



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ГРВТ.407629.011 РЭ

Версия 8 / июнь 2026



ТЭК-РБУ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УРОВНЯ
РАДИОВОЛНОВЫЕ БЕСКОНТАКТНЫЕ



Утвержден
ГРВТ.407629.011 РЭ-ЛУ
ОКПД2 26.51.52.120

Настоящее руководство по эксплуатации (далее РЭ) содержит сведения о конструкции, принципе действия, основных технических характеристиках преобразователей уровня радиоволновых бесконтактных ТЭК-РБУ (далее преобразователи), необходимые для правильной и безопасной их эксплуатации.

К работе с преобразователями допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности, установленным эксплуатационными службами.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем РЭ, приведен в приложении А.

Содержание

1 Описание и работа	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Технические характеристики.....	6
1.3 Состав изделия	13
1.4 Устройство и работа	14
1.5 Конструкция	20
1.6 Маркировка.....	23
1.7 Упаковка.....	24
2 Использование по назначению.....	25
2.1 Эксплуатационные ограничения.....	25
2.2 Подготовка изделия к использованию	25
2.3 Электрическое подключение преобразователя	35
2.4 Конфигурирование в программе «Конфигуратор ТЭК-РБУ»	36
2.5 Настройка преобразователя с помощью меню прибора	44
2.6 Наложение помех на преобразователь	48
2.7 Возможные неисправности и методы их устранения.....	50
2.8 Меры безопасности при эксплуатации	51
3 Техническое обслуживание изделий	53
4 Консервация (расконсервация, переконсервация)	56
5 Хранение	57
6 Транспортирование	57
Приложение А.....	58
Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве по эксплуатации	58
Приложение Б.....	60
Указания по оформлению заказа преобразователей	60
Приложение В.....	60
Протокол информационного обмена по стандарту HART	61
Приложение Г	69
Протокол информационного обмена ModBus RTU	69
Приложение Д	72
Ведомость одиночного комплекта ЗИП.....	72
Приложение Е.....	73
Габаритные и установочные размеры преобразователей.....	73
Приложение Ж.....	77
Схемы электрические подключения	77

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Преобразователи предназначены для бесконтактного непрерывного измерения уровня жидких, вязких и сыпучих сред в сосудах, работающих под избыточным давлением, эксплуатирующихся на объектах нефтегазовых, нефтехимических, атомных и предприятий других отраслей промышленности в составе различных технологических установок и преобразования измеренного значения уровня в аналоговый или цифровой выходной сигнал.

1.1.2 Преобразователи соответствуют требованиям технических условий ГРВТ.407629.011 ТУ, комплектов документации ГРВТ.407629.011, Правил классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства, Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов Российского морского регистра судоходства, Правил классификации и постройки атомных судов и плавучих сооружений Российского морского регистра судоходства, НП-001-15, НП-022-17, НП-029-17, НП-031-01, НП-054-04, СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010), СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009), СП 2.6.1.2040-05 (СП РБ АС-2005), СТО 1.1.1.07.001.0675, СТО 1.1.1.01.001.0891, ГОСТ 29075-91, ГОСТ Р 52931-2008, ГОСТ 28725-90.

1.1.3 Преобразователи имеют исполнения, отличающиеся следующими параметрами:

- способом присоединения;
- наличием и видом взрывозащиты;
- диапазоном рабочей температуры измеряемой среды;
- максимальным рабочим давлением измеряемой среды;
- диапазоном измерений дальности до уровня;
- пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня;
- выходным сигналом;
- наличием/отсутствием индикации;
- конструкцией антенны;
- видом приемки (применяемостью);
- классом безопасности.

1.1.4 Преобразователи изготавливаются в невзрывозащищенном и взрывозащищенном исполнениях.

Преобразователи во взрывозащищенном исполнении имеют маркировку по взрывозащите:

- «0Ex ia IIC T6 Ga» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ 31610.11-2014;
- «1Ex db IIC T6 Gb» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ IEC 60079-1-2013;
- «0Ex ia IIC T6 Ga/Ex ia IIIC T80°C Da» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ 31610.11-2014;
- «1Ex db IIC T6 Gb/Ex tb IIIC T80°C Db» и соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ IEC 60079-1-2013, ГОСТ IEC 60079-31-2013 и предназначены для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно гл. 7.3 Правил устройства электроустановок (ПУЭ) и другим директивным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

1.1.5 Преобразователи имеют исполнения, предназначенные для применения на объектах атомной энергетики (далее ОАЭ), в том числе на атомных электростанциях (далее АЭС).

1.1.6 Группы условий эксплуатации преобразователей, предназначенных для поставки на ОАЭ, 1.2, 1.3 по СТО 1.1.1.07.001.0675-2017.

1.1.7 Преобразователи в зависимости от исполнения относятся к классам безопасности 2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4Н по НП-022-17.

1.1.8 Преобразователи в зависимости от исполнения относятся к классам безопасности 2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4Н по НП-001-15.

1.1.9 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, относятся к I категории сейсмостойкости по НП-031-01.

1.1.10 Преобразователи в зависимости от исполнения соответствуют климатическим исполнениям ОМ, Т, УХЛ по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре окружающей среды от минус 60 °С до плюс 85 °С. Категория размещения – 1, 2, 3 или 4 по ГОСТ 15150-69 в зависимости от исполнения, тип атмосферы III.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Температура измеряемой среды не ограничена.

1.2.2 В зависимости от температуры измеряемой среды преобразователи имеют исполнения:

- **160** – от минус 60 °С до плюс 160 °С;
- **250** – от минус 196 °С до плюс 250 °С.

1.2.3 Максимальное рабочее давление измеряемой среды выбирается из ряда: 0,6; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0 МПа.

1.2.4 Рабочая частота

- **76...81 ГГц;**
- **120...140 ГГц.**

1.2.5 Выбор исходной величины, определяющей формирование выходного сигнала, осуществляется потребителем при конфигурировании прибора на заказе из следующих входных данных:

- измеренное значение уровня;
- измеренное значение дальности до уровня;
- вычисленное значение объема или массы жидкости в резервуаре по измеренному значению уровня и введенной градуировочной таблице.

В зависимости от вида выходного сигнала преобразователи имеют исполнения:

- **АЦ** – с выходным сигналом в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА при сопротивлении нагрузки не более 500 Ом при номинальном значении напряжения, изменяющимся пропорционально исходной величине, с дополнительным цифровым выходным сигналом по интерфейсу BELL-202 с протоколом обмена по стандарту HART (в соответствии с приложением Б);

- **А2Ц** – с двумя выходными сигналами в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА при сопротивлении нагрузки не более 500 Ом при номинальном значении напряжения, изменяющимися пропорционально исходной величине, с дополнительным цифровым выходным сигналом по интерфейсу BELL-202 с протоколом обмена по стандарту HART в соответствии с приложением Б);

- **РА** – с цифровым выходным сигналом по стандарту IEC 61158-2 (2014) с протоколом информационного обмена Profibus PA;

- **ЦС/А** – с цифровым выходным сигналом по интерфейсу RS-485 с протоколом информационного обмена ModBus RTU (в соответствии с приложением В) с дополнительным выходным сигналом в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА, из-

меняющимся пропорционально исходной величине.

1.2.6 Преобразователи имеют исполнения без индикации и с обеспечением индикации измеряемых и конфигурационных величин на графическом индикаторе (далее преобразователи с ЖКИ).

1.2.7 Преобразователи с ЖКИ обеспечивают установку из меню прибора или по цифровому интерфейсу следующих основных настроечных параметров:

- диаграмма измерения объема или массы;
- диаграмма воспроизведения выходных сигналов;
- параметры выходных сигналов;
- рабочего диапазона измерений уровня для формирования выходного аналогового сигнала;
- настроечных параметров для подавления местных мешающих отражений в резервуаре.

1.2.8 Диапазон измерений уровня от 0 до 30000 мм.

1.2.9 В зависимости от пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня преобразователи имеют исполнения:

- **3** – с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 мм;
- **3,5** – с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 3,5$ мм;
- **5** – с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 5 мм;
- **10** – с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 10 мм.

1.2.10 Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала не превышают $\pm 0,15$ % диапазона его изменения.

1.2.11 Длина кабельной линии связи между преобразователем и системой верхнего уровня не более 1000 м.

1.2.12 Преобразователи обеспечивают непрерывное проведение самодиагностики технического состояния с выдачей сигнала о неисправности, в зависимости от исполнения выходного сигнала, в байте состояния по цифровому интерфейсу в соответствии с протоколом информационного обмена, отображением на графическом индикаторе сообщения о неисправности и в виде выходного аналогового сигнала в соответствии со стандартом NAMUR

1.2.13 Электропитание преобразователей осуществляется напряжением постоянного тока номинального значения 24 В в диапазоне допускаемых значений от 18 до 36 В.

1.2.14 Электрическая мощность, потребляемая преобразователями:

- не более 0,7 Вт для каждого выходного сигнала в виде силы постоянного тока;

- не более 1,5 Вт для цифрового выходного сигнала.

1.2.15 Время готовности преобразователей к работе с момента включения не превышает 10 с.

1.2.16 Время реакции преобразователя не более 3 с. Время обновления не более 500 мс.

1.2.17 Время установления выходного аналогового сигнала при резком изменении уровня от 3 % до 100 % и от 100 % до 3 % диапазона измерений устанавливается по цифровому выходу.

1.2.18 Преобразователи содержат встроенное устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП).

1.2.19 Уровни помехоэмиссии, создаваемые преобразователями при работе, не превышают значений, установленных для группы 1.3.2 по ГОСТ В 25803-91 и 2.3.1 по Нормам 11А-84. Для изделий, подлежащих поставке на ОАЭ, уровни помехоэмиссии не превышают нормы, установленной ГОСТ 32137-2013.

1.2.20 Преобразователи обладают стойкостью к воздействию климатических факторов окружающей среды, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование климатического фактора	Числовое значение
Повышенная температура, °С рабочая	+ 75
предельная	+ 90
Пониженная температура, °С рабочая	- 60
предельная	- 60
Повышенная влажность, % при температуре (55 ± 2) °С	98 ± 2
Изменение температуры окружающей среды, °С	от - 60 до + 75
Давление окружающей среды, МПа	от 0,06 до 0,4
<i>Примечание – Диапазон рабочих температур преобразователей во взрывозащищенном исполнении дополнительно ограничивается требованиями взрывозащиты в соответствии с их маркировкой.</i>	

1.2.21 Преобразователи обладают стойкостью к воздействию плесневых грибов в соответствии с требованиями ГОСТ 9.048-89.

1.2.22 Преобразователи устойчивы к воздействию внешнего постоянного и переменного магнитного поля напряженностью до 400 А/м по ГОСТ IEC 61000-4-8-2013.

1.2.23 Преобразователи соответствуют требованиям по электромагнитной совместимости в условиях жесткой электромагнитной обстановки по группе исполнения IV и качеству функционирования А по ГОСТ 32137-2013.

1.2.24 Преобразователи устойчивы к воздействию инея и росы.

1.2.25 Преобразователи в упаковке для транспортирования выдерживают:

- воздействие температур от минус 60 °С до плюс 70 °С;
- воздействие относительной влажности $(95 \pm 3) \%$ при температуре плюс 35 °С и более низких температурах;
- механические удары многократного действия с пиковым ударным ускорением до 147 м/с^2 (15 g) при длительности действия ударного ускорения от 5 до 10 мс;
- воздействие вибрации в диапазоне частот от 10 до 500 Гц: при частотах от 10 до 60 Гц – с амплитудой перемещения 0,35 мм и при частотах от 60 до 500 Гц – с амплитудой ускорения 49 м/с^2 (5 g).

1.2.26 Преобразователи обладают стойкостью при и после воздействия агрессивных сред: сернистого газа концентрацией не более $2,0 \text{ мг/м}^3$; аммиака концентрацией не более $1,0 \text{ мг/м}^3$; двуокиси азота концентрацией не более $2,0 \text{ мг/м}^3$; сероводорода концентрацией не более $1,0 \text{ мг/м}^3$.

1.2.27 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, соответствуют I категории сейсмостойкости по НП-031-01 при воздействии землетрясений интенсивностью МРЗ при сейсмических нагрузках 9 баллов по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 25 м по ГОСТ 30546.1-98.

1.2.28 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, обладают устойчивостью к воздействию от удара падающего самолета, что эквивалентно воздействию механических ударов одиночного действия с ускорением не более 75 м/с^2 (7,5 g) и длительностью действия не менее 0,2 с.

1.2.29 Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, обладают устойчивостью к воздействию воздушной ударной волны, что эквивалентно воздействию механических ударов одиночного действия с ускорением не более 36 м/с^2 (3,6 g) и длительностью действия не менее 0,5 с.

1.2.30 Преобразователи отвечают требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.1.004-91 с вероятностью 10^{-6} в год. При любых возникающих в них неисправностях они не должны быть источником возгорания.

1.2.31 Средняя наработка до отказа преобразователя с учетом технического обслуживания 150 000 ч.

1.2.32 Преобразователи обеспечивают безотказную непрерывную работу периодами по 8000 ч с вероятностью $P(8000) = 0,98$ без непосредственного технического обслуживания. Закон распределения вероятности безотказной работы – экспоненциальный.

1.2.33 Назначенный срок службы преобразователей не менее 20 лет (без

ограничения ресурса). В течение назначенного срока службы преобразователи обеспечивают непрерывную работу без обслуживания и контроля периодами по 8000 ч.

1.2.34 В зависимости от конструкции антенны преобразователи имеют исполнения:

- **Λ** – диэлектрическая линзовая широконаправленная антенна с шириной диаграммы направленности от 2 до 20°
- **ΛУ** – диэлектрическая линзовая узконаправленная антенна с шириной диаграммы направленности от 1 до 7°;

1.2.35 По способу подключения к процессу у преобразователей бывает фланцевое и/или резьбовое подключение (рисунок 1).

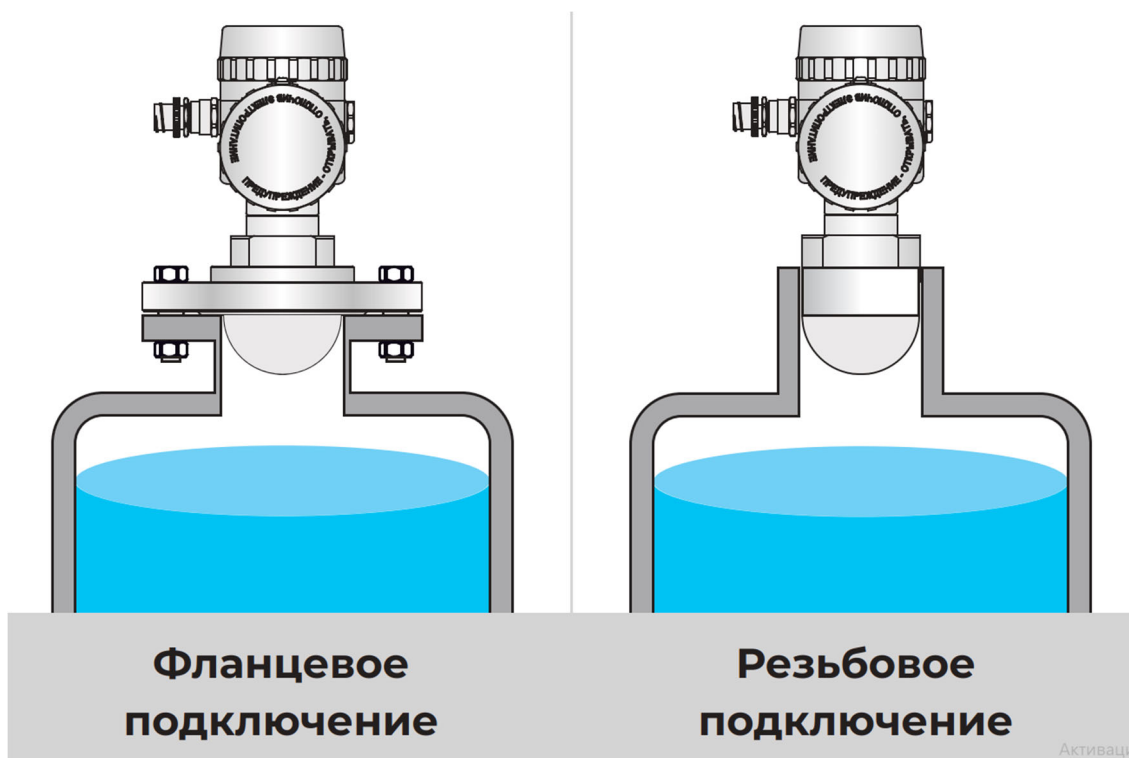


Рисунок 1 – Фланцевое и/или резьбовое подключение преобразователя

1.2.36 Возможен монтаж преобразователя на кронштейн (рисунок 2)

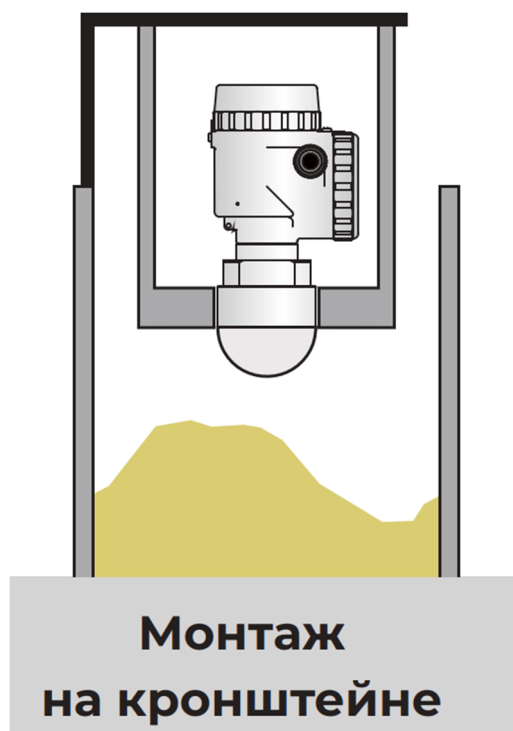


Рисунок 2 – монтаж преобразователя на кронштейне

1.2.37 Возможна система измерения из двух уровнемеров (рисунок 3)

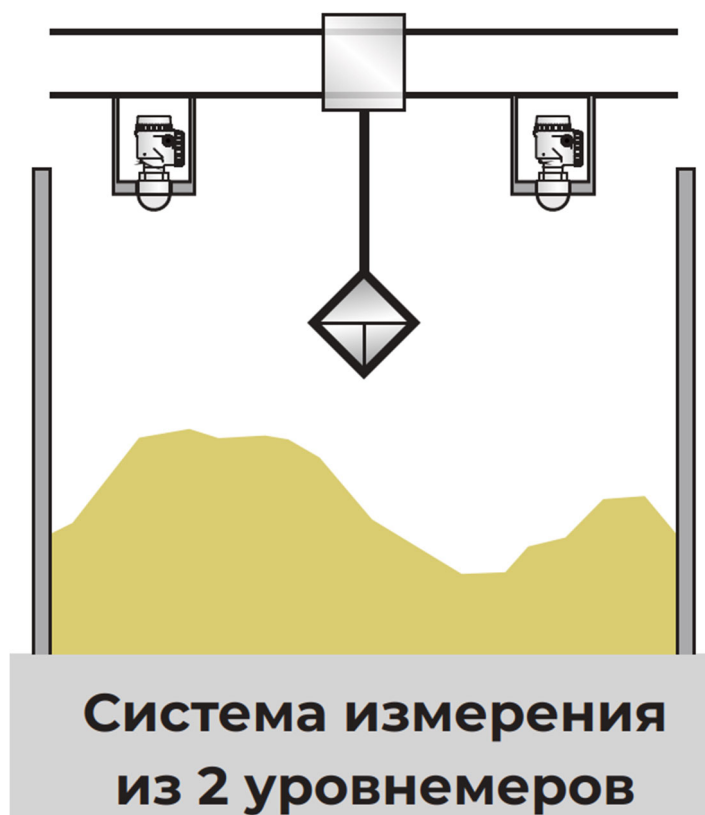


Рисунок 3 – Система измерения из двух уровнемеров

1.2.38 Степень защиты корпуса преобразователей IP66/IP67 по ГОСТ 14254-2015.

1.2.39 Преобразователи во взрывозащищенном исполнении соответствуют уровню искробезопасной электрической цепи «ia» со следующими параметрами:

Входные искробезопасные параметры преобразователя:

- входное напряжение U_i , В не более 30
- входной ток I_i , мА не более 101
- входная мощность P_i , Вт не более 0,9
- внутренняя емкость C_i , пФ не более 20 000
- внутренняя индуктивность L_i , мкГн не более 0,066

1.2.40 Эксплуатационные характеристики

Ориентация уровнемера в пространстве при монтаже на объекте – вертикальная. Уровнемер предназначен для длительной непрерывной работы.

