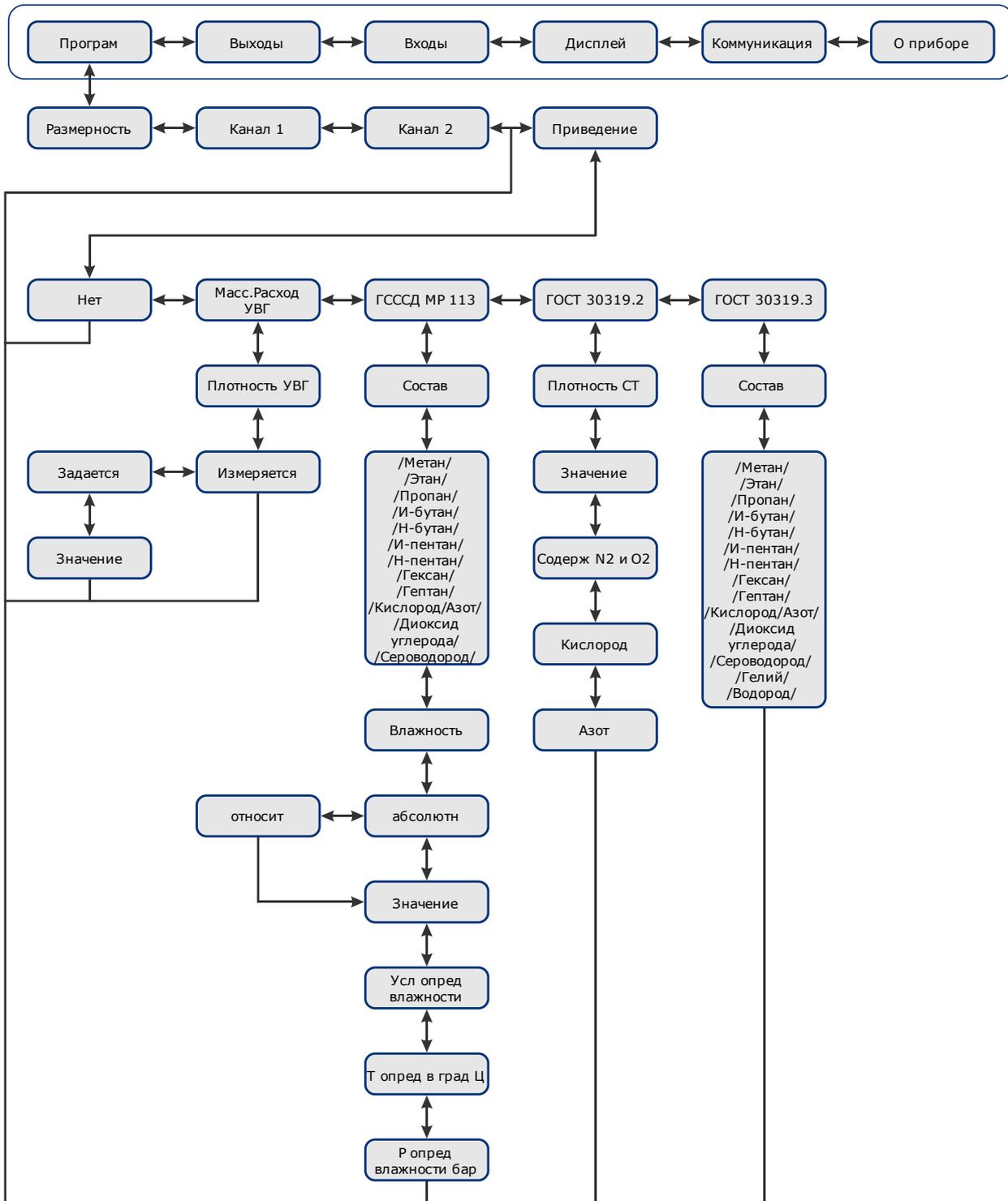
Для быстрого доступа к меню пароля расходомера-счетчика последовательно нажмите:  
**ОТМЕНА > ВВОД > ОТМЕНА > О\_ПРИБОРЕ > ПАРОЛЬ > ВКЛ > ЗАДАТЬ**  
 Далее введите желаемую комбинацию из 4-х цифр и нажмите **ПОДТВЕРДИТЬ**

