

Утвержден

УНКР.407629.003 РЭ-ЛУ

ОКП 42 1451

**УРОВНЕМЕРЫ ТРОСИКОВЫЕ РАДИОВОЛНОВЫЕ УТР1**

Руководство по эксплуатации

УНКР.407629.003 РЭ



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
<b>ОПИСАНИЕ И РАБОТА</b>	
1 НАЗНАЧЕНИЕ.....	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	4
3 СОСТАВ.....	6
4 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ.....	7
5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ.....	8
6 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ УРОВНЕМЕРОВ.....	10
7 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.....	11
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ</b>	
8 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	12
9 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.....	13
10 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ УРОВНЕМЕРОВ.....	13
11 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ .....	13
12 ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	20
13 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	20
14 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	21
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
A Структура условного обозначения уровнемеров УТР1.....	22
B Структура условного обозначения датчиков уровнемеров УТР1.....	23
C Габаритные размеры датчиков.....	24
D Габаритные размеры блоков.....	26
E Схемы подключения уровнемеров.....	27
F Назначение секций выключателя S1 ЯК2А-1 для БИИ5 (ЯК7 для БТВИ5)	31
ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения уровнемеров тросиковых радиоволновых УТР1 ТУ 4214-033-29421521-08 (далее "уровнемеры") и служит для обслуживающего персонала как руководство при эксплуатации этого изделия.

Документ состоит из двух частей. Разделы с 1 по 7, ОПИСАНИЕ И РАБОТА, содержат сведения о назначении, технических данных, составе, устройстве, конструкции и принципах работы уровнемеров и их составных частей, а также сведения об условиях их эксплуатации, маркировке и пломбировании.

Разделы с 8 по 14, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ, излагают требования, необходимые для правильной эксплуатации уровнемеров и поддержания их в постоянной готовности к действию.

В связи с постоянно проводимыми работами по совершенствованию конструкции допускаются незначительные отличия параметров, не ухудшающие характеристики изделия. В содержание данного документа могут быть внесены изменения без предварительного уведомления.

Материал, представленный в настоящем документе, можно копировать и распространять при соблюдении следующих условий:

- весь текст должен быть скопирован целиком, без каких бы то ни было изменений и сокращений;
- все копии должны содержать ссылку на авторские права;
- настоящий материал нельзя распространять в коммерческих целях (с целью извлечения прибыли).

Все права защищены.

## ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Уровнемеры тросиковые радиоволновые УТР1-...-КМ(ТВ, RS, МИ) предназначены для непрерывного измерения в резервуарах:

- уровня и (или) высоты газового пространства (далее ВГП) от жидких, паящих, неоднородных, взрывоопасных продуктов, в том числе и нефтепродуктов;
- уровня и (или) ВГП от сыпучих кусковых материалов с различным размером гранул от 0 до 10 мм;
- индикации измеренного уровня или ВГП (для уровнемеров с датчиками, укомплектованными индикатором и клавиатурой).

1.2 В зависимости от типа выходного сигнала в состав уровнемера УТР1 согласно таблице 1 может входить датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1-0(1, 2) (далее датчик) и блок токового выхода искробезопасный БТВИ5, или блок интерфейса искробезопасный БИИ5М (БИИ5А) – далее блоки. Структура условного обозначения уровнемеров УТР1 приведена в приложении А. Структура условного обозначения датчиков уровнемеров УТР1 приведена в приложении В.