Уровнемер не содержит материалов и источников излучения, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, устойчив к воздействию:

- инея и росы;
- выдерживает вибрационную нагрузку в диапазоне от 10 до 150 Гц с амплитудой смещения $\pm 0,075$ мм при частоте до 13,2 Гц и ускорением ± 1 g при частоте выше 13,2 Гц (по спецзаказу возможно производство виброустойчивого исполнения по заданию заказчика);
- выдерживает по 20 ударов длительностью от 10 до 15 мс с ускорением $\pm 5g$ с частотой от 40 до 80 ударов в минуту в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Уровнемер в транспортной таре устойчив к воздействию:

- синусоидальной вибрации в диапазоне частот 10-150 Гц с амплитудой смещения $\pm 0,075$ мм для частоты ниже частоты перехода и ускорением 1 g при частоте выше частоты перехода, при транспортировании;
- транспортной тряски с ускорением 5g при частоте от 40 до 80 ударов в минуту или 15000 ударов с тем же ускорением;
- воздействие предельных температур в соответствии с требованиями ГОСТ 15150-69 от минус 60 °C до плюс 50 °C;
- относительной влажности до 95 % при температуре плюс 35 °C;
- ударов со значением пикового ударного ускорения 98 м/с, длительностью ударного импульса 16 мс; числом ударов 1000 ± 10 для каждого направления;
- ударов при свободном падении с высоты 250 мм.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Комплект поставки преобразователей соответствует указанному в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Преобразователь уровня радиоволновый бесконтактный ТЭК-РБУ	В соответствии с заказом	1 шт.	Исполнение оговаривается при заказе
Комплект кабелей для подключения	В соответствии с заказом	-	Необходимость поставки оговаривается при заказе
Паспорт	ГРВТ.407629.011 ПС	1 экз.	
Руководство по эксплуатации	ГРВТ.407629.011 РЭ	1 экз. на 50 преобразователей	На партию преобразователей меньшего количества прилагается не менее одного экземпляра руководства по эксплуатации
Комплект разрешительной документации	-	-	Поставляется по заказу в соответствии с условиями договора поставки и ГОСТ Р 50.06.01-2017
Одиночный комплект ЗИП	В соответствии с заказом	-	Необходимость поставки и состав оговаривается при заказе

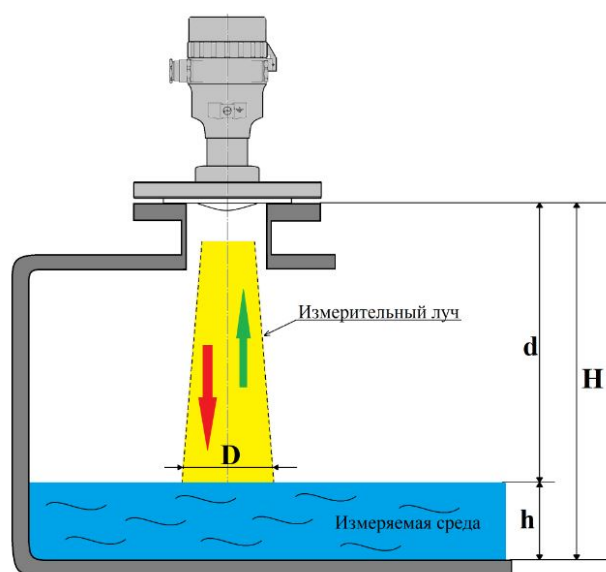
1.3.2 По заказу возможно включение в комплект поставки монтажных частей (приварных втулок, ответных фланцев, отрезков трубопровода с установленными в них на предприятии-изготовителе преобразователями), прокладок, переходных муфт и прочего.

1.3.3 При оформлении заказа преобразователей на один объект допускается объединять однотипные изделия или указывать их в спецификации заказа раздельно.

1.3.4 Комплектность одиночного комплекта ЗИП указана в приложении Г.

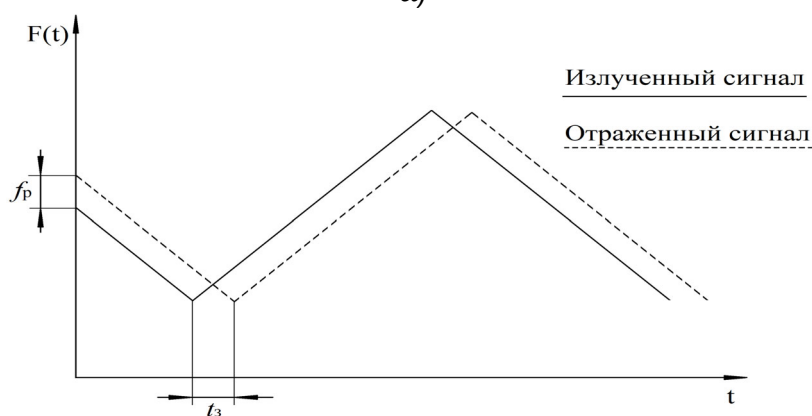
1.4 Устройство и работа

1.4.1 Принцип действия преобразователя (рисунок 4) основан на измерении времени между излучением и приемом отраженного от поверхности уровня измеряемой среды радиоволнового сигнала (измерительного луча), рисунок 4а.



D - Диаметр измерительного луча

а)



б)

Рисунок 4 – Измерительный луч

Антенная система уровнемера передает высокочастотный радиолокационный сигнал с частотой излучения 76-81 ГГц или 120-140 ГГц (в зависимости от исполнения уровнемера) в направлении поверхности измеряемой среды.

Датчики уровня работают по принципу ЛЧМ (FMCW) - радиолокатора. Антенная система уровнемера передает высокочастотный радиолокационный сигнал с частотой излучения 76-81 ГГц или 120-140 ГГц (в зависимости от исполнения уровнемера) в направлении поверхности измеряемой среды. Это один из классических методов бесконтактного измерения расстояния, позволяющий минимизировать

влияние паразитных помех и помех, связанных с неровностями (волнениями) поверхности измеряемого продукта.

Так как скорость распространения радиоволн постоянна, то зная время задержки, можно определить пройденное расстояние. Из рис. 1б видно, что за время T_z , частота прямого сигнала увеличится на ΔF . При смешивании прямого и отражённого сигналов выделяется низкочастотный сигнал разностной частоты ΔF . Далее этот сигнал оцифровывается и обрабатывается сигнальным процессором (DSP). Используя алгоритм на основе преобразования Фурье и оригинальные адаптивные алгоритмы обработки и шумоподавления, DSP выполняет спектральный анализ сигнала, результатом которого является точное значение разностной частоты, пропорционально расстоянию, пройденному радиоволной. Далее измеренное расстояние используется для вычисления уровня и объёма.

1.4.2 Результатом обработки частотного спектра сигнала является информация о расстоянии до поверхности измеряемой среды d . Далее в преобразователе производится вычисление уровня измеряемой среды h , м, по формуле

$$h = H - d \cdot k_p \quad (1)$$

где H – высота резервуара, м;

k_p – поправочный коэффициент, учитывающий относительное изменение скорости распространения радиоволн в газовой среде, рассчитываемый по формуле

$$k_p = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon_{fn} \cdot 273,15 \cdot P \cdot 10^6}{(t_{cp} + 273,15) \cdot 10^5}}} \quad (2)$$

где ε_{fn} – нормированное значение относительной диэлектрической проницаемости газовой среды в нормальных условиях;

P – рабочее давление внутри резервуара, МПа;

t_{cp} – температура газовой среды внутри резервуара, °C.

Нормированное значение относительной диэлектрической проницаемости газовой среды в нормальных условиях определяется по формуле

$$\varepsilon_{fn} = (\varepsilon_f - 1) \cdot 10^3 \quad (3)$$

где ε_f – значение относительной диэлектрической проницаемости газовой среды в нормальных условиях.

1.4.3 Измерительная информация преобразуется в числовое значение расстояния до уровня измеряемой среды, цифровой сигнал и выходной сигнал в виде силы

постоянного тока от 4 до 20 мА.

1.4.4 Кроме измерения дальности до уровня измеряемой среды d и вычисления уровня измеряемой среды h , преобразователь может вычислять объём измеряемой среды U , м³, соответствующий уровню h и процентное заполнение объёма резервуара, определяемое отношением вычисленного преобразователем значения объёма контролируемой среды к значению объёма резервуара, установленному в преобразователе в соответствии с данными на резервуар.

Преобразователю можно задать два способа вычисления объёма измеряемой среды.

Первый способ предназначен для определения объёма измеряемой среды в резервуарах произвольной геометрической формы. При данном способе преобразователь рассчитывает объём измеряемой среды для текущего уровня h по градуировочной таблице резервуара (таблице соответствия уровня и объёма, соответствующего текущему уровню).

Тарировочная таблица вводится в память преобразователя при его изготовлении или при эксплуатации с использованием программы «ТЭК-РБУ конфигура-тор».

Второй способ предназначен для определения объёма измеряемой среды в резервуарах с простыми геометрическими формами. При данном способе преобразователь рассчитывает объём измеряемой среды по математическим формулам, соответствующим следующим типам резервуаров:

- вертикальные резервуары с неизменной по высоте площадью поперечного сечения имеют линейную зависимость объёма измеряемой среды от уровня среды в резервуаре;
- горизонтальные цилиндрические резервуары в форме горизонтально лежащего цилиндра с плоским дном;
- горизонтальные цилиндрические резервуары в форме горизонтально лежащего цилиндра с эллиптическим дном, при этом высота дна составляет 1/4 диаметра резервуара.

Рекомендуется устанавливать уровнемер в резервуаре таким образом, чтобы обеспечивалось свободное распространение радиоволн в пределах его измерительного луча – исключалось попадание вертикальной стенки резервуара, в том числе горловины и других элементов конструкции резервуара, в измерительный луч уровнемера.

Измерительный луч преобразователя имеет коническую форму. Диаметр измерительного луча соответствует диаметру облучаемой преобразователем поверхно-

сти и увеличивается с ростом дальности до уровня измеряемой среды. Диаметр измерительного луча в зависимости от дальности до уровня измеряемой среды рассчитывается по формуле:

$$D = 2L \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (4)$$

Значения приведены в таблице 3 и на рисунке 5.

Таблица 3 - Ширина диаграммы направленности в зависимости от диаметра основания антенны (линзы)

Тип линзовой антенны	Ø90	Ø70	Ø45
Угол, а	2°	3°	3,5°
Мин. подключение	≥Ду100	≥Ду80	≥Ду50
Диапазон L, м	Ø измерительного луча D, мм		
5	174	262	305
10	349	523	611
15	523	785	916
20	698	1047	1221
25	872	1309	1527
30	1047	1570	1832

Таблица 4 – Максимальная высота монтажного патрубка

ДУ	Тип линзы		
	Ø90	Ø70	Ø45
	Максимальная высота монтажного патрубка, мм		
100	1432	1224	954
80	-	936	763
50	-	-	477

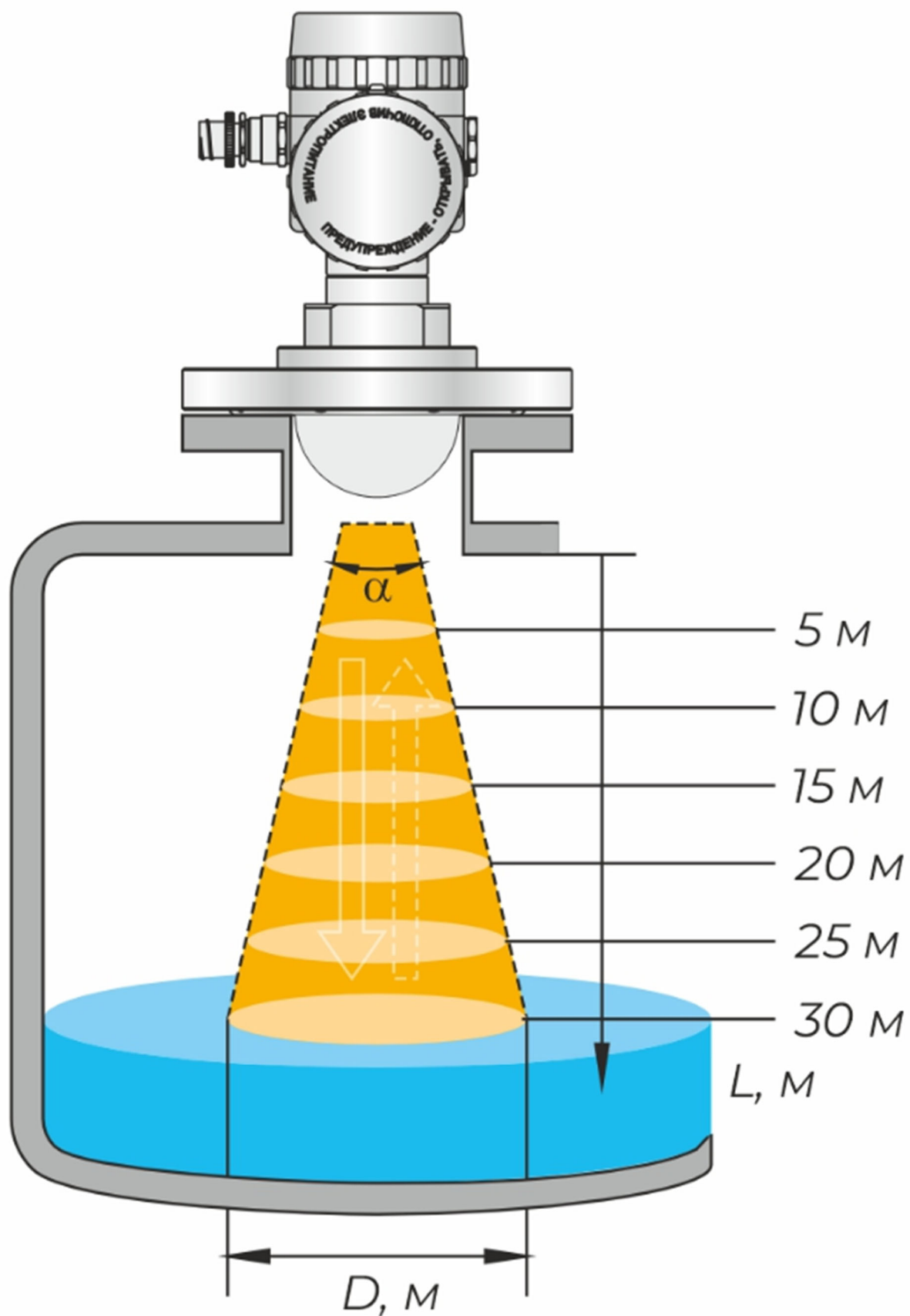


Рисунок 5 – Диаметр измерительного луча уровня
в зависимости от расстояния до поверхности контролируемой среды

1.4.5 Зона нечувствительности преобразователя

Для всех трёх линз (Ø 45, Ø 75, Ø 95) существует зона нечувствительности («мёртвая зона») и зона увеличенной погрешности:

- зона нечувствительности («мёртвая зона») – от базовой плоскости (0 мм)

до

100 мм;

- зона увеличенной погрешности – от 100 до 200 мм.

1.4.6 Варианты исполнения корпуса



Рисунок 6 – Алюминиевый сплав с порошково-полимерным покрытием



Рисунок 7 – Корпус из нержавеющей стали (опция: порошково-полимерное покрытие)

1.5 Конструкция

1.5.1 Габаритные и установочные размеры преобразователей представлены в приложении Д.

1.5.2 Корпус изготавливается из сплава АД-31 или стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-2014 и выпускается в однообъемном и/или двухобъемном исполнениях (рисунок 8).

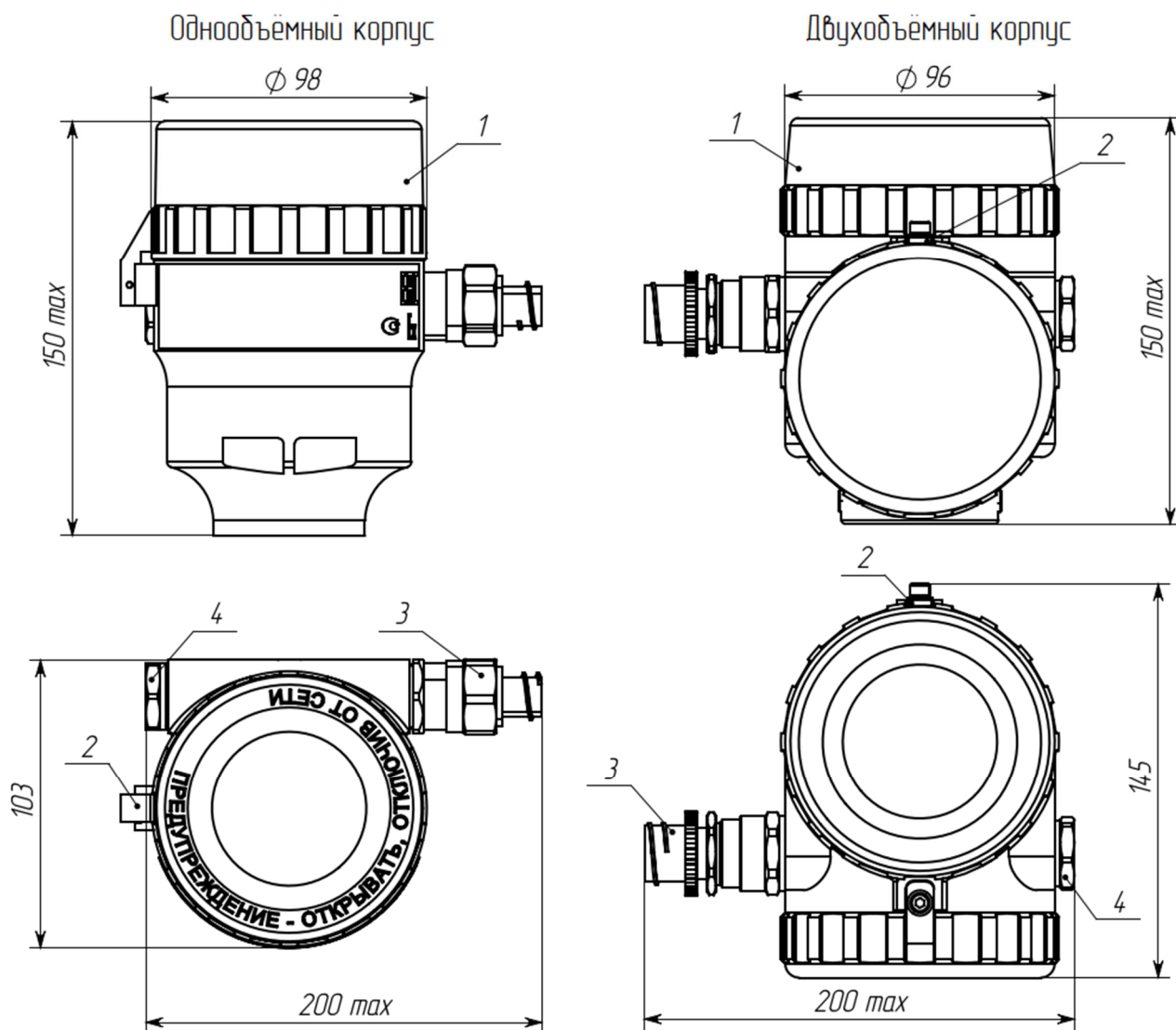


Рисунок 8 – Варианты исполнения корпуса преобразователя

1.5.3 Антенна преобразователя предназначена для формирования, направленного излучения радиоволн высокой частоты (формирования измерительного луча). Внешняя часть антенны выполнена в виде линзы диэлектрической из фторопласт-4 по ГОСТ 10007-80, полиэтилена, керамики или из иного материала по требованию заказчика.

1.5.4 Установка преобразователя на резервуар осуществляется с

помощью присоединительного устройства.

1.5.5 Конструкция корпусов взрывозащищенного и невзрывозащищенного исполнений унифицированная.

1.5.6 Уплотнение между корпусом и крышкой обеспечивается резиновым кольцом.

1.5.7 Уплотнение стекла в крышке производится с помощью прокладки из фторопласта-4 по ГОСТ 10007-80.

1.5.8 Уплотнение кабелей производится резиновым сальниковым уплотнением.

1.5.9 Искробезопасность цепей преобразователей обеспечивается ограничением выходного тока и заливкой печатных плат компаундом.

1.5.10 Преобразователи с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» выполнены в корпусе, обеспечивающем возможность выдерживать давление взрыва, что исключает его передачу в окружающую взрывоопасную среду. Взрывонепроницаемость обеспечивается также исполнением деталей оболочки и их соединением с соблюдением параметров взрывозащиты по ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ IEC 60079-1-2013. Максимальная рабочая температура измеряемой среды составляет 250 °С, максимальная температура наружной поверхности корпуса преобразователя соответствует температурному классу Т6 (85°С) по ГОСТ 31610.0-2019. Размещение кабеля связи на объекте эксплуатации должно исключать его контакт с поверхностью, температура которой превышает установленную температурным классом Т6 по ГОСТ 31610.0-2019. Таким образом, температура наружных и внутренних поверхностей корпуса преобразователя не превышает рабочей температуры примененных в преобразователе изоляционных материалов.

1.5.11 Кабельный ввод преобразователя с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» – специальный для бронированного кабеля в шлангах, трубопроводах, металлорукавах или для небронированного кабеля – в шлангах, трубопроводах, металлорукавах, что определяется потребителем при заказе.

1.5.12 В преобразователе предусмотрены заземляющие зажимы и знак заземления, выполненные по ГОСТ 21130-75.

1.5.13 На крышках преобразователя с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» имеется предупредительная надпись ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ, на корпусе преобра-

зователя имеется маркировка взрывозащиты «1Ex db IIC T6 Gb».