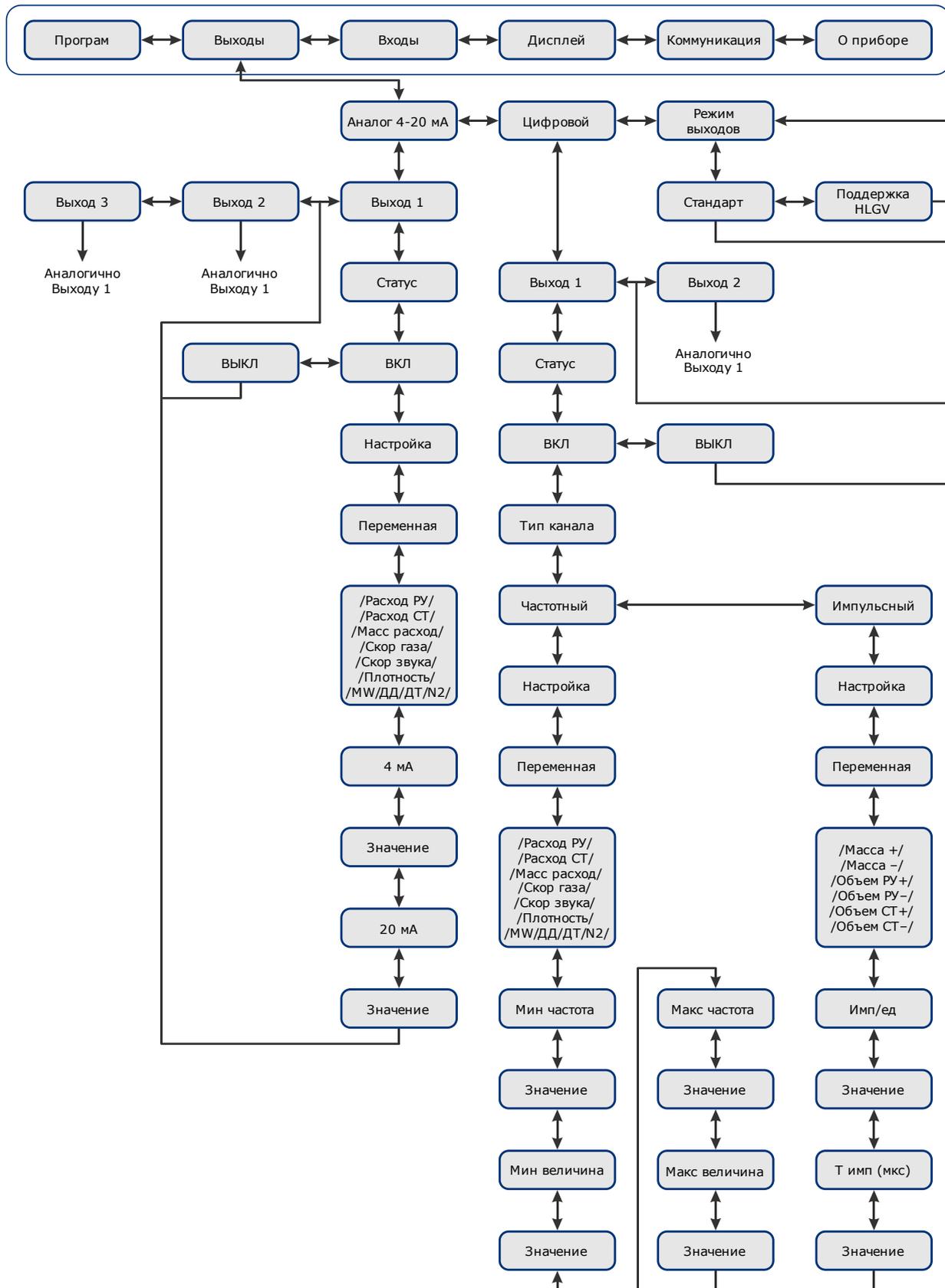


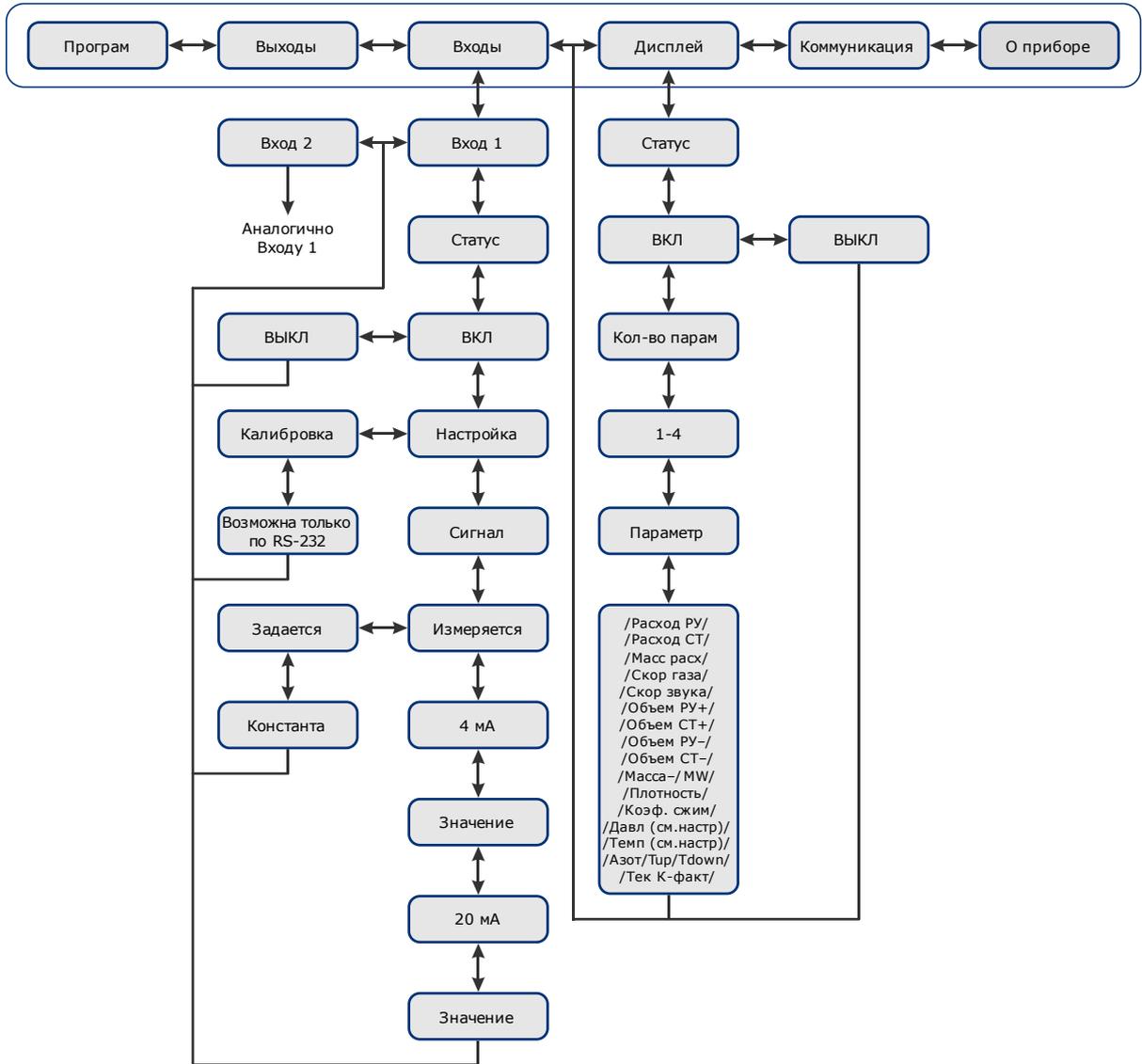
Размерность величин, применяемая при выполнении внутренних расчетов и передачи данных по RS-232 и RS-485