Таблица 1

Тип уровнемера	Тип датчика	Тип блока	Тип выходного сигнала уровнемера
УТР1-...-ТВ	УТР1-0(1, 2)	БТВИ5	Значения измеренного датчиком уровня выводятся в виде тока в диапазоне от 4 до 20 мА
УТР1-...-RS		БИИ5М	Значения измеренной датчиком ВГП выводятся в виде последовательного интерфейса RS-485 по протоколу Modbus RTU
УТР1-...-КМ		БИИ5А	Значения измеренной датчиком ВГП выводятся в виде последовательного кода в асинхронном полудуплексном режиме по внутреннему протоколу версии 3.0. Данный уровнемер предназначен для связи с контроллерами
УТР1-...-МИ		-	Местная индикация измеренных параметров с помощью жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) датчика

1.3 В зависимости от применения в состав уровнемера может входить датчик с чувствительным элементом (далее “ЧЭ”): тросом диаметром 4 мм или 6 мм, или стержнем диаметром 16 мм согласно таблице 2.

1.4 Уровнемер УТР1-...-ТВ обеспечивает формирование токового сигнала 4...20 мА, в значении которого содержится информация о значении измеренного уровня.

Таблица 2

Тип датчика	Основное применение датчика	Диаметр ЧЭ, мм/ разрушающая нагрузка, кг
УТР1-0	Для измерений уровня жидких продуктов	4 / 1000 (гибкий)
УТР1-1	Для измерений уровня сыпучих продуктов с большой нагрузкой на трос ЧЭ	6 / 2200 (гибкий)
УТР1-2	Для измерений уровня жидких и сыпучих продуктов	16 / 2200 (жесткий составной)

1.5 Уровнемер УТР1-...-RS имеет выходной сигнал в виде последовательного интерфейса RS-485, причем передача результатов измерений организована в формате протокола Modbus RTU.

1.6 Уровнемер УТР1-...-КМ имеет выходной сигнал в виде последовательного кода в асинхронном полудуплексном режиме по внутреннему протоколу версии 3.0. Скорость передачи составляет 2400 бит/с. Данный комплект уровнемеров предназначен для связи с контроллерами.

1.7 Уровнемер УТР1-...-МИ состоит из датчика с ячейкой индикации ЯИ10-1 (далее “ЯИ10”), которая осуществляет индикацию измеренных параметров с помощью жидкокристаллического индикатора (далее “ЖКИ”), расположенного в корпусе датчика, и клавиатуры на корпусе датчика для изменения параметров индикации.

1.8 Датчики уровнемеров УТР1-...-КМ(ТВ, RS) могут поставляться с ЯИ10, которая осуществляет индикацию измеренных параметров с помощью ЖКИ, при этом для изменения параметров индикации датчик комплектуется клавиатурой.

1.9 Номенклатура выпускаемых уровнемеров определяется необходимой точностью измерений уровня, типом выходного сигнала и конструктивными особенностями резервуара. Разнообразие уровнемеров позволяет использовать их в различных структурах автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее “АСУ ТП”), построенных на основе промышленных контроллеров.

1.10 Условия эксплуатации и степень защиты датчиков

1.10.1 Номинальные значения климатических факторов – согласно ГОСТ 15150 для климатического исполнения ОМ1,5, но при этом значения следующих факторов устанавливаются равными:

- для датчиков УТР1-0(1, 2) без ЯИ10 рабочая температура окружающей среды от минус 45 до +85 °С;
- для датчиков УТР1-0(1, 2) с ЯИ10, входящих в уровнемеры УТР1-...-КМ(ТВ, RS), рабочая температура окружающей среды от минус 40 до +75 °С (считывание данных с ЖКИ гарантируется при температуре окружающей среды более минус 30 °С);
- для датчиков УТР1-0(1, 2), входящих в уровнемеры УТР1-...-МИ, рабочая температура окружающей среды от минус 30 до +75 °С;
- влажность воздуха 100 % при 35 °С (категория 5 исполнения ОМ);
- пределы изменения атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа;
- тип атмосферы III, IV (морская и приморскопромышленная).

Примечание - По специальному заказу по согласованию с разработчиком возможно изготовление датчиков с диапазоном температур внешней среды

менее минус 45 и более +85 °С.