1.5.14 Блок индикации представляет собой пластиковый корпус, закрытый со стороны индикатора стальной лицевой панелью. На плате индикации расположен графический жидкокристаллический индикатор разрешением 128х64 и четыре кнопки ввода данных. Внешний вид блока индикации представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Внешний вид блока индикации

1.6 Маркировка

1.6.1 Общие требования к маркировке по ГОСТ 18620-86, ГОСТ 14192-96.

1.6.2 Маркировка преобразователей содержит:

- наименование предприятия-изготовителя (не указывается при поставке на экспорт);
- наименование и условное обозначение преобразователя;
- диапазон измерений дальности до уровня;
- предел допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня;
- предел допускаемой приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала;
- знак утверждения типа СИ;
- максимальное рабочее давление измеряемой среды;
- диапазон рабочей температуры измеряемой среды;
- вид выходного сигнала;
- заводской номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дату изготовления (месяц и год);
- степень защиты корпуса по ГОСТ 14254-2015;
- код KKS (при поставке на ОАЭ);
- массу.

1.6.3 Маркировка преобразователей во взрывозащищенном исполнении дополнительно содержит:

- а) знак взрывобезопасности согласно ТР ТС 012/2011;
- б) единый знак обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза;
- в) диапазон рабочей температуры окружающей среды (только для преобразователей исполнения по виду взрывозащиты «искробезопасная цепь»);
- г) номер сертификата соответствия;
- д) маркировку взрывозащиты:
 - 1) «0Ex ia IIC T6 Ga», «0Ex ia IIC T6 Ga/Ex ia IIIС T80°C Da» – только для преобразователей исполнения по виду взрывозащиты «искробезопасная цепь»;
 - 2) «1Ex db IIC T6 Gb», «1Ex db IIC T6 Gb/Ex tb IIIС T80°C Db» – только

для преобразователей исполнения по виду взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка».

1.6.4 На крышке блока электронного преобразователя во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» выполнена надпись ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ.

1.6.5 При поставке преобразователей на АЭС условное обозначение дополнительно содержит литеру «А» и класс безопасности по НП-001-15.

1.6.6 Маркировка наносится методом лазерной гравировки на маркировочную табличку, изготовленную из стали 12Х18Н10Т, прикрепляемую к корпусу преобразователя винтами или заклепками. Маркировка четкая и сохраняется в течение всего срока службы.

1.6.7 На транспортную тару по трафарету несмываемой черной краской нанесены основные, дополнительные и информационные надписи, а также манипуляционные знаки, имеющие значение: «Верх», «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги» по ГОСТ 14192-96.

1.7 Упаковка

1.7.1 Упаковка преобразователей производится в соответствии с документацией предприятия-изготовителя и обеспечивает сохранность при хранении и транспортировании в соответствии с разделами 5 и 6.

1.7.2 Категория упаковки КУ-3 по ГОСТ 23170-78. Вариант внутренней упаковки ВУ-6 по ГОСТ 9.014-78.

1.7.3 Преобразователи укладываются в ящики.

1.7.4 Эксплуатационная документация упаковывается в пакеты из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354-82 с последующей герметизацией пакета и помещается вместе с преобразователем в ящик.

1.7.5 Преобразователи по требованию заказчика перед упаковкой подвергаются консервации по варианту защиты ВЗ-10 ГОСТ 9.014-78 с применением чехлов из полиэтиленовой плёнки ГОСТ 10354-82 с силикагелем ГОСТ 3956-76.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 В течение периода непрерывной работы (8000 ч) преобразователи эксплуатируются без местного обслуживания. В промежутках между указанными периодами допускается проведение регламентных работ.

2.1.2 Все работы по монтажу преобразователей должны быть завершены до подключения кабелей связи, которое нужно производить в последнюю очередь.

ВНИМАНИЕ! Не допускается производить монтаж преобразователей на резервуары, рабочее давление в которых превышает максимальное рабочее давление преобразователей!

2.1.3 Подключение цепей электропитания преобразователя производится с помощью двухпроводного экранированного кабеля. При гарантированном отсутствии мощных электромагнитных помех разрешается подключение цепей электропитания преобразователя неэкранированным кабелем. Рекомендуется применение кабелей свитых попарно.

2.1.4 Выходные сигналы преобразователей исполнений ЦС/А рекомендуется подключать витой парой в экране.

2.1.5 Для обеспечения уплотнительного действия кабельного ввода (степени защиты корпуса), следует использовать кабель, подходящий для диаметра кабельного ввода.

2.1.6 При использовании преобразователя в системе защиты резервуара от перелива необходимо дублирование преобразователя датчиком предельного (критического) уровня.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 При технических осмотрах, не связанных с проверкой исправности, необходимо отключать электропитание преобразователей.

2.2.1.2 При проверке преобразователей необходимо предусмотреть блокировку исполнительных механизмов во избежание их срабатывания.

2.2.2 Распаковка и входной контроль преобразователей

2.2.2.1 Произвести распаковку преобразователя с соблюдением следующих правил:

- провести внешний осмотр упаковочной тары для выявления повреждений, деформаций или следов нарушения герметичности;
- аккуратно вскрыть упаковку, стараясь не повредить содержимое;
- проверить наличие всех компонентов согласно сопроводительной документации (паспорт изделия, руководство по эксплуатации);
- осмотреть корпус и антенну каждого преобразователя визуально на предмет наличия дефектов поверхности, царапин, трещин, сколов лакокрасочного покрытия;
- оценить состояние разъемов, контактов и графического индикатора, проверяя отсутствие загрязнений и окислений;
- измерить габариты изделия, сверив полученные данные с техническими характеристиками производителя.

В случае повреждения тары или изделий, несоответствия содержимого комплектности или спецификации заказа следует составить акт несоответствия и передать его на предприятие-изготовитель.

2.2.2.2 Произвести проверку работоспособности преобразователей в следующем порядке:

- снять крышку;
- к клеммной колодке подключения преобразователя подключить источник электропитания согласно схемам подключения приложения Е и/или рисунками 3-4;
- включить источник электропитания. Убедиться в появлении на графическом индикаторе сообщения с номером версии программного обеспечения (далее ПО) и наименования преобразователя;

ВНИМАНИЕ! Полярность подключения источника допускается не соблюдать!

• убедиться в переключении прибора в рабочий режим после завершения

внутренней диагностики;

- направить антенну преобразователя на плоскую ровную поверхность, обеспечивающую достаточное отражение радиоволн (бетонная стена или пол здания), при этом расстояние от антенны преобразователя до поверхности должно быть в пределах от 0,5 до 1,0 м;

- медленно изменять расстояние от преобразователя до поверхности в большую сторону, контролировать соответствующие изменения выходного сигнала преобразователя.

Результат проверки считать положительным, если выходной сигнал преобразователя изменялся соответствующим образом.

2.2.3 Порядок установки и монтаж

2.2.3.1 При монтаже преобразователей необходимо руководствоваться действующими Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), ГОСТ 31610.11-2014 и настоящим РЭ.

2.2.3.2 Порядок установки преобразователей:

- обезжирить поверхности преобразователя этиловым спиртом и насухо

ВНИМАНИЕ! Резервуары, предназначенные для установки на них преобразователей во взрывозащищенном исполнении, должны быть заземлены. Преобразователи после установки на резервуар должны быть заземлены со стороны вторичной аппаратуры потребителя!

протереть;

- установить преобразователь на резервуар и закрепить в соответствии с типом крепления.

2.2.3.3 Преобразователь должен устанавливаться сверху резервуара таким образом, чтобы его антенна была направлена в сторону поверхности измеряемой среды и обеспечивалось свободное распространение радиоволн в пределах его измерительного луча (рисунки 10-14):

- внутренние элементы конструкции резервуара, в том числе лестницы, мешалки, ребра жесткости, распорки и прочее, налипания и наросты на вертикальных стенках резервуара, попадающие в зону измерительного луча преобразователя, вызывают отражения радиоволн от их поверхности, ухудшающие точность и стабильность измерений уровня (рисунок 10);

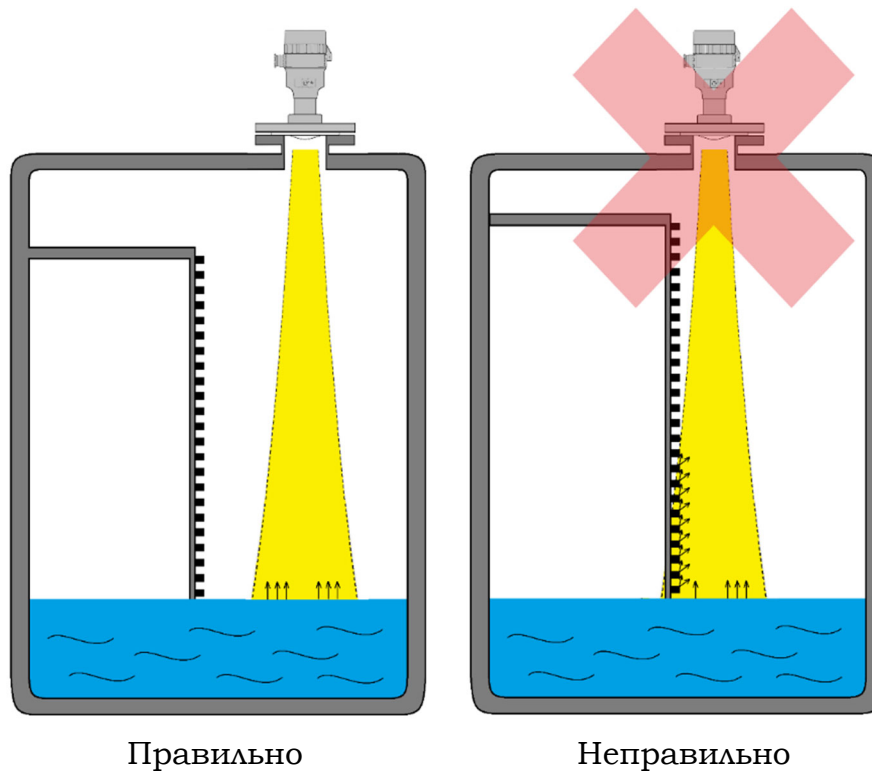


Рисунок 10 – Правильное и неправильное расположение преобразователя

- не допускается попадание поступающего потока измеряемой среды в измерительный луч преобразователя, так как в процессе наполнения резервуара возможно возникновение ситуации, при которой измерения уровня будут невозможны из-за потери отраженного сигнала (рисунок 11). Для предотвращения потери отраженного сигнала при попадании поступающего потока измеряемой среды в измерительный луч преобразователя рекомендуется устанавливать в резервуаре перегородки (рисунок 12);

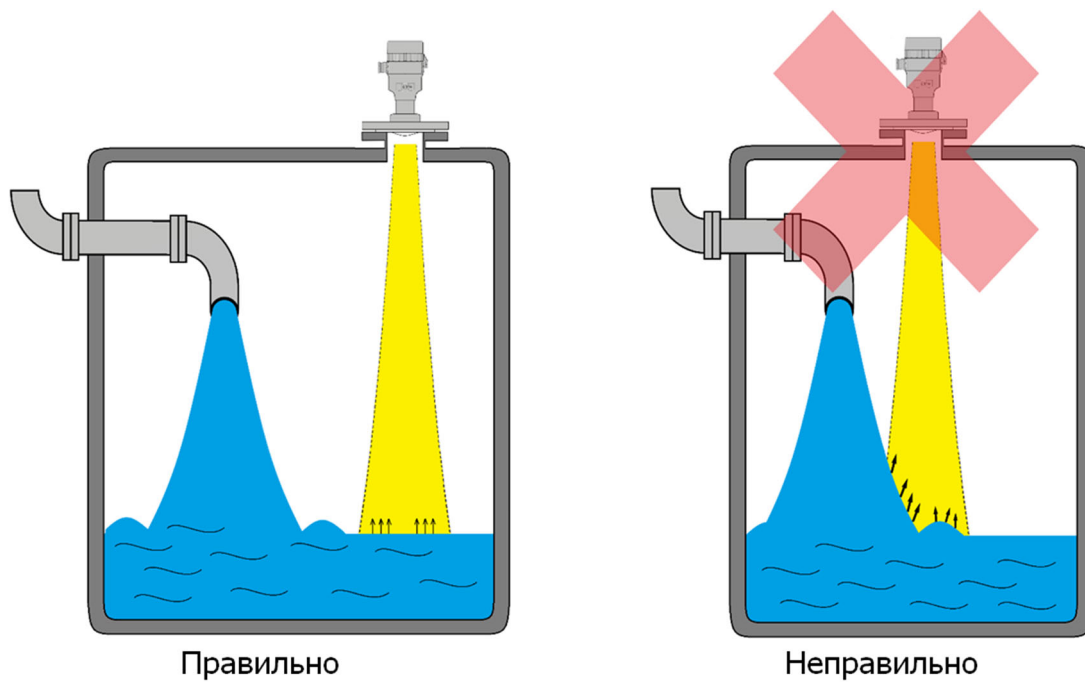


Рисунок 11 - Правильное и неправильное расположение преобразователя

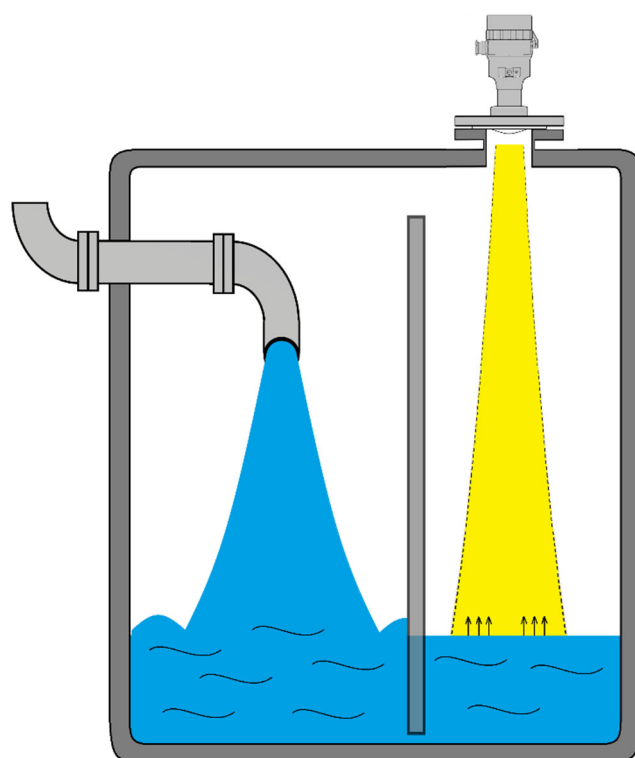


Рисунок 12 - Правильное и неправильное расположение преобразователя

При отклонении рабочего положения преобразователя от вертикального возникает дополнительная погрешность измерения уровня Δd , определяемая по формуле

$$\Delta d = \frac{d}{\cos \beta} - d \quad (5)$$

где β – угол отклонения рабочего положения преобразователя от вертикального, °.

d – дальность до уровня измеряемой среды

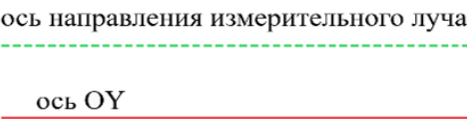


Таблица 5 - Дополнительная погрешность при отклонении рабочего положения преобразователя от вертикального

Угол, α	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Дальность d, м	Погрешность Δd, мм									
1	0,15	1	1	2	4	6	8	10	12	15
2	0,30	1	3	5	8	11	15	20	25	31
3	0,46	2	4	7	11	17	23	29	37	46
4	0,61	2	5	10	15	22	30	39	50	62
5	0,76	3	7	12	19	28	38	49	62	77
6	0,91	4	8	15	23	33	45	59	75	92
7	1,07	4	10	17	27	39	53	69	87	108
8	1,22	5	11	20	31	44	60	79	100	123
9	1,37	5	12	22	34	50	68	88	112	139
10	1,52	6	14	24	38	55	75	98	125	154
11	1,67	7	15	27	42	61	83	108	137	170
12	1,83	7	16	29	46	66	90	118	149	185
13	1,98	8	18	32	50	72	98	128	162	200
14	2,13	9	19	34	53	77	105	137	174	216
15	2,28	9	21	37	57	83	113	147	187	231
16	2,43	10	22	39	61	88	120	157	199	247
17	2,59	10	23	41	65	94	128	167	212	262
18	2,74	11	25	44	69	99	135	177	224	277
19	2,89	12	26	46	73	105	143	187	237	293
20	3,04	12	27	49	76	110	150	196	249	308
21	3,20	13	29	51	80	116	158	206	261	324
22	3,35	13	30	54	84	121	165	216	274	339
23	3,50	14	32	56	88	127	173	226	286	354
24	3,65	15	33	59	92	132	180	236	299	370
25	3,80	15	34	61	95	138	188	245	311	385
26	3,96	16	36	63	99	143	195	255	324	401
27	4,11	16	37	66	103	149	203	265	336	416
28	4,26	17	38	68	107	154	210	275	349	432
29	4,41	18	40	71	111	160	218	285	361	447
30	4,57	18	41	73	114	165	225	295	374	462

- не допускается устанавливать преобразователь вблизи места слива, так как при попадании воронки в измерительный луч преобразователя может привести к ситуации, при которой измерения будут невозможны из-за потери полезного сигнала, связанного с изменением направления отраженного сигнала от наклонной поверхности (рисунок 13);

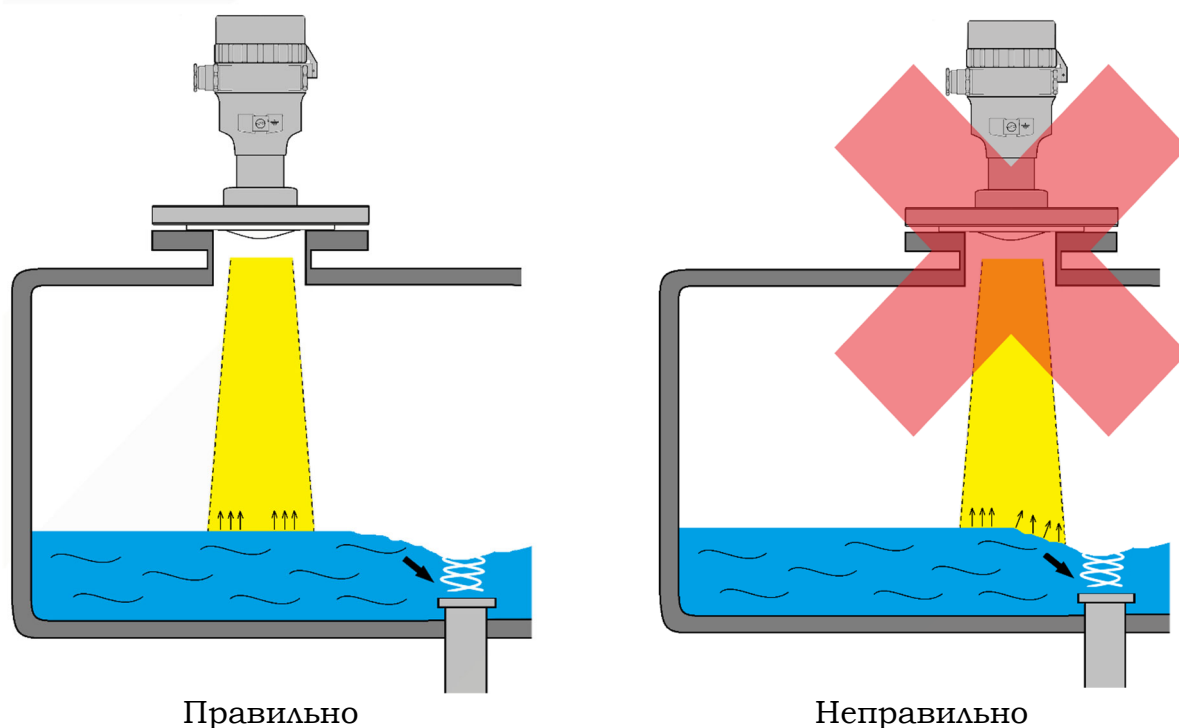


Рисунок 13 - Правильное и неправильное расположение преобразователя

- при измерении уровня в резервуарах с коническим выпускным отверстием в нижней части (в основном такие резервуары применяются для сыпучих сред) измерительный луч преобразователя должен быть направлен в самую нижнюю точку резервуара или в центр выпускного отверстия. Для вертикальных цилиндрических резервуаров это обеспечивается установкой преобразователя по центру резервуара. В случае, если установка преобразователя напротив выпускного отверстия резервуара невозможна или при такой установке не обеспечивается выполнение перечисленных правил и рекомендаций, то место установки преобразователя на резервуаре должно выбираться с учетом отклонения рабочего положения преобразователя от вертикального (рисунок 14). В зависимости от базовой высоты установки преобразователя на резервуаре, вычисляется расстояние между осью вертикального положения преобразователя и центром выпускного отверстия резервуара A , м, по формуле

$$A = H_0 \cdot \operatorname{tg}(\beta) \quad (6)$$

где H_0 – высота установки преобразователя от дна резервуара.