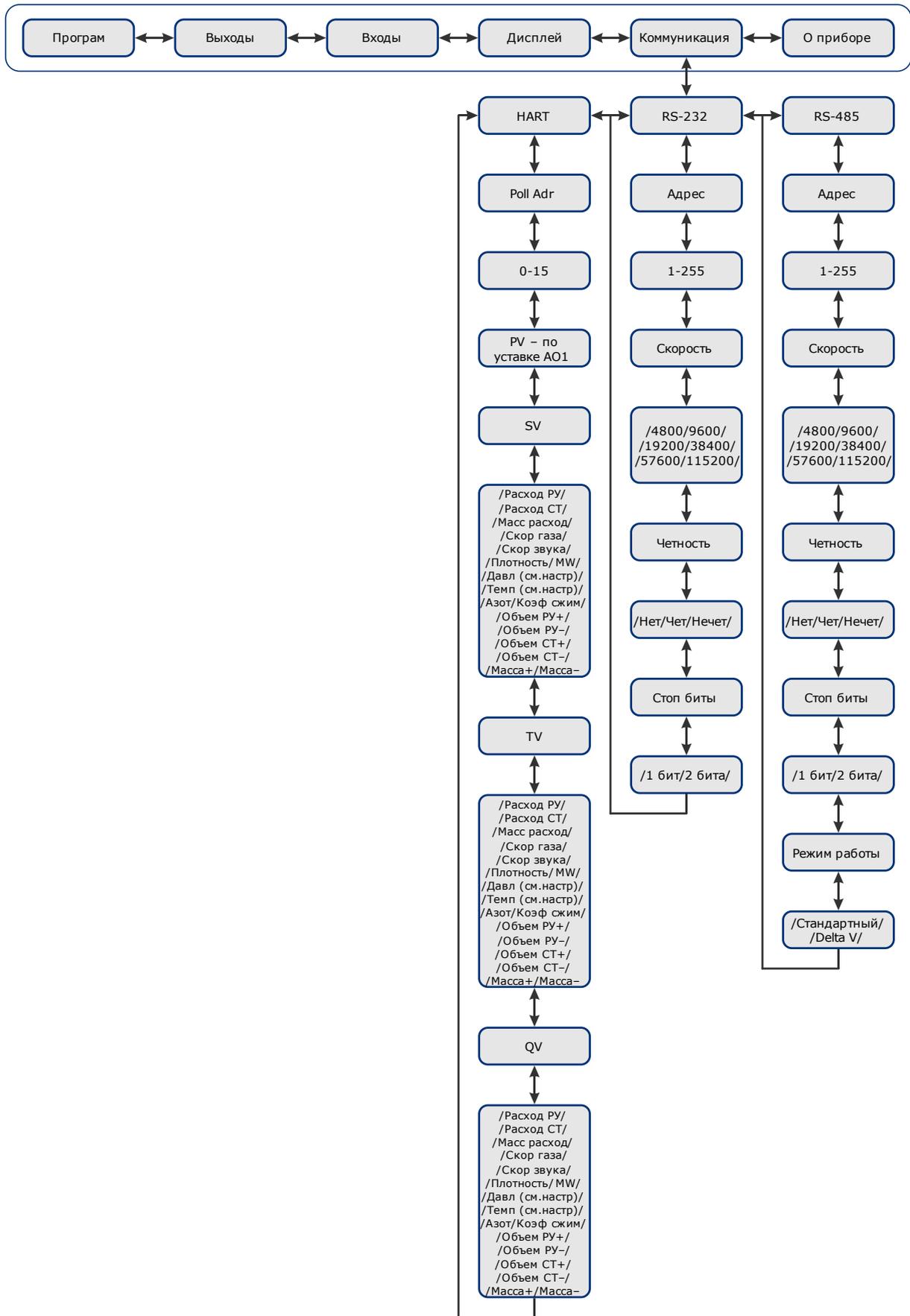
Параметр	Размерность «внутренняя»
Расх РУ	м3/ч
Расх СТ	ст м3/ч
Масс расх	кг/ч
Скор газа	м/с
Скор звука	м/с
Плотн	кг/м3
MW	г/моль
ДД	кПа
ДТ	град С
N2	%
Козф сжим	-
Объем РУ+	м3
Объем РУ-	м3
Объем СТ+	ст м3
Объем СТ-	ст м3
Масса +	кг
Масса -	кг