1.10.2 Датчики уровнемеров УТР1-...-ТВ(RS, КМ) предназначены для установки на объектах в зонах классов 0, 1 и 2 по ГОСТ Р 52350.10, где возможно образование смесей горючих газов и паров с воздухом категории IIB групп Т3, Т4 или Т5 в зависимости от температуры установочной втулки.

Датчики уровнемеров УТР1-...-МИ предназначены для установки вне взрывоопасных зон.

1.10.3 Датчики уровнемеров УТР1-...-ТВ(RS, КМ) имеют взрывозащищенное исполнение, соответствуют требованиям ГОСТ Р 52350.0, ГОСТ Р 52350.11, имеют вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь” уровня “ia” для взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом категории IIB по ГОСТ Р 51330.11, температурных групп Т3, Т4 или Т5 по ГОСТ Р 52350.0, маркировку взрывозащиты “0ExiaIIBT3/T4/T5 X” по ГОСТ Р 52350.0 и могут применяться во взрывоопасных зонах класса 0, 1 и 2 согласно требованиям ГОСТ Р 52350.10 или других нормативно-технических документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

Датчики уровнемеров УТР1-...-МИ не имеют взрывозащищенного исполнения и маркировки взрывозащиты.

1.10.4 Знак “X” указывает на специальные условия безопасного применения датчиков:

- датчики применяются только в комплекте с блоками БТВИ5, БИИ5А, БИИ5М, имеющими вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, искробезопасные цепи уровня “ia” для взрывоопасных смесей категории IIB и параметры искробезопасных выходов  $U_0 \leq 14,3$  В;  $I_0 \leq 470$  мА;
- необходимость предотвращения условий образования искр от трения или соударения с корпусом датчиков во взрывоопасной зоне;
- необходимость предотвращения условий образования зарядов статического электричества на защитной крышке датчика (запрещается чистка, протирка и другие действия, нарушающие электростатическую безопасность; допускается протирка только влажной тканью) во взрывоопасной зоне при ее наличии.

1.10.5 По устойчивости к механическим воздействиям уровнемеры соответствуют исполнению N1 по ГОСТ Р 52931.

1.10.6 Стойкость датчиков к агрессивным и взрывоопасным средам ограничена применяемыми материалами: фторопласт-4, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, AISI 316 и AISI 316 Ti.

1.11 Условия эксплуатации и степень защиты блоков

1.11.1 Номинальные значения климатических факторов – согласно ГОСТ 15150 для климатического исполнения УХЛ4, при этом значения климатических факторов должны быть следующими:

- рабочая температура внешней среды от минус 20 до +50 °С;
- влажность воздуха 80 % при 35 °С;
- тип атмосферы II (промышленная).

1.11.2 Блоки соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ Р 52350.0, ГОСТ Р 52350.11, имеют для выходных цепей вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, искробезопасные цепи уровня “ia” для взрывоопасных смесей горючих газов и паров с воздухом категории IIB по ГОСТ Р 51330.11, маркировку взрывозащиты “[Exia]IIB”.

1.11.3 Блоки предназначены для установки вне взрывоопасной зоны.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1 Параметры контролируемой среды:

- рабочее избыточное давление – не более 4,0 МПа;
- температура контролируемой среды – не более +150 °С;
- вязкость жидкости не ограничивается;
- диэлектрическая проницаемость продукта не менее 1,9.

2.2 Рабочий диапазон измерений ВГП составляет от 750 до 15000 мм от установочной втулки датчика (см. приложение С) и определяется при заказе. Минимальный измеряемый уровень продукта 350 мм.

2.3 Скорость изменения уровня продукта не должна превышать 0,04 м/с.

2.4 Время установления рабочего режима – не более трех минут.

2.5 Скорость измерений – не менее одного измерения в секунду.

2.6 Уровнемеры предназначены для непрерывной работы.

2.7 Погрешность измерений уровня состоит из погрешности датчиков и погрешности преобразования блоков.