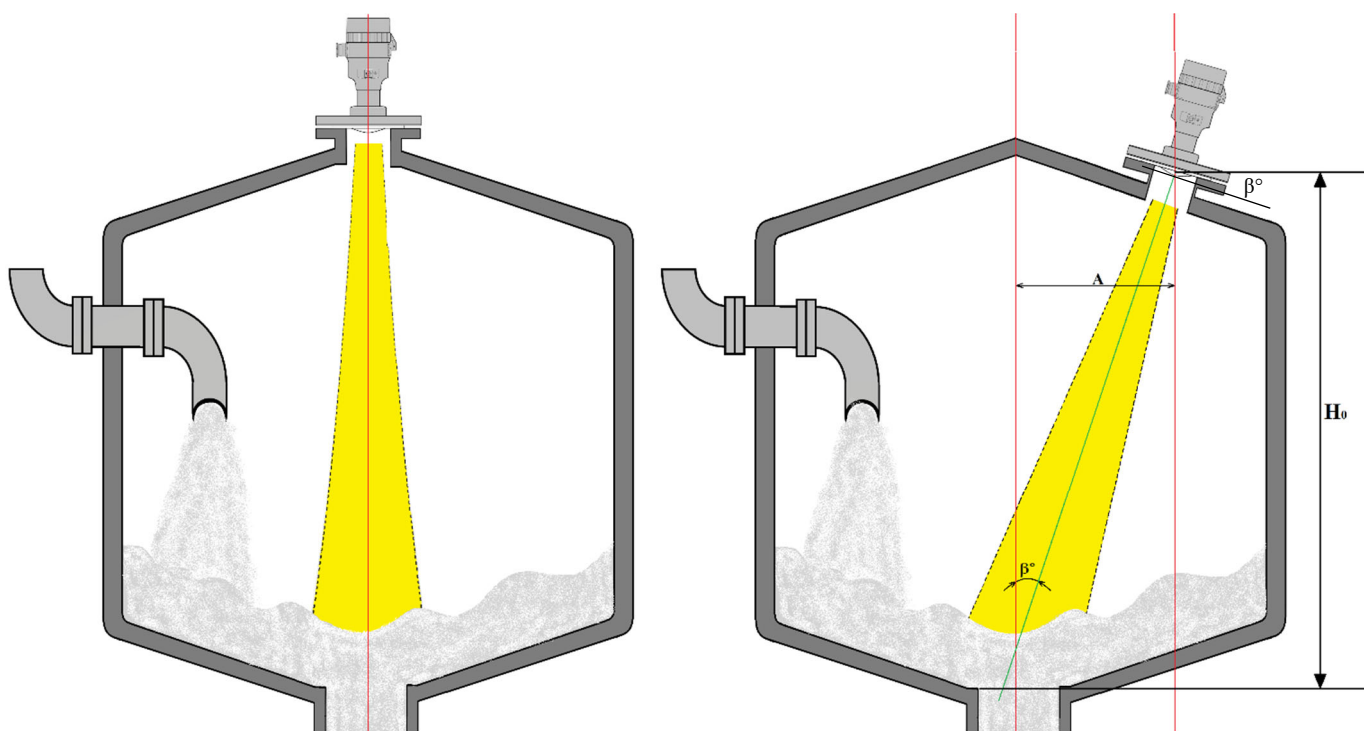


Рисунок 14 – Установка прибора на бункер с коническим дном вертикально (слева) и/или с наклоном (справа)

Таблица 6 – Расстояние от центра емкости до монтажной позиции

Угол, β	1°	2°
Высота установки Н ₀ , м	Расстояние между осью вертикального положения преобразователя и центром выпускного отверстия резервуара А, м	
1	0,02	0,03
2	0,03	0,07
3	0,05	0,10
4	0,07	0,14
5	0,09	0,17
6	0,10	0,21
7	0,12	0,24
8	0,14	0,28
9	0,16	0,31
10	0,17	0,35
11	0,19	0,38
12	0,21	0,42
13	0,23	0,45
14	0,24	0,49
15	0,26	0,52
16	0,28	0,56
17	0,30	0,59
18	0,31	0,63
19	0,33	0,66
20	0,35	0,70
21	0,37	0,73
22	0,38	0,77
23	0,40	0,80
24	0,42	0,84
25	0,44	0,87
26	0,45	0,91
27	0,47	0,94
28	0,49	0,98
29	0,51	1,01
30	0,52	1,05

2.2.3.4 Измерительный луч преобразователя имеет коническую форму. Диаметр измерительного луча соответствует диаметру облучаемой преобразователем поверхности и увеличивается с ростом дальности до уровня измеряемой среды. Диаметр измерительного луча в зависимости от дальности до уровня измеряемой среды приведен в таблице 3.

2.3 Электрическое подключение преобразователя

2.3.1 Выполнить электрическое подключение преобразователя по схемам, представленным на рисунках 15-16.

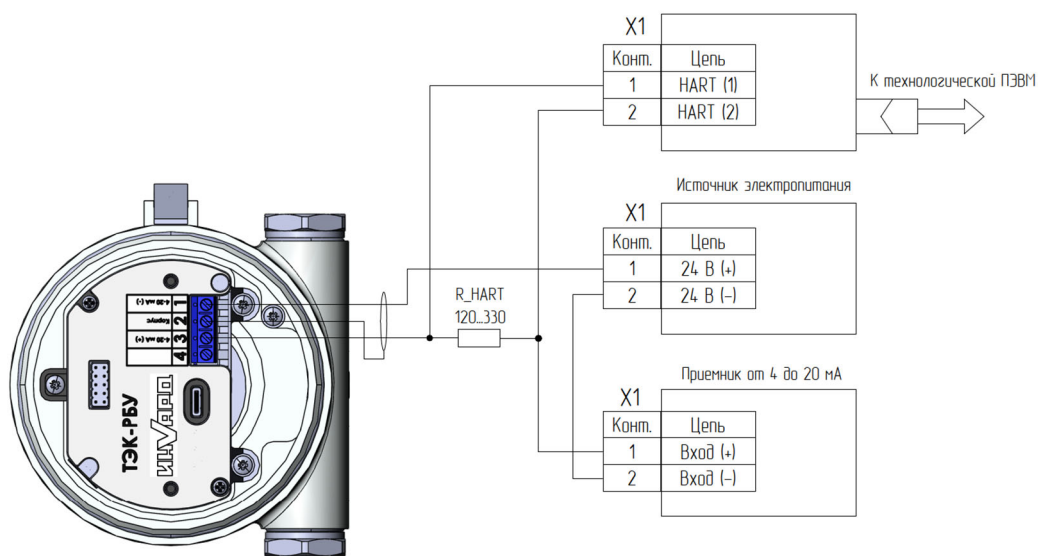


Рисунок 15 – Схема подключения преобразователя исполнения АЦ однообъёмного исполнения.

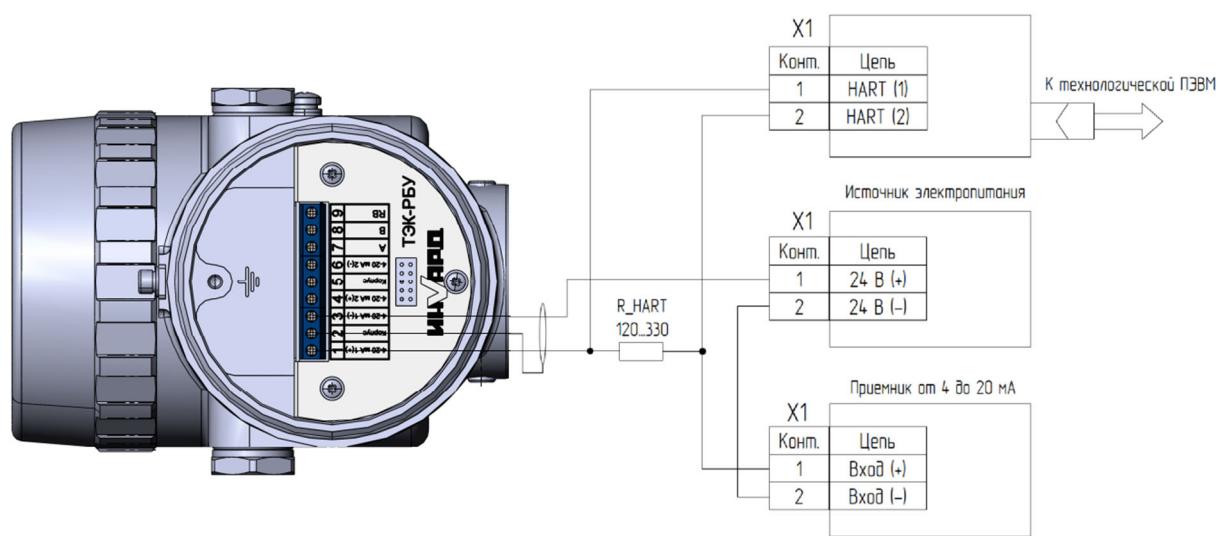


Рисунок 16 – Схема подключения преобразователя исполнения АЦ двухобъёмного исполнения.

- включить источник электропитания. Убедиться в появлении на индика-

торе сообщения с номером версии программного обеспечения (далее ПО) и наименования преобразователя;

- выходной аналоговый сигнал контролировать миллиамперметром. После включения электропитания значение выходного аналогового сигнала должно установиться из диапазона от 4 до 20 мА, соответствующее измеренному значению уровня.

- на технологической ПЭВМ установить программное обеспечение «Конфигуратор ТЭК-РБУ» с помощью установочного файла «SetupTekRbu_v1.0.0.2.exe» или выше, находящегося на Flash-накопителе в комплекте поставки преобразователя (последняя версия ПО доступна на официальном сайте).

- подключить преобразователь к ПЭВМ.

2.4 Конфигурирование в программе «Конфигуратор ТЭК-РБУ»

2.4.1 Общие положения

Запустить программу ярлыком на рабочем столе. В открывшемся окне нажать на вкладку «Прибор» и «Настройка подключения» (рисунок 17).

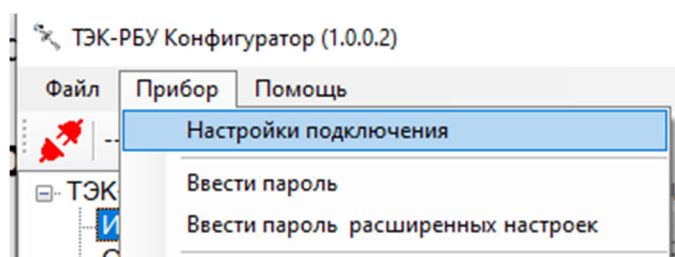


Рисунок 17 – «Настройки подключения»

В появившемся окне из выпадающего списка выбрать протокол обмена (USB, HART или MODBUS) в соответствии с исполнением преобразователя. После установки параметров соединения нажать кнопку ОК (рисунок 18).

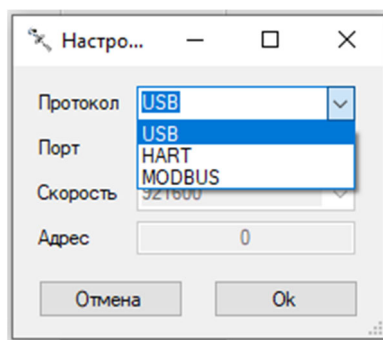
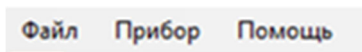


Рисунок 18 – выбор протокола обмена

Основные функциональные окна программы доступны для пользователя только после подключения к прибору.

Рабочее поле состоит из:

- командной строки



- кнопки «ОТКЛЮЧИТЬСЯ»



- при нажатии меняется на кнопку «ПОДКЛЮЧИТЬСЯ»



2.4.2 Информация о приборе

Внешний вид рабочего поля программы Конфигуратор ТЭК-РБУ после подключения к прибору представлен на рисунке 19.

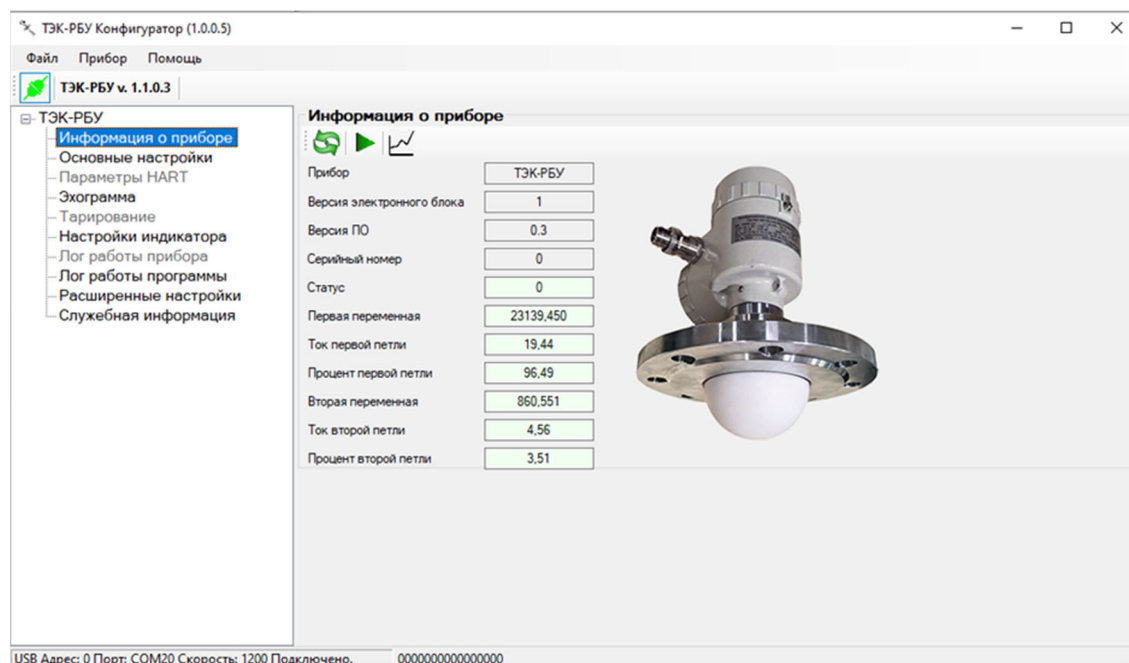


Рисунок 19 – Информация о приборе

Рабочее поле состоит из:

- кнопки «ОБНОВИТЬ»



- кнопки «периодический опрос»



- при нажатии меняется на кнопку «периодический опрос запущен»



- кнопки «показать тренд»



- при нажатии появляется диаграмма в рабочем поле программы (рисунок 20)

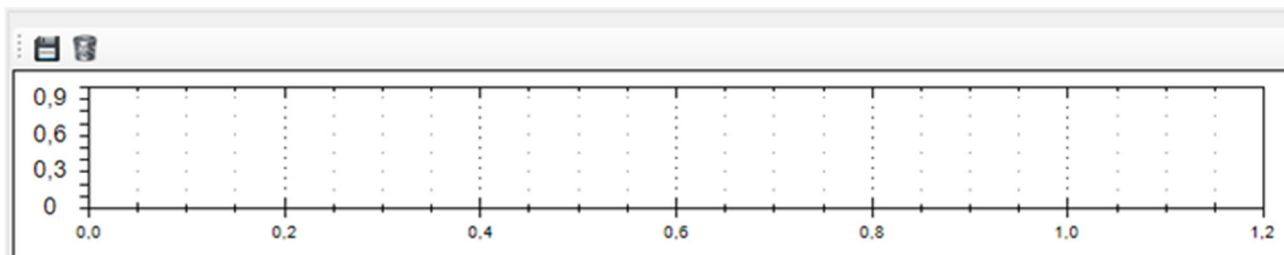


Рисунок 20 – Окно диаграммы

Базовые настройки:

Прибор	ТЭК-РБУ
Версия электронного блока	1
Версия ПО	0.3
Серийный номер	0
Статус	0

Рисунок 21 – Базовые настройки

Измерительные и вычислительные параметры:

Первая переменная	23139,450
Ток первой петли	19,44
Процент первой петли	96,49
Вторая переменная	860,551
Ток второй петли	4,56
Процент второй петли	3,51

Рисунок 22 - Измерительные и вычислительные параметры

Перейти во вкладку «Основные настройки» и нажать на кнопку Обновить «



» (рисунок 23).

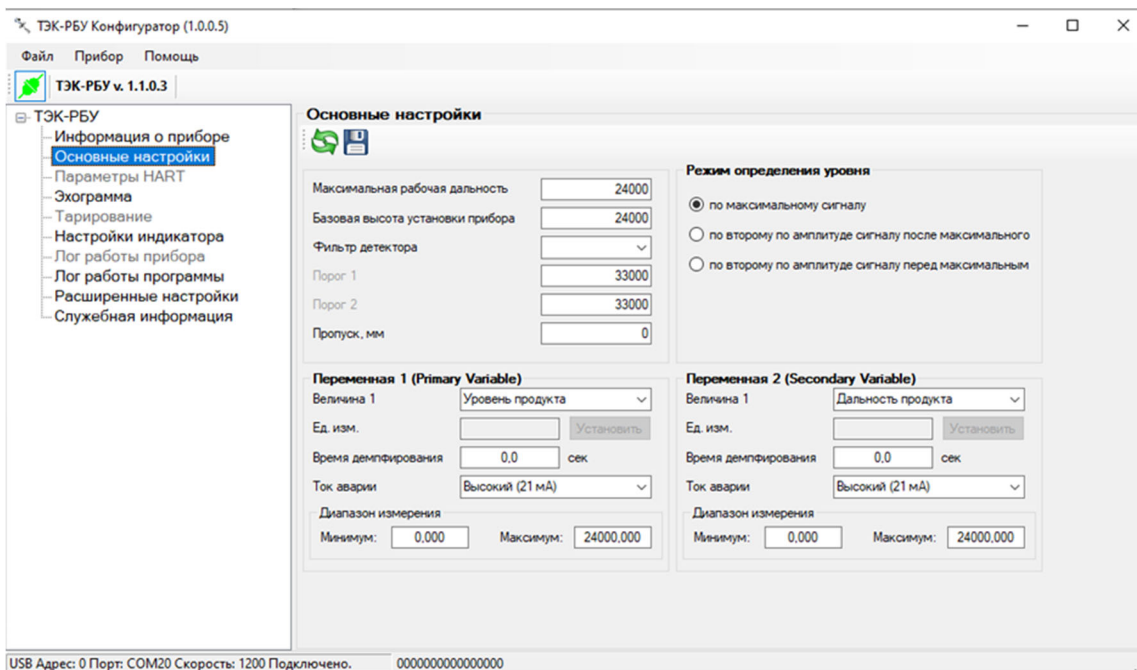


Рисунок 23 – Основные настройки

«Максимальная рабочая дальность» – ввести расстояние до дна резервуара или до требуемого уровня начала измерения.

«Базовая высота установки прибора» – ввести высоту, на которую установлен преобразователь. Отличается от максимальной рабочей дальности в случае наличия дополнительного патрубка, на который установлен преобразователь.

Фильтр детектора:

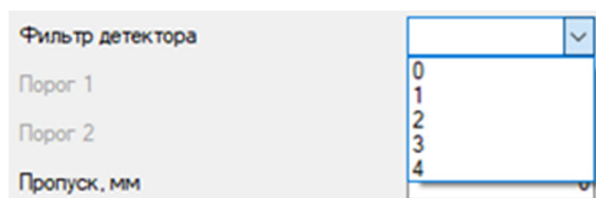


Рисунок 24 – Фильтр детектора

В поле **«Режим определения дальности»** выбрать нужный режим в зависимости от потребностей: по максимальному сигналу; по второму по амплитуде сигналу после максимального; по второму по амплитуде сигналу перед максимальным.

В поле **«Переменная 1 (Primary Variable)»** выбрать Величину 1 (Уровень продукта или Дальность продукта). Задать ток аварии, минимальную и максимальную величину. При необходимости задать единицы измерения и время демпфирования.

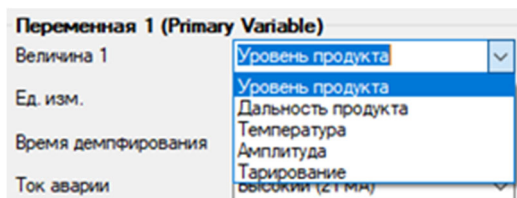


Рисунок 25 – Переменная 1

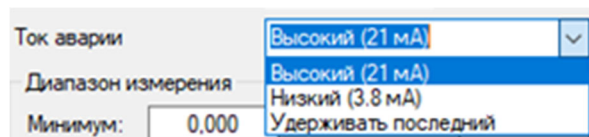


Рисунок 26 – Ток аварии

В поле **«Переменная 2 (Secondary Variable)»** выбрать необходимые значения.

Сохранить введенные значения нажав на кнопку Сохранить .

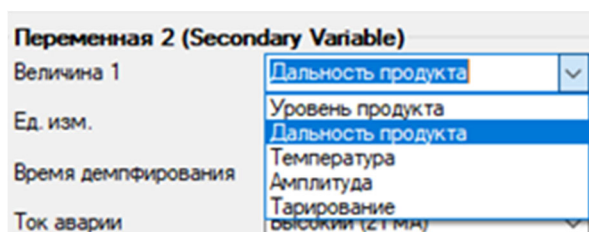


Рисунок 27 - Переменная 2

После выбора основной переменной, в случае ее изменения, она будет подсвечена оранжевым фоном, для ее сохранения нужно нажать кнопку Установить.