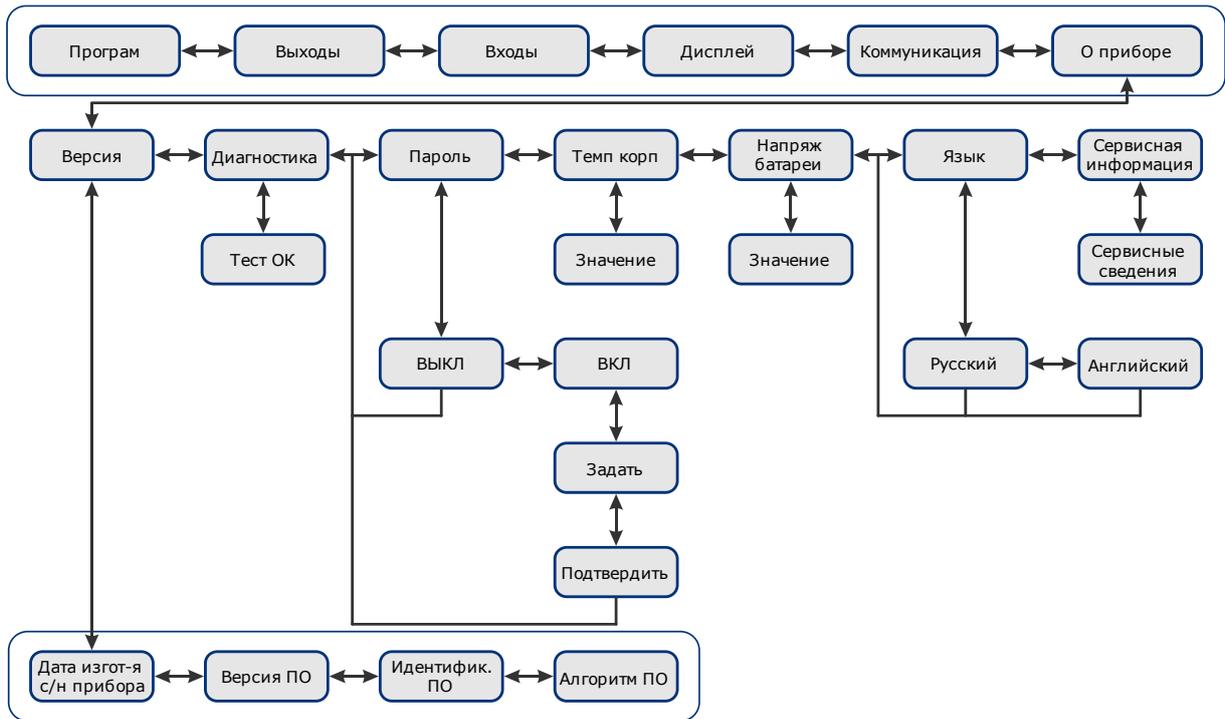












**ПРИЛОЖЕНИЕ Г – ОБОЗНАЧЕНИЕ ЗАКАЗНОГО КОДА РАСХОДОМЕРА-СЧЕТЧИКА**

BC-12 ППД [1]-[2]-[3]-[4]-[5]-[6]-[7]-[8]-[9]-[10]