2.7.1 Метрологические характеристики уровнемеров в зависимости от длины чувствительного элемента датчика приведены в таблице 3.

2.7.2 Значение погрешностей преобразования блоков определяется типом их выходного сигнала. В случае, когда выходным сигналом уровнемеров является последовательный интерфейс RS-485 (уровнемер УТР1-...-RS) или внутренний протокол версии 3.0 (уровнемер УТР1-...-КМ), блоки не вносят погрешности в результаты измерений уровня, осуществляя лишь преобразование кодов в соответствующий выходу цифровой формат.

Если выходные сигналы уровнемеров представляют собой токовые выходы (уровнемер УТР1-...-ТВ), то на погрешность измерений уровня накладывается погрешность преобразования цифрового значения результата измерений в значение величины выходного токового сигнала БТВИ5. Основная приведенная погрешность цифро-аналогового преобразования БТВИ5 не превышает  $\pm 0,1$  %.

2.7.3 Вариация выходного сигнала при измерении уровня (ВГП) не превышает абсолютного значения основной погрешности.

Примечания

- 1 Наличие возмущений на поверхности жидкости ухудшает точность измерений уровня.
- 2 Отклонение от плоскостности поверхности сыпучих продуктов ухудшает точность измерений уровня.
- 3 При измерении уровня сыпучих продуктов погрешность измерений может быть больше указанной в таблице 3. Это обусловлено размерами гранул, сравнимыми со значением основной погрешности измерений.

Таблица 3

Метрологические характеристики	УТР1-...-RS(КМ, МИ)		УТР1-...-ТВ	
	Длина ЧЭ от 1500 до 3000 мм	Длина ЧЭ св. 3000 до 15000 мм	Длина ЧЭ от 1500 до 3000 мм	Длина ЧЭ св. 3000 до 15000 мм
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений уровня (ВГП), мм	±10	±5	-	-
Пределы допускаемой приведенной основной погрешности измерений уровня (ВГП) при выводе значений уровня в виде токового сигнала, %	-	-	±0,3	±0,15
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений уровня (ВГП) при выводе значений уровня на ЯИ10, мм	±10	±5	±10	±5
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности измерений уровня (ВГП), вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С, мм	±10	±5	-	-
Пределы допускаемой приведенной дополнительной погрешности измерений уровня (ВГП), вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С, %	-	-	±0,3	±0,15
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности измерений уровня (ВГП), вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С, при выводе значений уровня на ЯИ10, мм	±10	±5	±10	±5

## 2.8 Характеристики выходных сигналов

### 2.8.1 Характеристики токового сигнала БТВИ5:

- диапазон токового сигнала – от 4 до 20 мА (что соответствует ВГП от 15000 до 500 мм);
- максимальное сопротивление нагрузки – 750 Ом;
- амплитуда переменной составляющей выходного токового сигнала не превышает 0,1 мА;
- период переменной составляющей выходного токового сигнала составляет 1,6 мс;
- рекомендуемая полоса пропускания фильтра низких частот второго порядка токоприемного канала промышленного контроллера не должна превышать 10 Гц.

### 2.8.2 Характеристики БИИ5М:

- тип интерфейса – RS-485;
- программируемая скорость передачи до 19200 бит/с;
- программируемый контроль четности;
- логический протокол – Modbus RTU (программируемый адрес).

### 2.8.3 Характеристики БИИ5А:

- логический протокол – Альбатрос 3.0;
- скорость передачи 2400 бит/с;
- программируемый контроль четности.

### 2.8.4 Характеристики модуля интерфейса МИ5.

Модуль интерфейса МИ5 из комплекта датчика предназначен для изменения настроек датчика, калибровки датчика, получения информации о работе датчика по интерфейсу RS-232 во время наладки датчика. Модуль интерфейса МИ5 поставляется по требованию заказчика. Порядок работы модуля интерфейса МИ5 описан в УНКР.407629.003 И15.