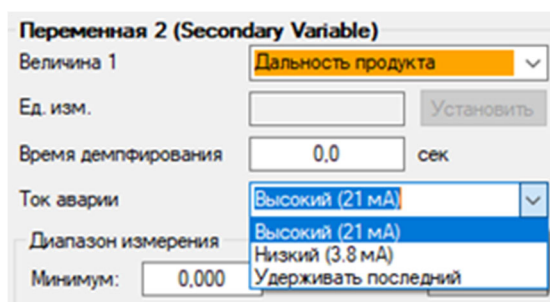


Рисунок 28 – Ток аварии

После сохранения основной переменной следует нажать на кнопку Обновить  и убедиться в правильности установки Величины 1.

Задать выходной сигнал при диагностировании преобразователем неисправности (задать ток аварии по первому выходу). Значение выходного сигнала аварии может быть установлено

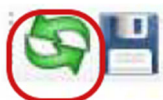
- высокий – более 20,8 мА;
- низкий – 3,8 мА и менее;

- удерживать последний – заморозить ток.

Измененные значения следует сохранить нажатием на кнопку «Сохранить» на вкладке «Основные настройки».



После сохранения значений следует нажать кнопку «Обновить» на вкладке «Основные настройки» и проверить правильность ввода данных.



Перейти во вкладку «Эхограмма» и нажать на кнопку Обновить «», после чего появится эхограмма, показывающая дальность до продукта (рисунок 29).

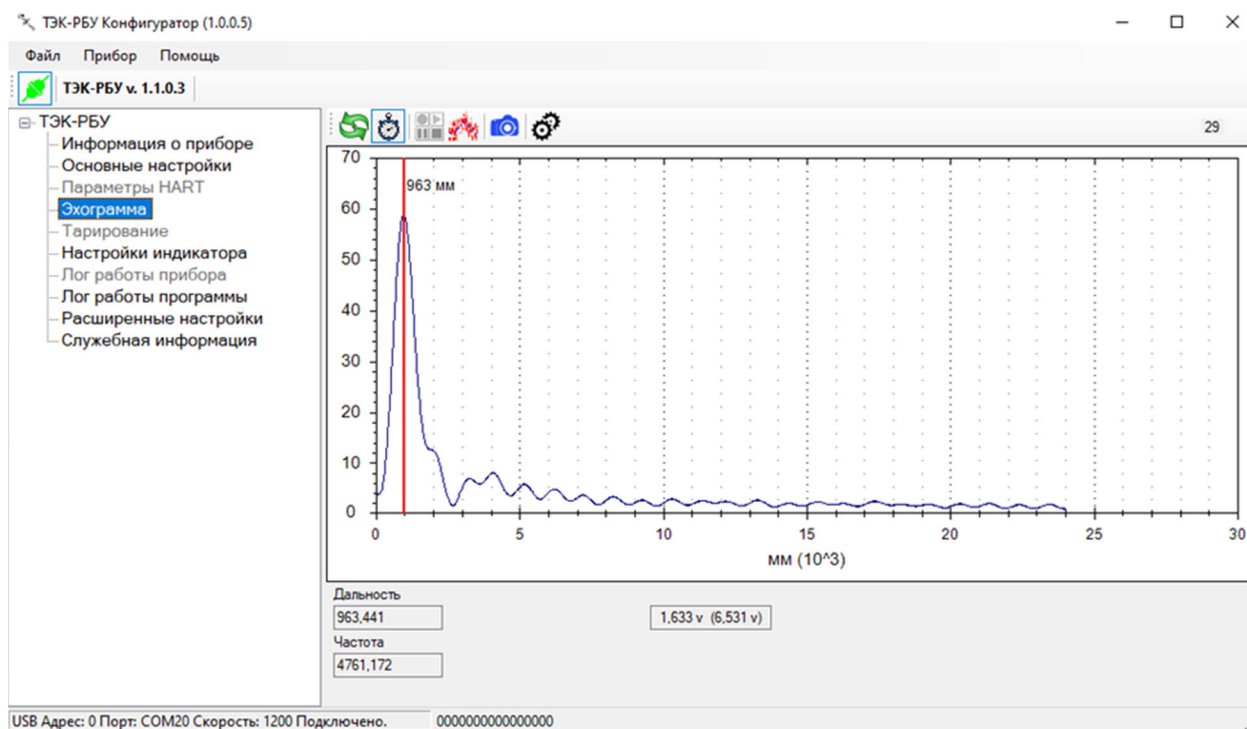


Рисунок 29 – Эхограмма

Вкладка «Эхограмма» состоит из:

- кнопки «Автосчитывание эхограммы»



- кнопки «Панель фильтров помех»



- кнопки «Сохранить в файл»



- кнопки «Настройка графика»



Во вкладке «настройки индикатора» можно произвести все необходимые настройки индикатора (рисунок 30).

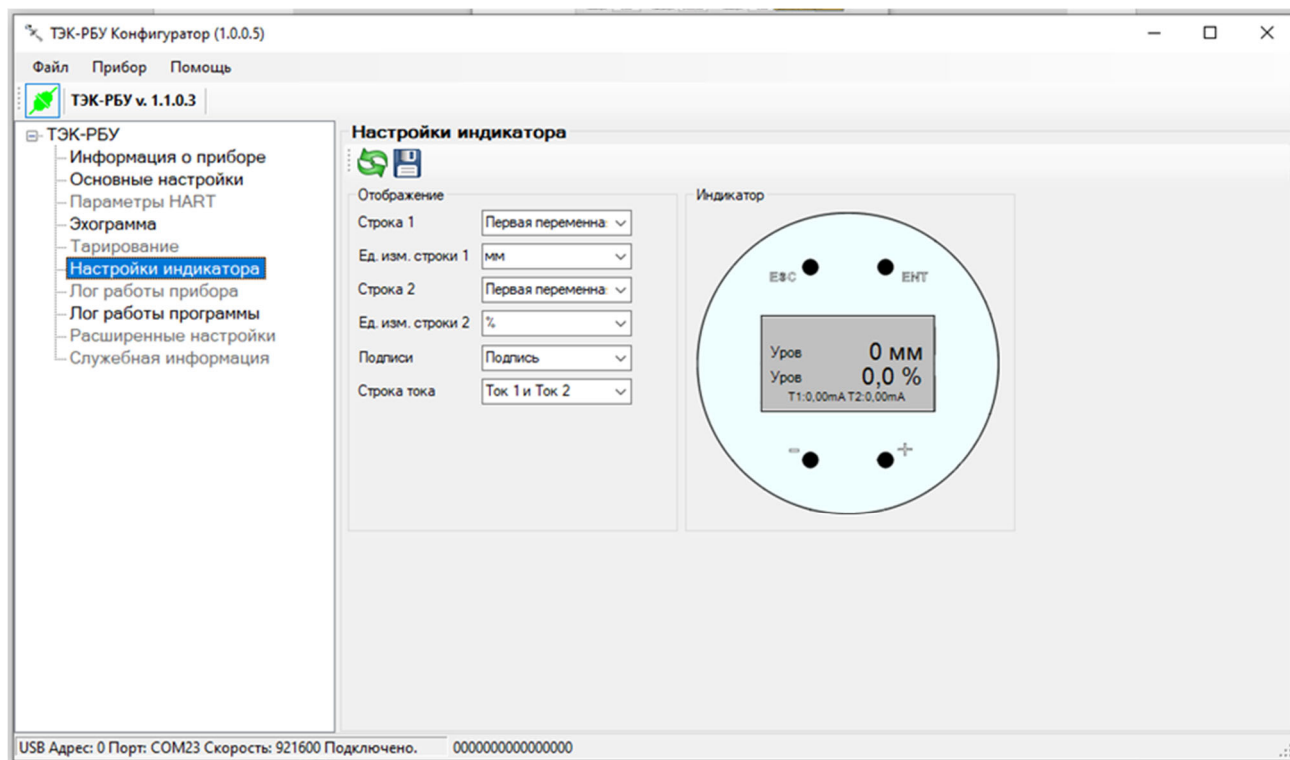


Рисунок 30 – Настройки индикатора

В поле «Отображение» во вкладке «Строка1» выбрать первую или вторую переменную

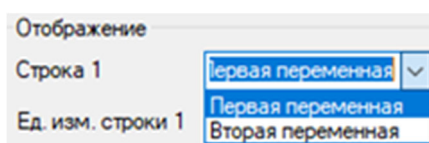


Рисунок 31 – Строка 1

Во вкладке «Ед. изм. Строки1» выбрать единицы измерения

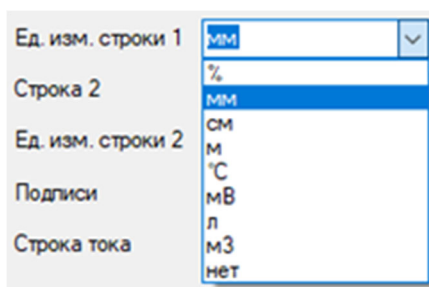


Рисунок 32 – Единицы измерения строки 1

Во вкладке «Строка2» выбрать первую или вторую переменную, или от-

ключить данный параметр, выбрав «Отключено»

Во вкладке «Ед. изм. Строки2» выбрать единицы измерения

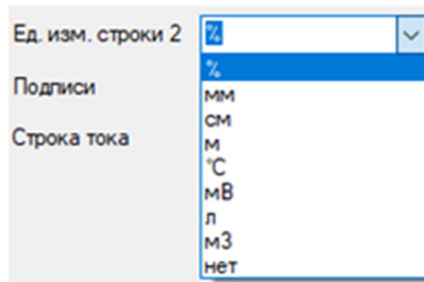


Рисунок 33 - Единицы измерения строки 2

Во вкладке «Подписи» выбрать вариант подписи

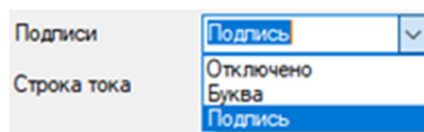


Рисунок 34 - Подписи

Во вкладке «Строка тока» выбрать нужный параметр

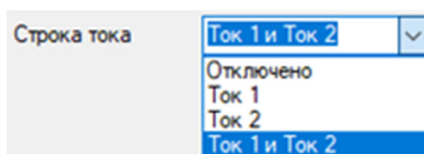


Рисунок 35 – Строка тока

Вкладка «Лог работы программы» показывает события, происходящие в программе (рисунок 36).

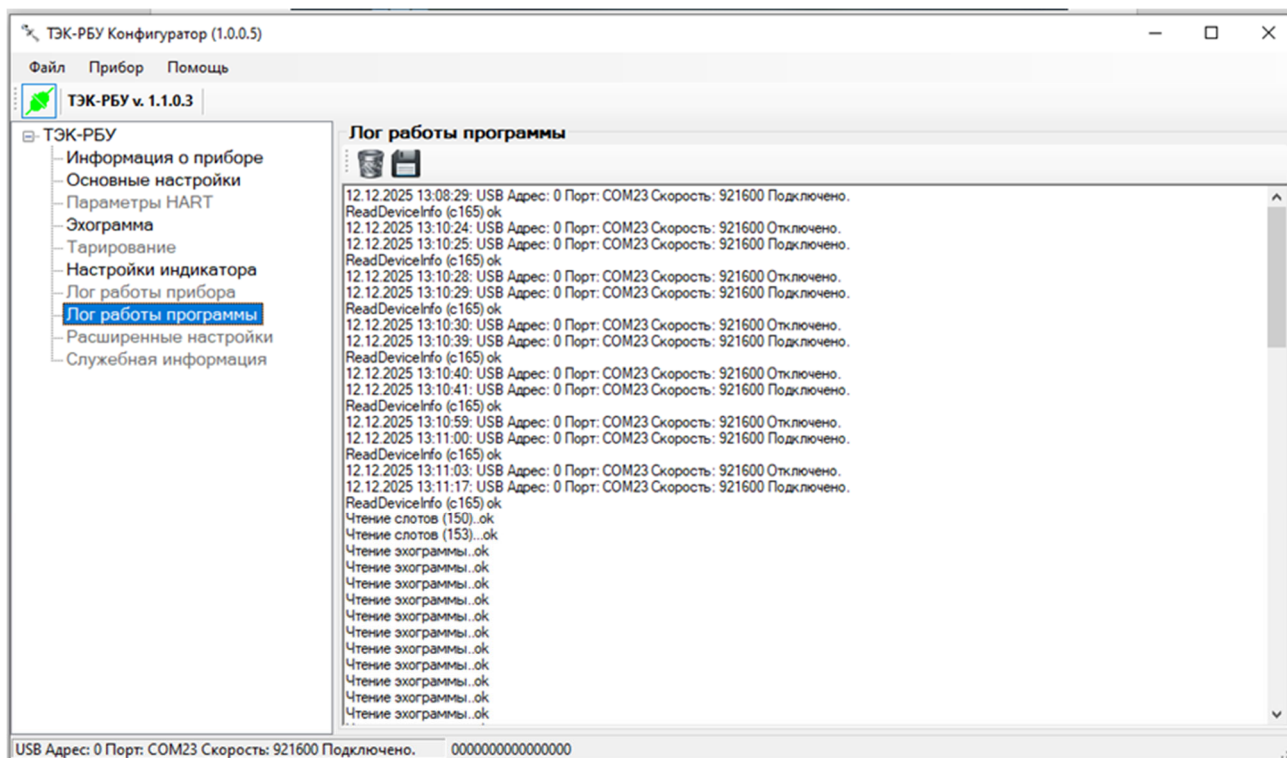


Рисунок 36 - Лог работы программы

2.5 Настройка преобразователя с помощью меню прибора

2.5.1 Общие положения

В каждом приборе предусмотрена установка местного индикатора. Конфигурирование изделия может быть выполнено с его помощью без подключения к ПЭВМ.

Внешний вид индикатора представлен на рисунке 37.



Рисунок 37 – Внешний вид блока индикации

Индикатор имеет четыре кнопки для ввода данных и управления режимом индикации.

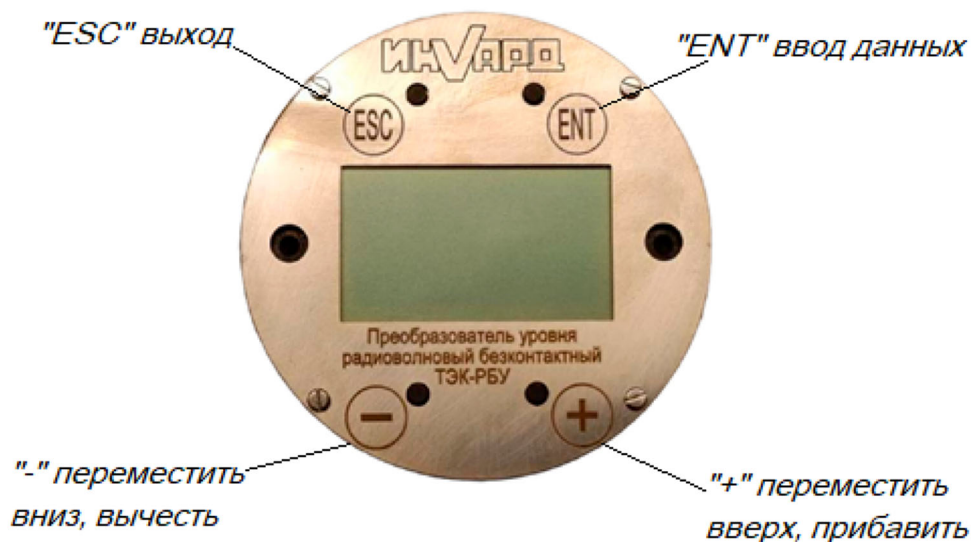


Рисунок 38 – Органы управления блока индикации

При подаче электропитания индикатор должен включиться. На экране после включения должно появиться сообщение

После выполнения самодиагностики на графический индикатор выводятся следующие сообщения:

- наименование предприятия-изготовителя;
- наименование преобразователя «Преобразователь уровня радиоволновой бесконтактный ТЭК-РБУ»;
- номер версии ПО в формате «Version 1.2.XX.XX».

В преобразователе реализовано изменение режима индикации в рабочем режиме, осуществляемое нажатием кнопок «-» и «+». При нажатии происходит смена режима индикации:

- Величина 1 – измеренное значение дальности до уровня измеряемой среды;

ВНИМАНИЕ! При включении преобразователя по линии аналогового выходного сигнала кратковременно формируется сигнал о неисправности!

- Величина 2 – измеренное значение уровня.

Вход в меню прибора осуществляется нажатием кнопки «ОК». Навигация по меню осуществляется кнопками «-» и «+». Переход к содержимому меню осуществляется повторным нажатием кнопки «ОК».

Предусмотрены следующие пункты меню:

- 1 ИНДИКАЦИЯ;
- 2 НАСТРОЙКА АН;
- 3 ТАРИРОВКА;
- 4 ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ;
- 5 ЦИФРОВОЙ ВЫХОД.

Выбор постоянно отображаемой информации на графическом индикаторе осуществляется в меню «ИНДИКАЦИЯ».

В процессе эксплуатации прибора возможно изменение режима индикации в разделе меню «ИНДИКАЦИЯ» из поименованных выше режимов индикации. Выбранный режим подтверждается нажатием кнопки «ОК».

При поступлении преобразователя на объект эксплуатации должна быть произведена настройка антенны из меню «НАСТРОЙКА АН», в котором осу-

ществляются настройки:

- измеряемая величина (выбирается Величина 1 или 2);
- установка минимального измеряемого уровня (может быть зафиксировано автоматически по текущему измеренному значению уровня выбором в меню пункта «Запомнить текущее значение»);
- установка максимального измеряемого уровня (может быть зафиксировано автоматически по текущему измеренному значению уровня выбором в меню пункта «Запомнить текущее значение»);
- установка единиц измерений уровня (миллиметры, сантиметры, метры);
- установка условий работы (указываются особенности антенны, ее форма и прочее).
- скорость обмена по RS-485.

2.5.2 При поставке изделие предварительно настроено в соответствии с заказом. При необходимости ввод тарифовочной таблицы, ввод диапазонов измерений, ввод единиц измерений и прочего может быть выполнен через систему верхнего уровня, в том числе предприятием-изготовителем.

2.5.3 При установке преобразователя на резервуар после первого включения следует настроить следующее:

- выбрать режим индикации;
- выбрать единицу измерений;
- установить минимальный и максимальный измеряемые уровни;
- установить глубину фильтрации выходного сигнала;
- установить фильтр помех.

2.5.4 В режиме «Аналоговый выход» выдается сигнал от 4 до 20 мА в соответствии с текущим значением уровня, в режиме «Фиксированный выход», независимо от текущего уровня, будет выдаваться постоянный сигнал 4 мА или 20 мА в зависимости от выбранных настроек.

2.5.5 Предварительная настройка преобразователя может быть выполнена на ПК с помощью ПО «Конфигуратор ТЭК-РБУ» по интерфейсам HART или RS-485.

2.5.6 Для обеспечения связи с преобразователем можно использовать сервисный прибор HART, например, HART-коммуникатор. При подключении к сигнальной цепи на экран HART-коммуникатора выводятся те же измерительные данные, которые отображаются на графическом индикаторе

преобразователя.

2.5.7 HART-коммуникатор может быть применен для настройки преобразователя. Преобразователем можно управлять дистанционно через HART-коммуникатор, подключив его к сигнальной линии на удалении от преобразователя или непосредственно к клеммной колодке подключения, расположенной на корпусе блока электронного.

2.5.8 В процессе эксплуатации преобразователь не требует непосредственного обслуживания.

2.5.9 При эксплуатации преобразователей требуется проведение периодической поверки. Интервал между поверками составляет 3 года.

2.6 Наложение помех на преобразователь

Наложение помех на преобразователь — это ситуация, когда сигнал прибора искажается из-за внешних воздействий, что приводит к ложным показаниям. Это может проявляться в виде:

- некорректных измерений уровня жидкости;
- аварийных сигналов, например, «зашкаливания»;
- ложных срабатываний, которые не соответствуют реальному уровню.

2.6.1 Причины

Некоторые причины помех, которые накладываются на преобразователь:

- **Препятствия внутри резервуара** (например, мешалки, нагревательные трубы, лестницы). Они вызывают ложные эхосигналы, которые накладываются на полезный сигнал.
- **Загрязнения или отложения продукта** на зонде. Это снижает чувствительность уровнемера и приводит к ошибкам измерения.
- **Пары** над поверхностью продукта, которые могут влиять на измерение уровня жидкости.
- **Неправильное положение установки датчика**, например, установка слишком близко к стенкам резервуара, под неправильным углом.
- **Форма резервуара** — при измерении дна резервуара излучаемые волны могут проникать через уровень жидкости и отражаться от дна, вызывая помехи.

2.6.2 Методы устранения

Для устранения помех, которые накладываются на преобразователь, можно использовать следующие методы:

- **Регулировка частоты и мощности** передатчика преобразователя или добавление устройств для подавления отражений (волноводные антенны, отражательные пластины).
- **Установка фильтров, экранов, изоляторов** или использование методов подавления помех путём регистрации мешающих волн.
- **Регулярная очистка** антенны и её окружения, чтобы удалить скопления мусора или веществ, которые могут мешать сигналу.
- **Регулировка порогов** — увеличение порогов чувствительности преобразователя для блокировки более слабых сигналов помех.