<b>[1] - количество измерительных каналов:</b>
1 - 1 канал (1 пара датчиков)
2 - 2 канала (2 пары датчиков)
<b>[2] - номинальный диаметр, DN:</b>
25 –DN25
32 –DN32
50 –DN50
65 –DN65
80 –DN80
100 –DN100
125 –DN125
150 –DN150
200 –DN200
250 –DN250
300 –DN300
350 –DN350
400 –DN400
450 –DN450
500 –DN500
600 –DN600
700 –DN700
800 –DN800
<b>[3] – расчетное избыточное рабочее давление:</b>
16 – PN16, фланцевое присоединение по ГОСТ
25 – PN25, фланцевое присоединение по ГОСТ
40 – PN40, фланцевое присоединение по ГОСТ
64 – PN64, фланцевое присоединение по ГОСТ
100 – PN100, фланцевое присоединение по ГОСТ/ANSI
160 – PN160, фланцевое присоединение по ГОСТ/ANSI
250 – PN250, фланцевое присоединение по ГОСТ/ANSI
320 – PN320, фланцевое присоединение по DIN
420 – PN420, фланцевое присоединение по ANSI
<b>[4] – материал проточной части:</b>
НТУ – низкотемпературная углеродистая сталь 09Г2С
УС – углеродистая сталь 20
НС – нержавеющая сталь
XX – указать иное
<b>[5] – тип монтажа электронно-вычислительного блока:</b>
1 – интегральное исполнение
2 – раздельное исполнение
<b>[6] – соединительный кабель:</b>
XX - XX м кабеля в комплекте
<b>[7] – материала изготовления и напряжение питания электронно-вычислительного блока:</b>
1 – материал изготовления алюминиевый сплав, напряжение питания 18...36 (постоянный ток)
2 – материал изготовления алюминиевый сплав, напряжение питания 90...270 (переменный ток 50 Гц)
3 – материал изготовления нержавеющая сталь, напряжение питания 18...36 (постоянный ток)
4 – материал изготовления нержавеющая сталь, напряжение питания 90...270 (переменный ток 50 Гц)
<b>[8] – наличие ответных фланцев и крепежа:</b>
0 - ответные фланцы и крепеж отсутствуют
НТУ - в комплекте с ответными фланцами и крепежом, материал изготовления низкотемпературная углеродистая сталь 09Г2С, прокладки СНП (либо нерж сталь с случае овального сечения)
УС - в комплекте с ответными фланцами и крепежом, материал изготовления углеродистая сталь, прокладки СНП (либо нерж сталь с случае овального сечения)