## 2.9 Электрические параметры и характеристики

2.9.1 Питание уровнемеров УТР1-...-RS(КМ, ТВ) осуществляется от внешнего гальванически изолированного от силовой цепи стабилизированного источника питания постоянного тока (напряжение +24 В ± 10 %), при этом ток потребления уровнемеров не превышает 1000 мА.

2.9.2 Питание уровнемеров УТР1-...-МИ осуществляется от внешнего стабилизированного источника питания постоянного тока (напряжение +12 В ± 5 %). Ток потребления уровнемеров не превышает 320 мА.

2.9.3 Питание датчиков уровнемеров УТР1-...-RS(КМ, ТВ) осуществляется блоками гальванически изолированным искробезопасным постоянным напряжением +12 В ± 5 %. Ток потребления датчика не превышает 320 мА.

2.9.4 Электрическая изоляция блоков при температуре окружающего воздуха от +15 до +35 °С и относительной влажности от 30 до 80 % выдерживает в течение одной минуты без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение между искробезопасными цепями и искроопасными цепями – напряжение ~1500 В, 50 Гц (эффективное значение).

2.9.5 Электрическое сопротивление изоляции между искробезопасными цепями и искроопасными цепями, цепями питания и выходными цепями:

- не менее 20 МОм при нормальных условиях;
- не менее 5 МОм при верхнем значении температуры рабочих условий.

2.9.6 Рабочая частота СВЧ-тракта составляет 10 ГГц.

2.9.7 Интенсивность электромагнитного поля на расстоянии более 0,2 м от чувствительного элемента датчика не превышает 1 мкВт/см<sup>2</sup> (безопасно для оператора).

2.9.8 По степени защиты от поражения электрическим током уровнемеры относятся к классу защиты III в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0.

2.9.9 Связь датчика с блоком осуществляется с помощью экранированного четырехпроводного кабеля с наружным диаметром не более 9 мм. Для повышения устойчивости датчиков к промышленным помехам рекомендуется применять кабель - две витые пары в экране, например КВВГЭ 4х1 ГОСТ 1508.

### 3 СОСТАВ

2.9.10 Нормальное функционирование уровнемера обеспечивается при длине соединительного кабеля между датчиком и блоком не более 0,5 км. Решается применение экранированных контрольных кабелей со следующими параметрами:  $R_{КАБ} \leq 6$  Ом,  $C_{КАБ} \leq 0,1$  мкФ,  $L_{КАБ} \leq 0,5$  мГн.

2.9.11 Уровнемеры отвечают требованиям ГОСТ Р 51318.22 по уровню излучаемых радиопомех и ГОСТ Р 53390 по уровню кондуктивных помех.

2.9.12 Обмен информацией датчика с блоками ведется последовательным кодом в асинхронном полудуплексном режиме по внутреннему протоколу версии 3.0. Скорость передачи составляет 2400 бит/с.

#### 2.10 Надежность

2.10.1 Средняя наработка на отказ уровнемеров с учетом технического обслуживания, регламентируемого данным руководством по эксплуатации, не менее 100000 ч.

2.10.2 Срок службы уровнемера составляет 14 лет.

#### 2.11 Конструктивные параметры

2.11.1 Уровнемеры, имеющие одинаковое условное обозначение, являются взаимозаменяемыми (за исключением тех случаев, когда требуется калибровка на объекте).

2.11.2 Уровнемеры относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым, изделиям конкретного назначения, вид I по ГОСТ 27.003.

2.11.3 Степень защиты оболочки датчиков IP68 по ГОСТ 14254 (пыленепроницаемость и защита при длительном погружении в воду).

2.11.4 Степень защиты оболочки блоков IP20 по ГОСТ 14254 (защита от проникновения твердых тел размером более 12,5 мм).

2.11.5 Масса датчиков и их габаритные размеры приведены в приложении С.