- **Проверка компонентов установки** — монтажных отверстий, удлинителей, волноводов — с использованием панелей дисплея для регистрации мешающих экосигналов и классификации их как ложных.

- **Учёт формы резервуара** — например, если дно резервуара вогнутое или коническое, преобразователь не может измерить уровень жидкости ниже определённой точки.

2.6.3 Меры профилактики

Некоторые рекомендации, которые помогают предотвратить помехи:

- **Устанавливать преобразователь так, чтобы в зоне действия луча не было препятствий.**

- **Использовать антенну как можно большего диаметра** — это концентрирует луч преобразователя и обеспечивает максимальную мощность сигнала.

- **Изолировать патрубок и монтажный фланец** — например, если испарения измеряемого продукта конденсируются на верхней части патрубка, а при понижении температуры конденсат замерзает, что приводит к ложным отражениям.

- **Создавать «память помех»** — например, для ёмкости с мешалками ложные отражения запоминаются при различных положениях мешалок.

2.7 Возможные неисправности и методы их устранения

2.7.1 Возможные неисправности приведены в таблице 7.

Таблица 7

Описание неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
Преобразователь не работоспособен, выходной сигнал не соответствует действительному значению уровня	Неправильное подключение	Проверить подключение преобразователя в соответствии со схемой приложения Е и/или рисунками 3-4
	Несоответствие напряжения электропитания	Проверить в соответствии с п. 1.2.11
	Обрыв или замыкание цепей в подключенном к преобразователю кабеле. Жилы проводов подключенного кабеля не затянуты в клеммных зажимах преобразователя, отсутствует контакт	Устранить повреждения цепей в подключенном кабеле. Подтянуть крепление жил проводов кабеля в клеммных зажимах
	Неправильная установка преобразователя в резервуар	Проверить правильность установки в соответствии с п. 2.2.3
	Неправильная настройка параметров преобразователя	Восстановить заводские настройки преобразователя в соответствии с паспортными данными. Повторить настройку преобразователя под условия применения
Ток потребления преобразователя менее 4 мА	Отсутствует напряжение электропитания (преобразователь не подключен)	Проверить наличие электропитания, устранить обрыв линии связи

2.7.2 Возможные ошибки пользователя при эксплуатации преобразователя, приводящие к аварийным режимам, приведены в таблице 8.

Таблица 8

Описание ошибки	Возможные последствия	Способ устранения
Неправильно выполнены соединения цепей, монтаж и прокладка кабелей	Возникновение недопустимого нагрева поверхности преобразователя и/или искрения. В результате возможно возгорание взрывоопасной среды, взрыв, пожар	Отключить электропитание. Устранить несоответствия
Рабочее давление внутри резервуара превышает максимально допустимое в соответствии с исполнением преобразователя и его паспортными данными.	Возможно разрушение деталей нарушением герметичности преобразователя. В результате возможна утечка измеряемой среды, не исключены воспламенение, взрыв среды во взрывоопасной зоне	Исключить подачу давления в резервуар, превышающего максимально допустимое значение в соответствии с исполнением преобразователя и его паспортными данными

Продолжение таблицы 8

Описание ошибки	Возможные последствия	Способ устранения
Крышка корпуса преобразователя не затянута до упора, не закреплена, установлена без уплотнительного кольца или с повреждённым уплотнительным кольцом. Неправильно собран кабельный ввод (установлены не все детали), не обеспечено уплотнение кабеля в кабельном вводе (диаметр кабеля не соответствует кольцу уплотнительному, установленному в кабельный ввод, резьбовая втулка кабельного ввода не затянута)	Не обеспечивается требуемый уровень взрывозащиты. Не исключено воспламенение и взрыв среды во взрывоопасной зоне. Не обеспечивается степень защиты IP66/IP67 по ГОСТ 14254-2015. Из-за попадания воды внутрь оболочки (корпуса) преобразователя возможен его отказ	Отключить напряжение в цепях преобразователя. Устранить выявленные несоответствия. При раннем обнаружении наличия влаги и загрязнений, очистить внутреннюю полость оболочки преобразователя от загрязнений, просушить её до полного удаления влаги. При позднем обнаружении наличия влаги и загрязнений (появление коррозии, наличие воды на платах блока электронного, изменение цвета, структуры поверхности материалов деталей) преобразователь подлежит ремонту на предприятии-изготовителе

2.7.3 Пределным состоянием преобразователя считается:

- наличие механических повреждений, приводящих к потере герметичности корпуса и/или работоспособности преобразователя;
- необратимое разрушение преобразователя, вызванное коррозией, эрозией и старением материалов;
- достижение назначенных показателей надежности.

Отказом преобразователя считать несоответствие выходных сигналов действительным значениям измеряемой среды, диагностирование неисправного состояния.

2.8 Меры безопасности при эксплуатации

2.8.1 Источниками опасности при эксплуатации преобразователей является электрический ток и давление измеряемой среды.

2.8.2 Безопасность эксплуатации обеспечивается герметичностью преобразователя и надежностью его крепления при монтаже на объекте.

2.8.3 Перед демонтажом преобразователя необходимо снизить давление в резервуаре до атмосферного, осушить емкость.

2.8.4 Перед подключением преобразователя к источнику электропитания проверить надежность заземления.

2.8.5 Действия в экстремальных ситуациях

2.8.5.1 Материалы и покрытия, применяемые при изготовлении преобра-

зователей, не могут быть источником пожара и не поддерживают горение.

2.8.5.2 При соблюдении правил эксплуатации, приведенных в настоящем РЭ, преобразователи не могут быть источником возникновения аварийной ситуации.

2.8.5.3 При возникновении экстремальных ситуаций при эксплуатации преобразователей, например, при превышении максимального рабочего давления, необходимо действовать согласно инструкциям, принятым в эксплуатирующей организации.

2.8.5.4 При эксплуатации преобразователей все действия, совершаемые с преобразователями (прием-передача изделия при эксплуатации, сведения о хранении, консервации и расконсервации, периодическом контроле основных технических характеристик, неисправностях при эксплуатации) необходимо вносить в соответствующие разделы паспорта.

ВНИМАНИЕ! Запрещается эксплуатация преобразователей при нарушении герметичности уплотнений и целостности заземления резервуара!

3 Техническое обслуживание изделий

3.1 Надежность и правильность работы преобразователей может быть обеспечена при условии его эксплуатации согласно настоящему РЭ.

3.2 Преобразователи обеспечивают возможность непрерывной работы периодами по 8000 ч без непосредственного местного обслуживания и контроля. В промежутках между указанными периодами проводятся регламентные работы в объеме, указанном в настоящем РЭ.

3.3 К техническому обслуживанию преобразователей допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности и изучившие инструкцию по технике безопасности, утвержденную в установленном порядке руководством эксплуатационных служб, и изучившие настоящее РЭ.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Перед проведением технического обслуживания внешним осмотром проверить герметичность преобразователя.

3.2.2 Перед началом работ по техническому обслуживанию отключить источник электропитания преобразователя. Защитное заземление корпуса прибора не отключать.

3.2.3 Перед подключением преобразователя к источнику электропитания проверить надежность заземления изделий, входящих в его состав.

3.4 Порядок технического обслуживания изделия

3.4.1 Техническое обслуживание при хранении включает в себя учет времени хранения и соблюдение правил хранения в соответствии с требованиями, указанными в разделе 5.

3.4.2 Во время эксплуатации преобразователя периодически проводятся регламентные работы с целью обеспечения его нормального функционирования в течение назначенного срока службы.

3.4.3 Виды регламентных работ приведены в таблице 9.

Таблица 9

Наименование проводимых работ	Примечание
Внешний осмотр	0,03 чел./ч
Удаление внешних загрязнений	0,05 чел./ч
Проверка наличия крепежных деталей	0,02 чел./ч
Очистка разъемов	0,1 чел./ч
Проверка состояния наружного заземления преобразователей	0,1 чел./ч
Проверка работоспособности	0,1 чел./ч

3.4.4 При проведении внешнего осмотра проверяют:

- правильность оформления паспорта (в разделе изменений, если они имеются, должны быть сделаны соответствующие записи);
- отсутствие механических повреждений;
- целостность кабелей связи (отсутствие видимых резких загибов, замытий и прочего, которые могут привести к нарушению целостности электрических цепей и их изоляции);
- четкость надписей, соответствие их требованиям соответствующего раздела РЭ;
- сохранность пломб.

3.4.5 Удаление внешних загрязнений, при необходимости, проводится с помощью ветоши, щетки или кисти специальными моющими растворами (вода с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ) от 0,1 % до 0,5 %), растворами уксусной или щавелевой кислот, полученные растворением 100 г кислоты в 10 л воды.

Допускается использовать другие средства, применение которых предусмотрено нормативно-техническими документами, действующими в условиях заказа.

3.4.6 Проверка наличия крепежных деталей осуществляется внешним осмотром. При необходимости крепления подтянуть.

3.4.7 Проверка крепления кабелей преобразователя выполняется в следующей последовательности:

- отключить электропитание;
- снять крышку;

- протянуть контакты клеммных колодок;
- установить крышку.

3.4.8 Состояние наружного заземления проверить внешним осмотром места заземления: заземляющие винты должны быть затянутыми, место присоединения заземляющего проводника должно быть тщательно зачищено. При необходимости заземляющие винты и место присоединения заземляющего проводника очистить и смазать консистентной смазкой.

3.4.9 Проверку работоспособности провести по п. 2.2.2.2.

4 Консервация (расконсервация, переконсервация)

4.1 Преобразователи подлежат поставке потребителю без проведения консервации. Консервация преобразователей проводится только при поставке преобразователей на экспорт и по специальному требованию потребителя в соответствии с условиями договора поставки.

4.2 Преобразователи по требованию заказчика перед упаковкой подвергаются консервации по варианту защиты ВЗ-10 ГОСТ 9.014-78 с применением чехлов из полиэтиленовой плёнки ГОСТ 10354-82 с силикагелем ГОСТ 3956-76.

4.3 Методы и средства консервации и упаковки обеспечивают сохранность преобразователей в течение гарантийного срока хранения без переконсервации.

4.4 Переконсервация преобразователей, законсервированных по варианту ВЗ-10, заключается в частичном вскрытии внутренней упаковки и замене осушителя с последующей герметизацией внутренней упаковки.

4.5 Расконсервация преобразователей, законсервированных по варианту защиты ВЗ-10, заключается в разгерметизации тары, удалении изоляционных тканей, снятии полимерного чехла и удалении мешочков с силикагелем.

5 Хранение

5.1 Преобразователи следует хранить под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе.

5.2 Гарантийный срок хранения 36 месяцев с даты изготовления.

5.3 Преобразователи на складе должны размещаться комплектно. Товаросопроводительная и эксплуатационная документация должна храниться вместе с преобразователем.

5.4 Возможность дальнейшего увеличения срока хранения должна быть согласована с предприятием-изготовителем по результатам ревизии, производимой за счет потребителя.

6 Транспортирование

6.1 Транспортирование преобразователей в упаковке предприятия-изготовителя осуществляется в крытом транспорте любого вида, в том числе и на самолетах.

6.2 При перевозке ящиков с преобразователями в контейнерах способ укладки ящиков должен исключать возможность их перемещения внутри контейнера.

Приложение А

(справочное)

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве по эксплуатации

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве по эксплуатации, приведен в таблице А.1

Таблица А. 1

Обозначение документа, на который дана ссылка
ГОСТ 9.014-78
ГОСТ 9.048-89
ГОСТ 12.1.004-91
ГОСТ 12.2.007.0-75
ГОСТ 3956-76
ГОСТ 5632-2014
ГОСТ 10007-80
ГОСТ 10354-82
ГОСТ 14192-96
ГОСТ 14254-2015
ГОСТ 15150-69
ГОСТ 18620-86
ГОСТ 21130-75
ГОСТ 23170-78
ГОСТ 28725-90
ГОСТ 29075-91
ГОСТ 30546.1-98
ГОСТ 31610.0-2014
ГОСТ 31610.11-2014
ГОСТ 32137-2013

Продолжение таблицы А.1

Обозначение документа, на который дана ссылка
ГОСТ IEC 60079-1-2013
ГОСТ IEC 60079-31-2013
ГОСТ IEC 61000-4-8-2013
ГОСТ В 25803-91
ГОСТ Р 50.06.01-2017
ГОСТ Р 52931-2008
Нормы 11А-84
НП-001-15
НП-022-17
НП-029-17
НП-031-01
НП-033-11
НП-054-04
Правила устройства электроустановок (ПУЭ)
СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009)
СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010)
СП 2.6.1.2040-05 (СП РБ АС-2005)
СТО 1.1.1.07.001.0675-2017
СТО 1.1.1.01.001.0891-2013
ТР ТС 012/2011
Примечание - Указанные выше стандарты были действующими на момент принятия настоящего документа. В дальнейшем при пользовании документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на текущий момент по соответствующим указателям. Если ссылочный стандарт заменен или изменен, то при применении настоящего документа следует пользоваться замененным (измененным) стандартом.

Приложение Б

(обязательно)

Указания по оформлению заказа преобразователей

ТЭК-РБУ Уровнемер бесконтактный радарный



Форма записи при заказе

Уровнемер бесконтактный радарный

ТЭК - РБУ - 1600 - 5 - 3 - АЦ - ФС/50/16 - О - 321 - ПП - ЦУ - И - О

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Исполнение преобразователя				НМ	штуцер с метрической резьбой (указывается НМ/резьба, например НМ/48x2)				
16	от -60 °С до 160 °С				НТ	штуцер с цилиндрической резьбой (указывается НТ/резьба, например НТ/1 1/2")				
25	от -196 °С до 250 °С				Х	по требованию заказчика				
00	0,6 МПа				6	Наличие и вид взрывозащиты				
01	1,6 МПа				О	Общепромышленное исполнение				
02	2,5 МПа				И	0Ex ia IIC T6 Ga, 0Ex ia IIC T6 Ga/Ex ia IIIC T80°C Da				
04	4,0 МПа				В	1Ex db IIC T6 Gb, 1Ex db IIC T6 Gb/Ex tb IIIC T80°C Db				
06	6,3 МПа				7	Материал деталей, контактирующих со средой				
10	10,0 МПа				321	12X18H10T / 316 / 316L				
16	16,0 МПа				316T	10X17H3M2T / 316T				
2	Максимальный диапазон измерения				316L	03X17H14M3 / 316L				
5	5000 мм				276	XH65MBY (Хастеллой C-276)				
10	10 000 мм				904	06XH28MDT / 904				
15	15 000 мм				T	сплав BT1-0				
20	20 000 мм				8	Наличие защиты антенны от воздействия измеряемой среды				
25	25 000 мм				О	Без защиты антенны				
30	30 000 мм				ПП	Полимерное покрытие				
3	Пределы допускаемой абсолютной погрешности				9	Конструктивное исполнение антенны				
3	не более ± 3,0 мм				Р	Рупорная антенна				
3,5	не более ± 3,5 мм				ЦШ	Диэлектрическая цилиндрическая широконаправленная антенна				
5	не более ± 5,0 мм				ЦУ	Диэлектрическая цилиндрическая узконаправленная антенна				
10	не более ± 10,0 мм				Л	Диэлектрическая линзовая антенна				
4	Вид выходного сигнала				ЛУ	Диэлектрическая линзовая узконаправленная антенна				
АЦ	Аналоговый 4-20 мА + HART				10	Наличие местной индикации				
А2Ц	Два аналоговых сигнала в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА и HART по первому аналоговому сигналу				И	С местным индикатором				
ЦС	Цифровой по интерфейсу RS-485				О	Без местного индикатора				
ЦС/А	цифровой по интерфейсу RS-485 и аналоговый сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА				11	Вид приемки				
РА	цифровой по стандарту IEC 61158-2 с протоколом информационного обмена Profibus PA				О	С приемкой ОТК				
5	Параметры для подключения к процессу				А	Для применения на ОАЭ				
ФС	фланец по ГОСТ 12815-80 (указывается ФС - фланец/DN/PN/тип уплотнительной поверхности)				12	X11 Класс безопасности по НП-001-15 или НП-022-17 - 2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4Н (поле заполняют при заказе изделия для применения на ОАЭ)				
ФТ	фланец по ГОСТ 33259-2015 (указывается ФТ - фланец/DN/PN/тип уплотнительной поверхности)									
ФЕ	фланец по EN1092-1 (указывается ФЕ - фланец/DN/PN/тип уплотнительной поверхности)									
ФД	фланец по DIN2526 (указывается ФД - фланец/DN/PN/тип уплотнительной поверхности)									
ФА	фланец по ANSI/ASME B16.5 (указывается ФА - фланец/DN/ класс давления/тип уплотнительной поверхности)									

Уровнемер бесконтактный радарный ТЭК-РБУ

Приложение Б

Протокол информационного обмена по стандарту HART

Все действия должны возвращать два байта состояния команды в первых двух байтах поля данных. Первый байт мультиплексирован и содержит либо статус связи (старший бит установлен), либо код ответа (старший бит сброшен). Второй байт ответного сообщения всегда содержит статус полевого устройства.

Статус связи возвращается, если на полевом устройстве обнаружена ошибка связи.

Если ошибок связи нет, то код ответа выдает результат выполненной команды.

Статус устройства представляет текущее состояние/работоспособность полевого устройства.

Байты данных ответа не должны возвращаться, если в байтах состояния команды сообщается об ошибке связи или команды.

Универсальные команды HART:

- Команда 0: Чтение идентификатора HART-устройства;
- Команда 1: Чтение первой переменной;
- Команда 2: Чтение значения тока и диапазона;
- Команда 3: Чтение значения тока и динамических переменных;
- Команда 6: Запись короткого HART-адреса, режим воспроизведения токового сигнала;
- Команда 7: Чтение короткого HART-адреса, режим воспроизведения токового сигнала;
- Команда 8: Чтение классификации динамических переменных;
- Команда 9: Чтение переменных устройства со статусом;
- Команда 11: Чтение: Ассоциация устройства с меткой;
- Команда 12: Чтение сообщения;
- Команда 13: Чтение метки, описания и даты;
- Команда 14: Чтение информации об устройстве первой переменной;
- Команда 15: Чтение информации об устройстве;
- Команда 16: Чтение итогового сборочного номера;
- Команда 17: Запись сообщения;
- Команда 18: Запись метки, описания и даты;

- Команда 19: Запись итогового сборочного номера;
- Команда 20: Чтение большой метки;
- Команда 21: Чтение: Ассоциация устройства с большой меткой;
- Команда 22: Запись большой метки;
- Команда 38: Сброс: флаг изменения конфигурации;

Поддерживаемые общие команды HART:

- Команда 33: Чтение переменных прибора;
- Команда 34: Запись времени установления первой переменной HART;
- Команда 35: Запись диапазона первой переменной (для воспроизведения выходного тока);
- Команда 36: Установка верхнего значение первой переменной (для воспроизведения выходного тока);
- Команда 37: Установка нижнего значение первой переменной (для воспроизведения выходного тока);
- Команда 40: Запись фиксированного тока;
- Команда 41: Выполнение самотестирования;
- Команда 42: Выполнение рестарта;
- Команда 43: Установка нуля первой переменной;
- Команда 44: Запись единицы измерения для первой переменной;
- Команда 45: Калибровка нижнего значение тока;
- Команда 46: Калибровка верхнего значение тока;
- Команда 50: Чтение назначения переменных HART;
- Команда 51: Запись назначения переменных HART;
- Команда 52: Установка нуля переменной;
- Команда 53: Запись единицы измерения для переменной;
- Команда 54: Чтение информации о переменной прибора;
- Команда 55: Запись времени установления переменной;
- Команда 59: Запись количества преамбул в ответе;
- Команда 60: Чтение аналогового канала;
- Команда 63: Чтение информации об аналоговом канале;
- Команда 64: Запись времени установления аналогового сигнала;
- Команда 70: Чтение конечного значения аналогового канала;
- Команда 79: Запись значения переменной;
- Команда 80: Чтение точки калибровки для переменной;
- Команда 81: Чтение диапазонов для точек калибровки для переменной;

- Команда 82: Запись точки калибровки для переменной;
- Команда 83: Сброс точки калибровки для переменной;
- Команда 95: Чтение статистики обмена;
- Команда 523: Чтение отображения на обобщённые состояния;
- Команда 524: Запись отображения на обобщённые состояния;
- Команда 525: Сброс отображения на обобщённые состояния;
- Команда 526: Запись режима симуляции состояний;
- Команда 527: Запись симуляции бита состояния;

Дополнительные команды HART приведены в таблице В.1:

Таблица В. 1

№ байта	Тип данных	Описание
Запросные данные команды 150 : Чтение переменных int_16 (чтение от 1 до 12 слотов переменных int-16):		
0	uint_8	Индекс 1-ой запрашиваемой переменной int16
1	uint_8	Индекс 2-ой запрашиваемой переменной int16
2	uint_8	Индекс 3-ей запрашиваемой переменной int16
3	uint_8	Индекс 4-ой запрашиваемой переменной int16
4	uint_8	Индекс 5-ой запрашиваемой переменной int16
5	uint_8	Индекс 6-ой запрашиваемой переменной int16
6	uint_8	Индекс 7-ой запрашиваемой переменной int16
7	uint_8	Индекс 8-ой запрашиваемой переменной int16
Ответные данные команды 150 : Чтение переменных int_16 (чтение от 1 до 12 слотов переменных int-16):		
0	uint_8	Индекс 1-ой запрашиваемой переменной int16
1-2	int_16	Данные 1-ой запрашиваемой переменной int16
3	uint_8	Индекс 2-ой запрашиваемой переменной int16
4-5	int_16	Данные 2-ой запрашиваемой переменной int16
6	uint_8	Индекс 3-ей запрашиваемой переменной int16
7-8	int_16	Данные 3-ей запрашиваемой переменной int16