НС - в комплекте с ответными фланцами и крепежом, материал изготовления нержавеющая сталь, прокладки СНП (либо нерж сталь с случае овального сечения)
ХХ - в комплекте с ответными фланцами и крепежом, материал изготовления ответных фланцев ХХХ, шпилек ХХХ, гаек ХХХ, шайб ХХХ, прокладки СНП (либо нерж сталь с случае овального сечения)
<b>[9] – наличие термостатированного обогрева:</b>
0 - термочехол отсутствует
АС - в комплекте с термочехлом взрывобезопасного исполнения, со смотровым окном, напряжение питания термочехла 220В (переменный ток)
ДС - в комплекте с термочехлом взрывобезопасного исполнения, со смотровым окном, напряжение питания термочехла 24В (постоянный ток)
<b>[10] – дополнительные опции:</b>
0 - нет
1 - приведение расхода к СУ, метод расчета ГСССД МР 113-03
2 - приведение расхода к СУ, метод расчета ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015
3 - алгоритм измерения массового расхода УВГ (для диапазона давлений от 1 до 5 бар изб и диапазона температур от минус 50 до +120С)
4 - 2 входа 4...20 мА для подключения датчиков давления и температуры (ДД и ДТ)
5 - протокол HART Generic, rev. 7.6
6 - RS-485 Modbus RTU
7 - датчик абсолютного давления взрывозащищенного исполнения в комплекте с вентильным блоком для монтажа на приварном штуцере М20х1,5 и преобразователь температуры программируемый взрывозащищенного исполнения в комплекте с защитной гильзой и приварной бобышкой
8 - 1 дополнительный выход программируемый как частотный 0-10 кГц или импульсный на сумматор
9 - ведение циклических (часового, двухчасового, суточного и месячного) архивов следующей глубины: часовые на 1488 часов (62 суток); двухчасовые на 2976 часов (124 суток); суточные на 186 суток (6 месяцев); месячные на 120 месяцев (10 лет)
10 - 1х аналоговый выход 4-20 мА
К - Конические переходы
L – Монтажный участок под приварку с закладными под ДД и ДТ
M – Монтажный участок фланцевого присоединения с закладными под ДД и ДТ (опционально: в комплекте с ответными фланцами и крепежом)
N- Прямолинейные участки под приварку длиной ХДу до расходомера и ХДу после расходомера с закладными под ДД и ДТ
S - Струевыпрямитель дисковый DNXXX PNXXX
X- Вычислитель УВП 280А
Y - Монтажная вставка DNXXX PNXXX
Z – Специальное исполнение

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д - ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ  
(обязательное)**

**Перечень ссылочных нормативных документов**

<b>Обозначение</b>	<b>Наименование документа</b>	<b>Номера пунктов настоящего РЭ, в которых дана ссылка</b>
ТР ТС 012/2011	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»	1.1.2; 2.1.5
ГОСТ 3956-76	Силикагель технический. Технические условия	4.2.2
ГОСТ 5542-2022	Газ природный промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия	2.1.1
ГОСТ 10354-82	Пленка полиэтиленовая. Технические условия	4.2.2
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов	1.6.2
ГОСТ 14254-2015	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)	1.2.1; 2.7.1
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	4.1.1 4.2.6
ГОСТ 9.014-78	Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования	4.2.8 4.2.9
ГОСТ 2939-63	Газы. Условия для определения объема	1.1.1; 1.4.4; 1.4.5.3
ГОСТ 30319.2-2015	Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода	1.1.1; 1.4.4; Приложение Г
ГОСТ 30319.3-2015	Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о компонентном составе	1.1.1; 1.4.4; Приложение Г
ГОСТ 31610.0-2019	Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования	1.1.2; 1.5.2
ГОСТ ИЕС 60079-14-2013	Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок	1.1.2
ГОСТ ИЕС 60079-1-2013	Взрывоопасные среды. Часть 1. Оборудование с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки «d»	1.1.2
ГОСТ 31610.18-2016/ИЕС 60079-18:2014	Взрывоопасные среды. Часть 18. Оборудование с видом взрывозащиты «герметизация компаундом «m»	1.1.2
ГОСТ ИЕС 60079-17-2013	Взрывоопасные среды. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок	2.2.2
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия	2.1.3; 4.2.6
ГСССД МР 113-03	Определение плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного нефтяного газа в диапазоне температур 263...500 К при давлениях до 15 МПа	1.1.1; 1.4.4; Приложение Г

Р 50.2.077–2014	Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения	1.2.2
Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическо му и атомному надзору от 15 декабря 2020 года №533	Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	2.2.2
ОНТП 51-1-85	Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Часть I. Газопроводы	2.2.2
Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическо му и атомному надзору от 15 декабря 2020 года №534	Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности	2.2.2
Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическо му и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. №536	Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением	2.2.2
РП 26.51.52.110- 001-03532461- 2023	Руководство по дополнительному подключению	2.8.1



**AUTOMATION**

Rev V.2.3 («10» сентября 2025 г.)

ООО «ЕН Автоматизация»

Т +7 495 369 02 89

[info@en-automation.ru](mailto:info@en-automation.ru)

[www.en-automation.com](http://www.en-automation.com)