2.11.6 Чувствительный элемент датчика сменный.

2.11.7 Длина чувствительного элемента датчика определяется при заказе, при этом:

- минимальная длина чувствительного элемента датчиков 1500 мм;
- максимальная длина чувствительного элемента датчиков 15000 мм.

2.11.8 Масса блоков не более 0,4 кг.

2.11.9 Габаритные размеры блоков не превышают 100x75x109,5 мм. Габаритные размеры блоков приведены в приложении D.

3.1 Комплект поставки уровнемеров тросиковых радиоволновых УТР1 следующий:

В комплект поставки уровнемеров УТР1-...-ТВ входят:

- руководство по эксплуатации УНКР.407629.003 РЭ - 1 шт.;
- паспорт УНКР.407629.003 ПС - 1 шт.;
- методика поверки УНКР.407629.003 МП - 1 шт.;
- инструкция по наладке УНКР.407629.003 И15 - 1 шт.;
- комплект датчика: - 1 шт.;
- датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1 УНКР.407529.003 (-01, -02) - 1 шт.;
- ящик ВМПК.321312.002/004 - 1 шт.;
- комплект монтажных частей - 1 шт.;
- комплект блока токового выхода искробезопасного БТВИ5: - 1 шт.;
- блок токового выхода искробезопасный УНКР.468157.106 - 1 шт.;
- тара транспортная УНКР.321312.113-03 - 1 шт.

В комплект поставки уровнемеров УТР1-...-RS входят:

- руководство по эксплуатации УНКР.407629.003 РЭ - 1 шт.;
- паспорт УНКР.407629.003 ПС - 1 шт.;
- методика поверки УНКР.407629.003 МП - 1 шт.;
- инструкция по наладке УНКР.407629.003 И15 - 1 шт.;
- комплект датчика: - 1 шт.;
- датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1 УНКР.407529.003 (-01, -02) - 1 шт.;
- ящик ВМПК.321312.002/004 - 1 шт.;
- комплект монтажных частей - 1 шт.;
- комплект блока интерфейса искробезопасного БИИ5М: - 1 шт.;
- блок интерфейса искробезопасный УНКР.468157.105 - 1 шт.;
- тара транспортная УНКР.321312.113-01 - 1 шт.

В комплект поставки уровнемеров УТР1-...-КМ входят:

- руководство по эксплуатации УНКР.407629.003 РЭ - 1 шт.;
- паспорт УНКР.407629.003 ПС - 1 шт.;
- методика поверки УНКР.407629.003 МП - 1 шт.;
- инструкция по наладке УНКР.407629.003 И15 - 1 шт.;
- комплект датчика: - 1 шт.;
- датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1 УНКР.407529.003 (-01, -02) - 1 шт.;
- ящик ВМПК.321312.002/004 - 1 шт.;
- комплект монтажных частей - 1 шт.;
- комплект блока интерфейса искробезопасного БИИ5А: - 1 шт.;
- блок интерфейса искробезопасный УНКР.468157.105-01 - 1 шт.;

– тара транспортная УНКР.321312.113-01 - 1 шт.

В комплект поставки уровнемеров УТР1-...-МИ входят:

- руководство по эксплуатации УНКР.407629.003 РЭ - 1 шт.;
- паспорт УНКР.407629.003 ПС - 1 шт.;
- методика поверки УНКР.407629.003 МП - 1 шт.;
- инструкция по наладке УНКР.407629.003 И15 - 1 шт.;
- комплект датчика: - 1 шт.;
- датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1 УНКР.407529.003 (-01, -02) - 1 шт.;
- ящик ВМПК.321312.002/004 - 1 шт.;
- комплект монтажных частей - 1 шт.

Примечания

1 Тип и длина чувствительного элемента датчика определяется при заказе.