9	uint_8	Индекс 4-ой запрашиваемой переменной int16
10-11	int_16	Данные 4-ой запрашиваемой переменной int16
12	uint_8	Индекс 5-ой запрашиваемой переменной int16
13-14	int_16	Данные 5-ой запрашиваемой переменной int16
15	uint_8	Индекс 6-ой запрашиваемой переменной int16
16-17	int_16	Данные 6-ой запрашиваемой переменной int16
18	uint_8	Индекс 7-ой запрашиваемой переменной int16
19-20	int_16	Данные 7-ой запрашиваемой переменной int16
21	uint_8	Индекс 8-ой запрашиваемой переменной int16
22-23	int_16	Данные 8-ой запрашиваемой переменной int16
Запросные данные команды 151 : Запись переменных int_16 (запись от 1 до 8 слотов переменных 2-байтного типа int_16, uint_16)		
0	uint_8	Индекс 1-ой записываемой переменной int16
1-2	int_16	Данные 1-ой записываемой переменной int16
3	uint_8	Индекс 2-ой записываемой переменной int16
4-5	int_16	Данные 2-ой записываемой переменной int16
6	uint_8	Индекс 3-ей записываемой переменной int16
7-8	int_16	Данные 3-ей записываемой переменной int16
9	uint_8	Индекс 4-ой записываемой переменной int16
10-11	int_16	Данные 4-ой записываемой переменной int16
12	uint_8	Индекс 5-ой записываемой переменной int16
13-12	int_16	Данные 5-ой записываемой переменной int16
15	uint_8	Индекс 6-ой записываемой переменной int16
16-17	int_16	Данные 6-ой записываемой переменной int16
18	uint_8	Индекс 7-ой записываемой переменной int16
19-20	int_16	Данные 7-ой записываемой переменной int16
21	uint_8	Индекс 8-ой записываемой переменной int16

22-23	int_16	Данные 8-ой записываемой переменной int16
Ответные данные команды 151 : Запись переменных int_16 (запись от 1 до 8 слотов переменных 2-байтного типа int_16, uint_16)		
0	uint_8	Индекс 1-ой записываемой переменной int16
1-2	int_16	Данные 1-ой записываемой переменной int16
3	uint_8	Индекс 2-ой записываемой переменной int16
4-5	int_16	Данные 2-ой записываемой переменной int16
6	uint_8	Индекс 3-ей записываемой переменной int16
7-8	int_16	Данные 3-ей записываемой переменной int16
9	uint_8	Индекс 4-ой записываемой переменной int16
10-11	int_16	Данные 4-ой записываемой переменной int16
12	uint_8	Индекс 5-ой записываемой переменной int16
13-12	int_16	Данные 5-ой записываемой переменной int16
15	uint_8	Индекс 6-ой записываемой переменной int16
16-17	int_16	Данные 6-ой записываемой переменной int16
18	uint_8	Индекс 7-ой записываемой переменной int16
19-20	int_16	Данные 7-ой записываемой переменной int16
21	uint_8	Индекс 8-ой записываемой переменной int16
22-23	int_16	Данные 8-ой записываемой переменной int16
Запросные данные команды 152 : Запись переменных float (Осуществляет запись от 1 до 5 слотов переменных float. Этой командой передаются 4-байтные типы данных, не только float, но и uint_32, int_32, uint_24)		
0	uint_8	Индекс 1-ой записываемой переменной float
1-4	float	Данные 1-ой записываемой переменной float
5	uint_8	Индекс 2-ой записываемой переменной float
6-9	float	Данные 2-ой записываемой переменной float
10	uint_8	Индекс 3-ей записываемой переменной float
11-14	float	Данные 3-ей записываемой переменной float
15	uint_8	Индекс 4-ой записываемой переменной float
16-19	float	Данные 4-ой записываемой переменной float

20	uint_8	Индекс 5-ой записываемой переменной float
21-24	float	Данные 5-ой записываемой переменной float
Ответные данные команды 152 : Запись переменных float (Осуществляет запись от 1 до 5 слотов переменных float. Этой командой передаются 4-байтные типы данных, не только float, но и uint_32, int_32, uint_24)		
0	uint_8	Индекс 1-ой записываемой переменной float
1-4	float	Данные 1-ой записываемой переменной float
5	uint_8	Индекс 2-ой записываемой переменной float
6-9	float	Данные 2-ой записываемой переменной float
10	uint_8	Индекс 3-ей записываемой переменной float
11-14	float	Данные 3-ей записываемой переменной float
15	uint_8	Индекс 4-ой записываемой переменной float
16-19	float	Данные 4-ой записываемой переменной float
20	uint_8	Индекс 5-ой записываемой переменной float
21-24	float	Данные 5-ой записываемой переменной float
Запросные данные команды 153 : Чтение переменных float (Осуществляет чтение от 1 до 5 слотов переменных float. Этой командой передаются 4-байтные типы данных, не только float, но и uint_32, int_32, uint_24)		
0	uint_8	Индекс 1-ой запрашиваемой переменной float
1	uint_8	Индекс 2-ой запрашиваемой переменной float
2	uint_8	Индекс 3-ей запрашиваемой переменной float
3	uint_8	Индекс 4-ой запрашиваемой переменной float
4	uint_8	Индекс 5-ой запрашиваемой переменной float
Ответные данные команды 153 : Чтение переменных float (Осуществляет чтение от 1 до 5 слотов переменных float. Этой командой передаются 4-байтные типы данных, не только float, но и uint_32, int_32, uint_24)		
0	uint_8	Индекс 1-ой запрашиваемой переменной float
1-4	float	Данные 1-ой запрашиваемой переменной float
5	uint_8	Индекс 2-ой запрашиваемой переменной float
6-9	float	Данные 2-ой запрашиваемой переменной float
10	uint_8	Индекс 3-ей запрашиваемой переменной float
11-14	float	Данные 3-ей запрашиваемой переменной float

15	uint_8	Индекс 4-ой запрашиваемой переменной float
16-19	float	Данные 4-ой запрашиваемой переменной float
20	uint_8	Индекс 5-ой запрашиваемой переменной float
21-24	float	Данные 5-ой запрашиваемой переменной float
Запросные данные команды 158 : Чтение массива int_16		
0	uint_8	Номер массива
1-2	int_16	Индекс начальной точки
3	byte	Смещение адреса между точками
4	uint_8	Количество точек (от 1 до 10 включительно)
Ответные данные команды 158 : Чтение массива int_16		
0	uint_8	Номер массива
1-2	int_16	Индекс начальной точки
3	uint_8	Смещение адреса между точками
4	uint_8	Количество точек (от 1 до 10 включительно)
5-6	int_16	Данные 1-ой запрашиваемой точки int16
7-8	int_16	Данные 2-ой запрашиваемой точки int16
9-10	int_16	Данные 3-ей запрашиваемой точки int16
11-12	int_16	Данные 4-ой запрашиваемой точки int16
13-14	int_16	Данные 5-ой запрашиваемой точки int16
15-16	int_16	Данные 6-ой запрашиваемой точки int16
17-18	int_16	Данные 7-ой запрашиваемой точки int16
19-20	int_16	Данные 8-ой запрашиваемой точки int16
21-22	int_16	Данные 9-ой запрашиваемой точки int16
23-24	int_16	Данные 10-ой запрашиваемой точки int16
Запросные данные команды 159 : Чтение массива float (передаются 4-байтные типы данных, не только float, но и uint_32, int_32, uint_24)		
0	uint_8	Номер массива
1-2	int_16	Индекс начальной точки
3	uint_8	Смещение адреса между точками

4	uint_8	Количество точек (от 1 до 5 включительно)
Ответные данные команды 159 : Чтение массива float (передаются 4-байтные типы данных, не только float, но и uint_32, int_32, uint_24)		
0	uint_8	Номер массива
1-2	int_16	Индекс начальной точки
3	uint_8	Смещение адреса между точками
4	uint_8	Количество точек (от 1 до 5 включительно)
5-8	float	Данные 1-ой запрашиваемой точки
9-12	float	Данные 2-ой запрашиваемой точки
13-16	float	Данные 3-ей запрашиваемой точки
17-20	float	Данные 4-ой запрашиваемой точки
21-24	float	Данные 5-ой запрашиваемой точки
Запросные данные команды 162 : Запуск внутренних программ		
0	uint_8	Код внутренней программы
1	uint_8	Резерв (параметры запуска)
2	uint_8	Резерв (параметры запуска)
3	uint_8	Резерв (параметры запуска)
4	uint_8	Резерв (параметры запуска)
Ответные данные команды 162 : Запуск внутренних программ		
0	uint_8	Код внутренней программы
1	uint_8	Результат выполнения

Приложение Г

(обязательное)

Протокол информационного обмена ModBus RTU

Устройство для связи через последовательный порт использует протокол связи MODBUS.

Переменная	Тип	№ регистра	Регистр	Адрес	Описание
value1	swfloat	30001	input	0	Величина 1
percent1	swfloat	30003	input	2	Процент Величины 1 от диапазона измерения
value2	swfloat	30005	input	4	Величина 2
percent2	swfloat	30007	input	6	Процент Величины 2 диапазона для второй петли
current2	swfloat	30009	input	8	Ток второй петли
distance	swfloat	300011	input	10	Измеренная дальность
level	swfloat	300013	input	12	Измеренный уровень
temperature	swfloat	300015	input	14	Температура электронного блока
amplitude	swfloat	300017	input	16	Амплитуда отраженного импульса
taring	swfloat	300019	input	18	Результат тарирования
status	uint16	30021	input	20	Статус прибора
SerialNumber	uint32	30022	input	21	Серийный номер прибора
work_distance	uint16	40001	holding	0	Максимальная рабочая дальность, мм
base_height	uint16	40002	holding	1	Базовая высота установки прибора, мм
mode	uint16	40003	holding	2	Режим работы детектора ¹
PVindex	uint16	40004	holding	3	Индекс внутренней переменной присвоенной первой переменной ²
PVunitcode	uint16	40005	holding	4	Код единицы измерения первой переменной ³
PVmin	swfloat	40006	holding	5	Минимум диапазона первой переменной
PVmax	swfloat	40008	holding	7	Максимум диапазон первой переменной
PVdumping	swfloat	40010	holding	9	Время демпфирования первой переменной

SVindex	uint16	40012	holding	11	Индекс внутренней переменной присвоенной второй переменной ² (второй петле)
SVunitcode	uint16	40013	holding	12	Код единицы измерения второй переменной ³
SVmin	swfloat	40014	holding	13	Минимум диапазон второй переменной
SVmax	swfloat	40016	holding	15	Максимум диапазон второй переменной
SVdumping	swfloat	40018	holding	17	Время демпфирования второй переменной
filter_num	uint16	40020	holding	19	Фильтр детектора
skip	uint16	40021	holding	20	Граница верхнего неизмеряемого уровня, мм
lpf_border	swfloat	40022	holding	21	Граница фильтра верхнего неизмеряемого уровня, мм
threshold_1	swfloat	40024	holding	23	Порог 1
threshold_2	swfloat	40026	holding	25	Порог 2
e_gaz	swfloat	40028	holding	27	Диэлектрическая проницаемость газа
e_sre	swfloat	40030	holding	29	Диэлектрическая проницаемость среды

¹Режимы работы детектора

Режим работы	По предыдущему максимальному импульсу
По максимальному импульсу	0
По следующему максимальному импульсу	1
По предыдущему максимальному импульсу	2

²Индексы внутренних переменных

Внутренняя переменная	Индекс
Уровень	0
Дальность	1
Температура электронного блока	2
Амплитуда отраженного сигнала	3
Тарирование	4

³Единицы измерения

Единица измерения	Код
Температура, градусы Цельсия	32
Температура, градусы Фаренгейта	33
Температура, градусы Кельвина	35
Напряжение, милливольты	36
Напряжение, вольты	58
Расстояние, метры	45
Расстояние, сантиметры	48
Расстояние, миллиметры	49

Приложение Д

(обязательное)

Ведомость одиночного комплекта ЗИП

Одиночный комплект ЗИП предназначен для замены вышедших из строя узлов и деталей силами и средствами потребителя. Одиночный комплект ЗИП при необходимости возобновляется по заказу.

Состав одиночного комплекта ЗИП приведен в таблице Д.1.

Таблица Д. 1

Наименование	Обозначение	Количество, шт.	Примечание
Блок электронный	В соответствии с заказом	1	

Приложение Е

(обязательное)

Габаритные и установочные размеры преобразователей

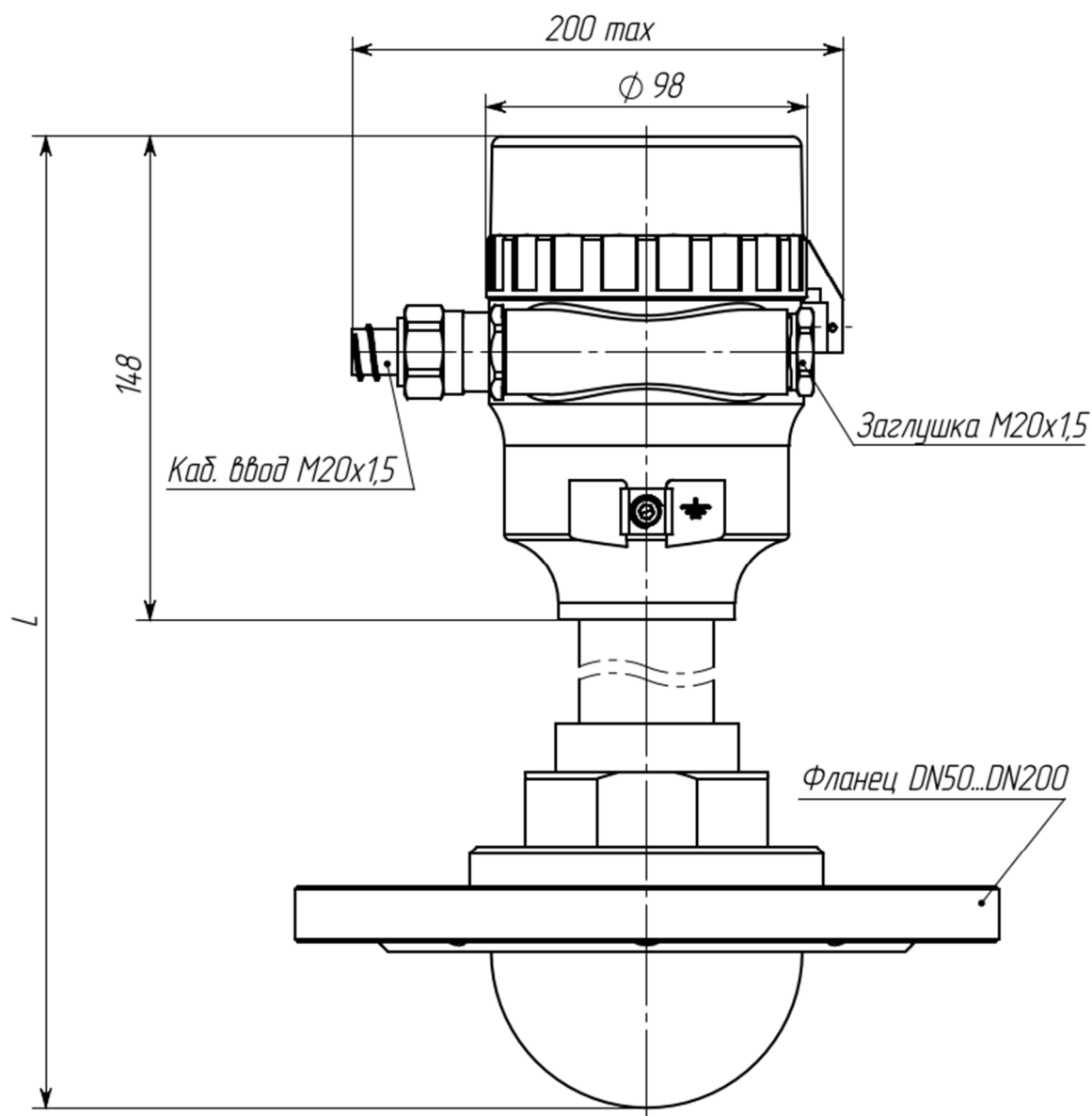


Таблица Е. 1

Температура измеряемой среды, °С, не более	L, мм, не более	Масса преобразователя, г, не более
160	270	2500
250	380	2600
Примечание – Масса преобразователя указана без учета массы фланца. Масса фланца по чертежу на фланец в соответствии с заказом.		

Рисунок Е. 1 – Габаритные и установочные размеры преобразователя однообъемного с диэлектрической линзовой антенной. Способ присоединения – фланцевый

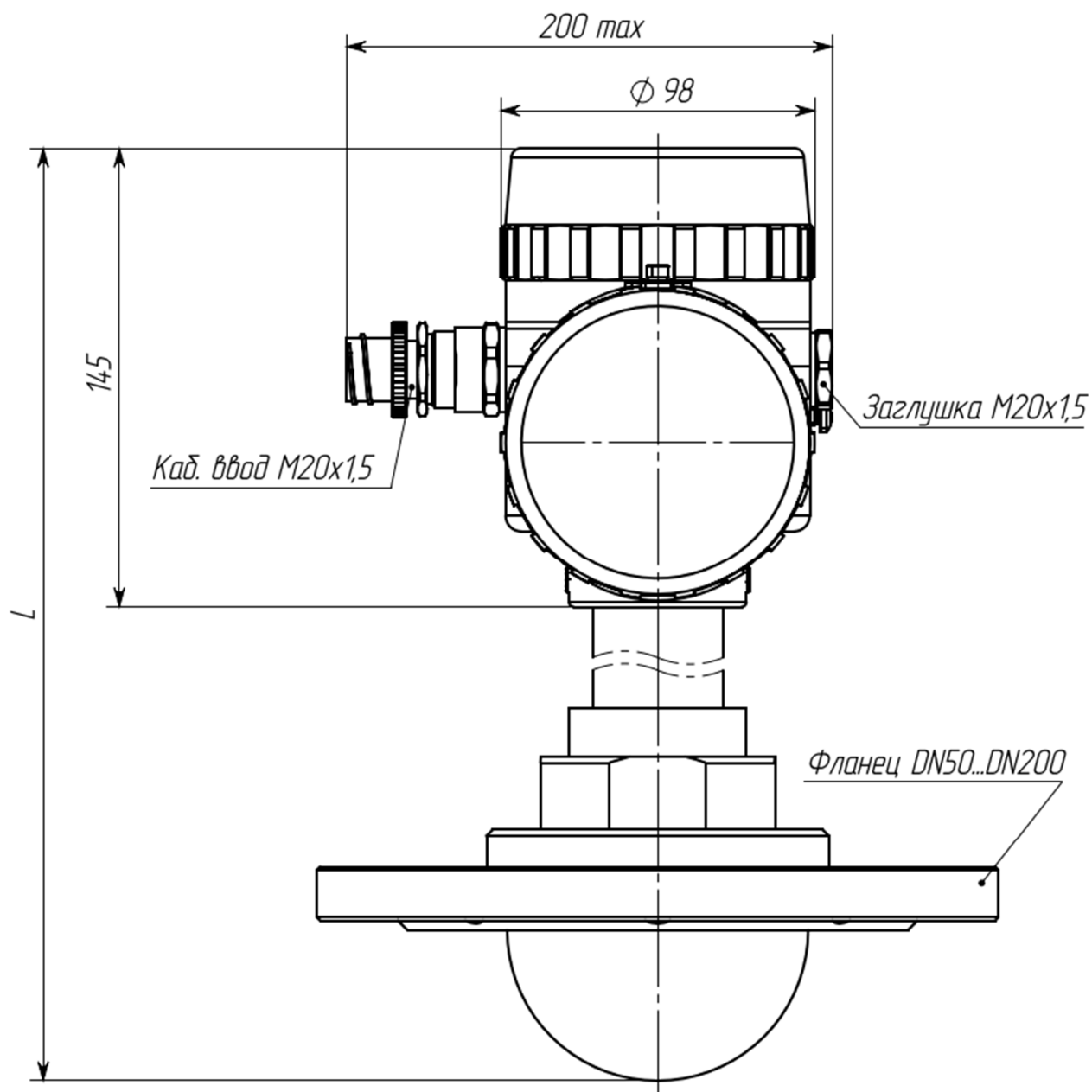
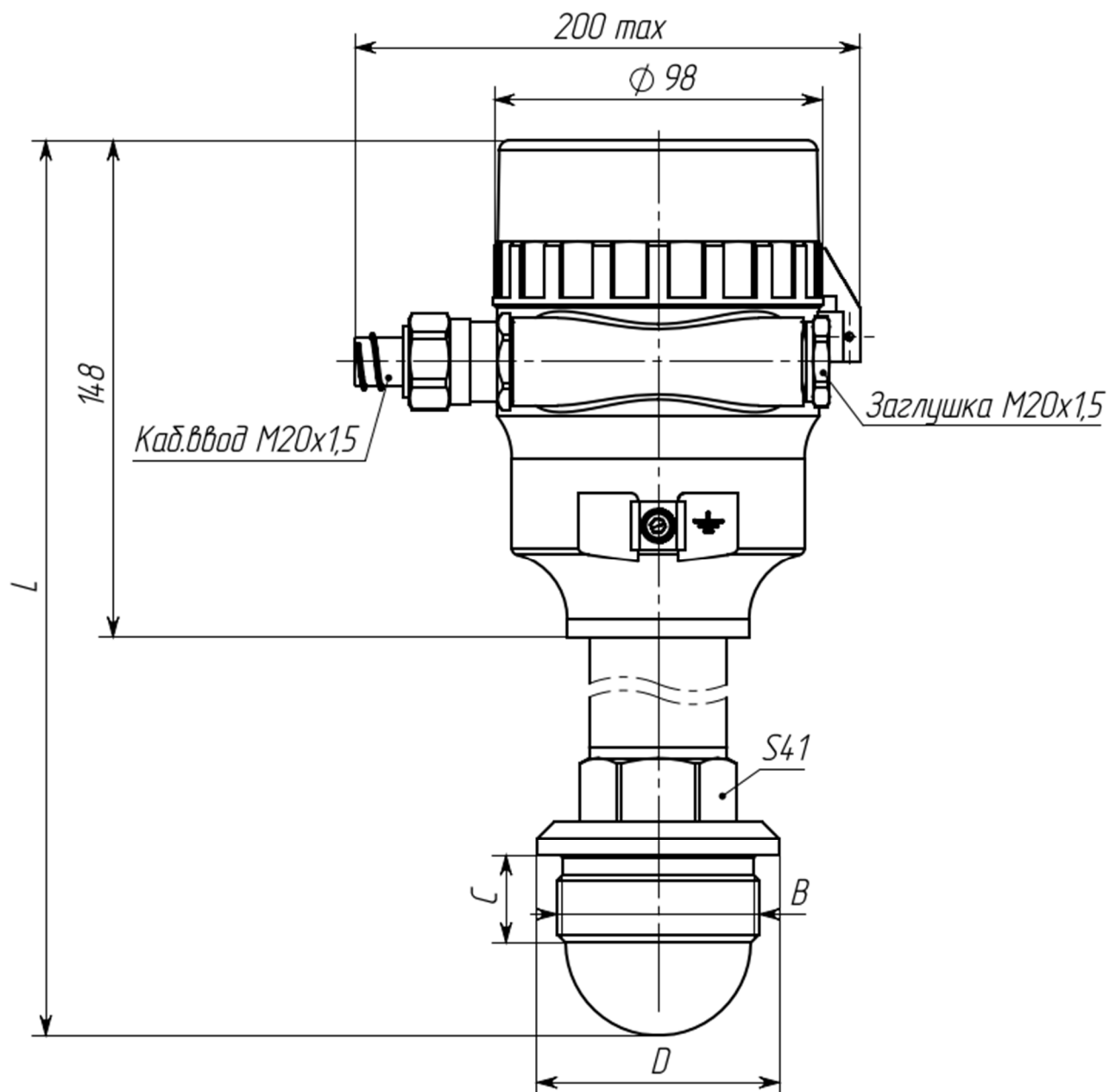


Таблица Е. 2

Температура измеряемой среды, °С, не более	L, мм, не более	Масса преобразователя, г, не более
160	270	2550
250	380	2650
Примечание – Масса преобразователя указана без учета массы фланца. Масса фланца по чертежу на фланец в соответствии с заказом.		

Рисунок Е. 2 – Габаритные и установочные размеры преобразователя двухобъемного с диэлектрической линзовой антенной. Способ присоединения – фланцевый

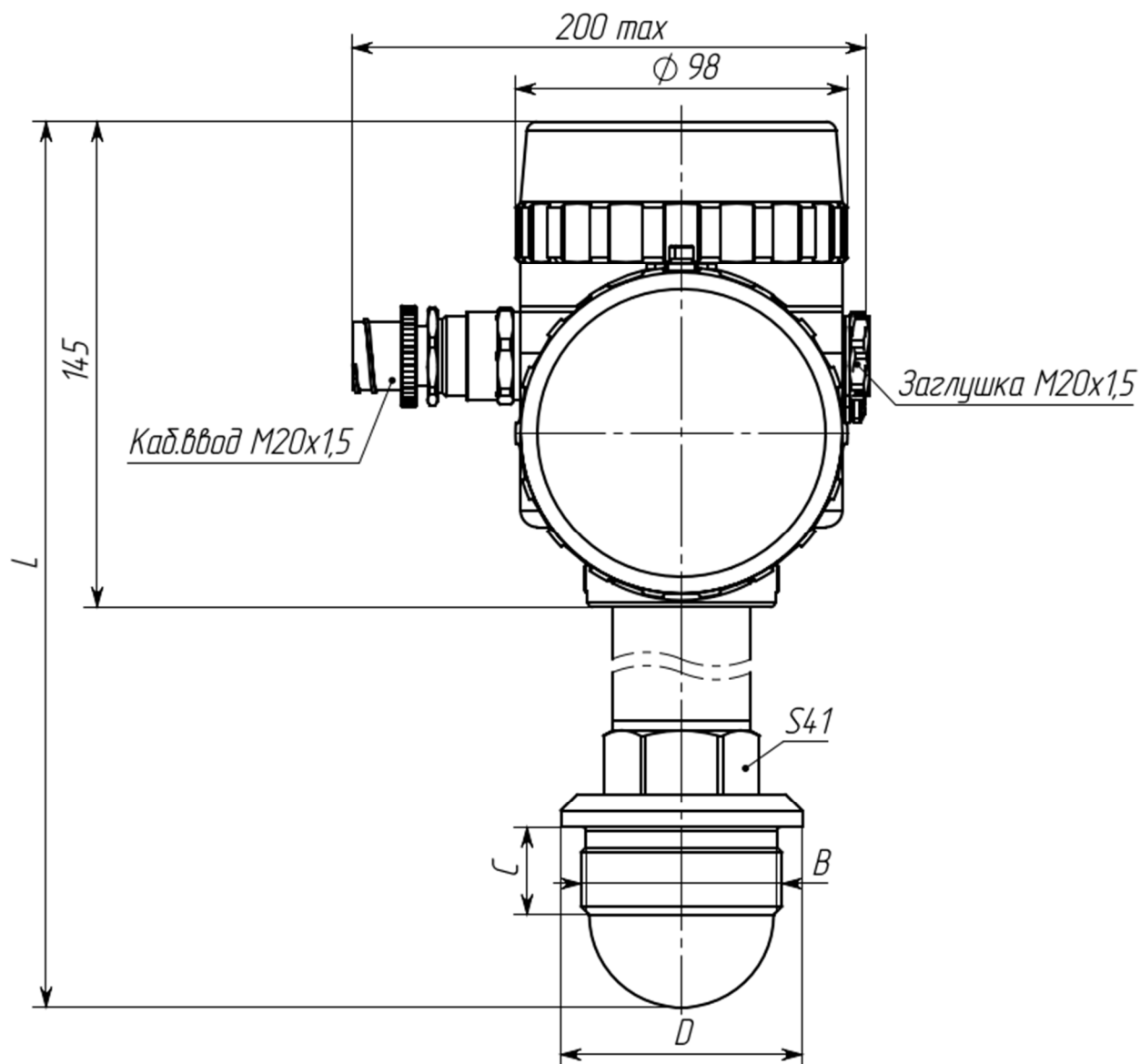


*B - диаметр резьбы штуцера в соответствии с исполнением;
 C - длина резьбовой части штуцера в соответствии с исполнением;
 D - диаметр уплотнительной поверхности;
 L - длина преобразователя.*

Таблица Е. 3

Температура измеряемой среды, °С, не более	L, мм, не более	Масса преобразователя со штуцером M48x2 или G1 1/2, г, не более	Масса преобразователя со штуцером M60x2 или G2, г, не более
160	240	3150	3850
250	350	3250	3950

Рисунок Е. 3 – Габаритные и установочные размеры преобразователя однообъемного с диэлектрической линзовой антенной. Способ присоединения – штуцер



*B - диаметр резьбы штуцера в соответствии с исполнением;
C - длина резьбовой части штуцера в соответствии с исполнением;
D - диаметр уплотнительной поверхности;
L - длина преобразователя.*

Таблица Е. 4

Температура измеряемой среды, °С, не более	L, мм, не более	Масса преобразователя со штуцером M48x2 или G1 1/2, г, не более	Масса преобразователя со штуцером M60x2 или G2, г, не более
160	240	3150	3850
250	350	3250	3950

Рисунок Е. 4 – Габаритные и установочные размеры преобразователя двухобъемного с диэлектрической линзовой антенной. Способ присоединения – штуцер

Приложение Ж

(обязательное)

Схемы электрические подключения

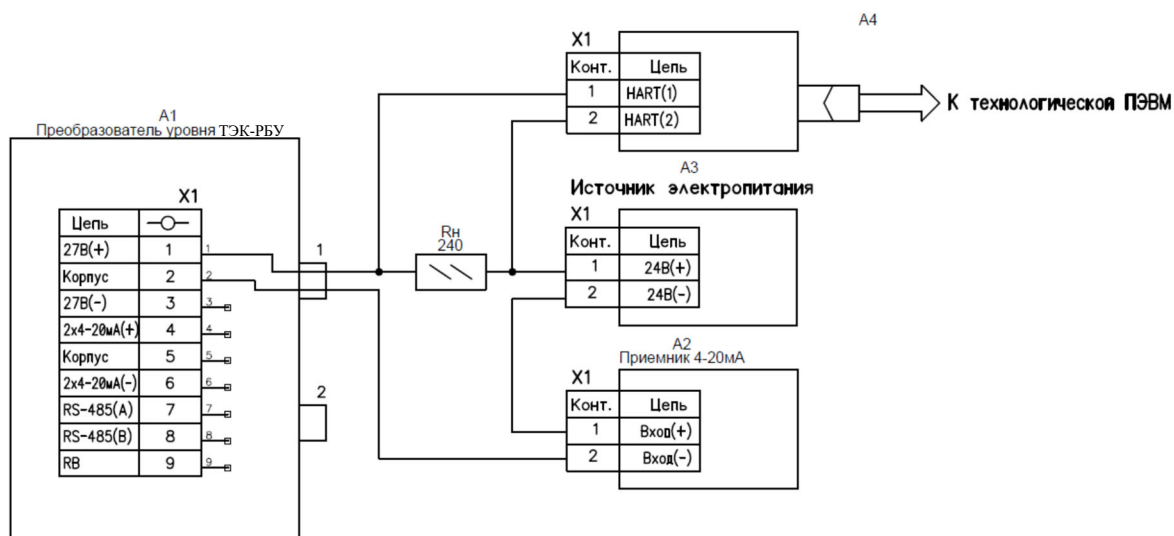


Рисунок Ж. 1 – Схема электрическая подключения преобразователя исполнения АЦ.

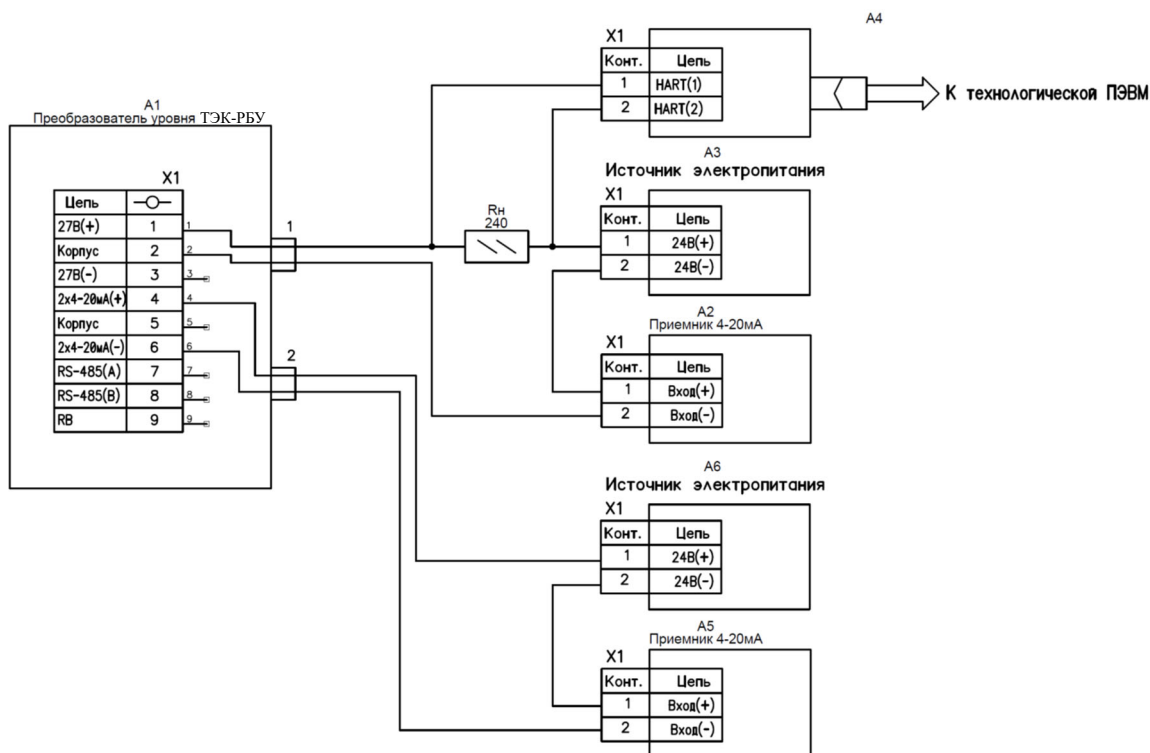


Рисунок Ж. 2 – Схема электрическая подключения преобразователя исполнения А2Ц.

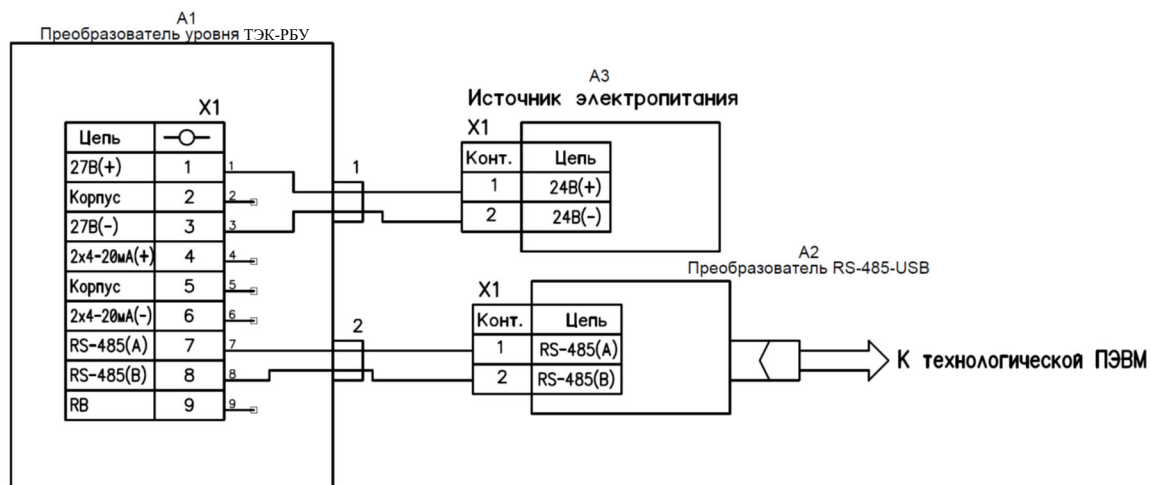


Рисунок Ж. 3 – Схема электрическая подключения преобразователя с выходным сигналом ЦС.

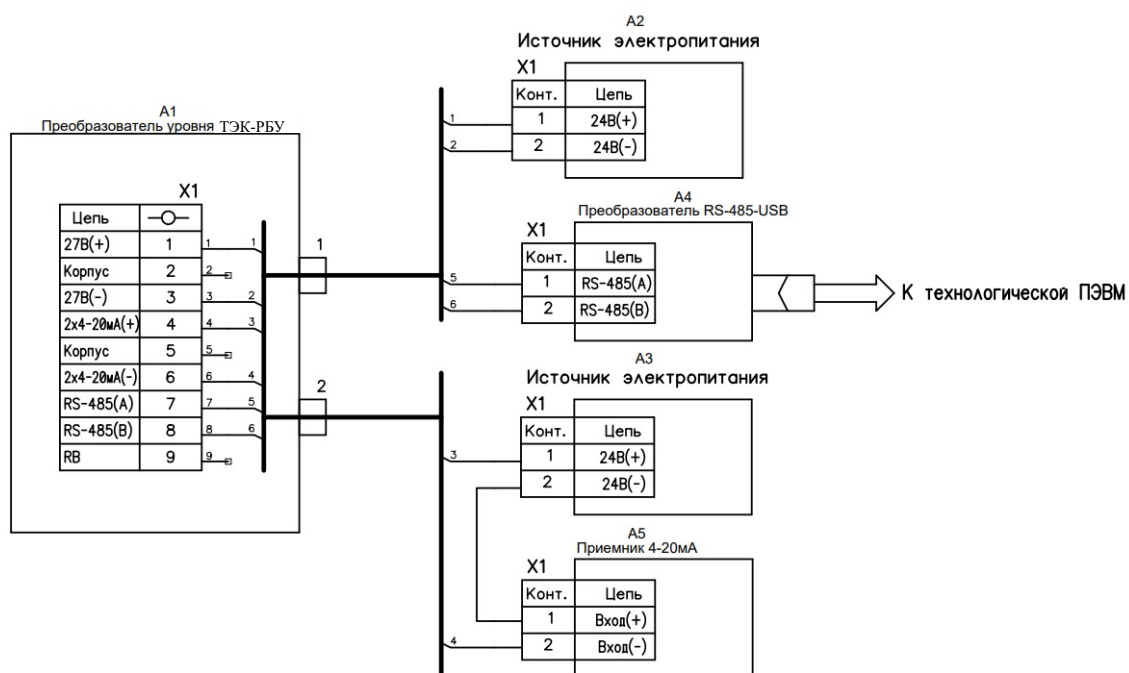


Рисунок Ж. 4 - Схема электрическая подключения преобразователя исполнения ЦС/А.

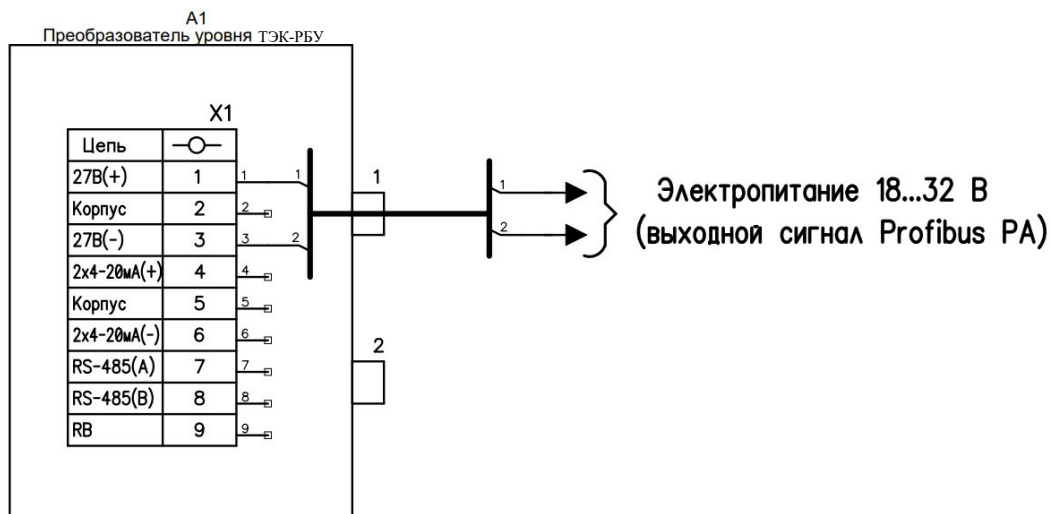


Рисунок Ж. 5 - Схема электрическая подключения преобразователя исполнения РА.

Примечания

- 1 Кабели связи не входят в комплект поставки преобразователей, но могут быть поставлены по заказу.
- 2 Рекомендуемое сечение жил кабелей для внешних подключений 0,35; 0,50; 0,75; 1,00; 1,50 мм².
- 3 Выбор марки кабеля осуществляется проектантом заказа.
- 4 Наружный диаметр кабелей выбирается от 8 до 13 мм.
- 5 Линии рекомендуется проводить экранированной витой парой.
- 6 Кабель связи заземляется только со стороны преобразователя.
- 7 Подключение преобразователя во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты искробезопасная цепь осуществляется через барьер искрозащиты. Барьер искрозащиты должен исключать заземление экрана кабеля.



390046, Рязанская обл., г. Рязань,
ул. Маяковского, д. 1а, стр. 2
sales@tek-systems.ru
+7 (4912) 40-73-25
tek-systems.ru