2 Уровнемеры с датчиками УТР1-0(1) поставляются в ящиках ВМПК.321312.002, уровнемеры с датчиками УТР1-2 поставляются в ящиках ВМПК.321312.004. Допускается при групповой поставке упаковывать в один ящик до двух датчиков.

3 В комплект монтажных частей входят:

- номерное сигнальное устройство – наклейка СК2 - до 2 шт.\*;
- заглушка УНКР.711100.001 - 1 шт.\*\*;
- втулка УНКР.302639.001 - 1 шт.;
- прокладка УНКР.754176.002 - 1 шт.;
- модуль интерфейса МИ5 УНКР.467451.008 - 1 шт.\*\*\*

Примечания

1 "\*" В зависимости от заказа.

2 "\*\*\*" Удаляется из кабельного ввода при подключении питания датчика.

3 "\*\*\*\*" Поставляется при необходимости коррекции настроек датчика на объекте эксплуатации.

Дополнительные опции датчика уровня тросикового радиоволнового УТР1:

- ячейка индикации ЯИ10-01 УНКР.468365.001-01 - 1 шт.\*;
- крышка защитная УНКР.754524.001 - 1 шт.\*\*

Примечания

4 "\*" Вместе с ЯИ10 устанавливается клавиатура трехкнопочная УНКР.468.316.001, крышка клавиатуры УНКР.754524.002 или крышка защитная УНКР.754524.001, поставляется руководство оператора УНКР.407529.003–XXX РО (где XXX – номер текущей версии программного обеспечения).

5 "\*\*\*" При комплектации датчика крышкой клавиатуры УНКР.754524.002 крышка защитная УНКР.754524.001 не поставляется.

6 Ячейка индикации ЯИ10 устанавливается в корпус датчика на предприятии-изготовителе.

#### 4 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1 Уровнемер состоит из датчика, обеспечивающего измерение ВГП и выдающего информацию о результатах измерений, и блока, обеспечивающего питание подключенного к нему датчика и формирование выходных информационных сигналов на основе полученных результатов измерений.

Уровнемер УТР1-...-МИ состоит из датчика с ячейкой индикации, на которой отображаются значения измеренного уровня или ВГП, температуры внутри корпуса датчика и статуса измеренного уровня (ВГП).

4.2 Измерение ВГП производится радиолокационным методом. Частотно-модулированный сигнал сверхвысокой частоты по чувствительному элементу излучается в направлении к поверхности продукта (цели) и, отразившись от цели, принимается и обрабатывается датчиком. ВГП пропорционально разностной (дальномерной) частоте принятого и излучаемого сигналов и вычисляется по формуле:

$$L_{ц} = S \cdot F, \quad (1)$$

где  $L_{ц}$  - ВГП от поверхности продукта, м;  
 $F$  - дальномерная частота, Гц;  
 $S$  - коэффициент пересчета, м/Гц.

## 5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5.1 Функционально датчик состоит из следующих частей:

- чувствительный элемент;
- блок плат БЛП1 (СВЧ-модуль);
- ячейка преобразования ЯПР45.

5.1.1 Чувствительный элемент (ЧЭ) обеспечивает направленность излучения с целью улучшения сигнала и повышения чувствительности устройства за счет уменьшения помех, связанных с отражением сигнала от мешающих объектов и от стенок резервуара.

5.1.2 ЧЭ являются сменными, возможна замена одного типа ЧЭ на другой при последующей проверке и, возможно, перекалибровке датчика на предприятии-изготовителе или сертифицированными специалистами у заказчика. При смене ЧЭ одного типа проверка и перекалибровка не требуется.

5.1.3 СВЧ-модуль формирует зондирующий частотно-модулированный СВЧ-сигнал, принимает и усиливает отраженный сигнал, выделяет разностный сигнал дальномерной частоты. Для дальнейшей обработки сигнал поступает на модуль процессора. Частота зондирующего сигнала от 9 до 10 ГГц. Большой динамический диапазон СВЧ-модуля обеспечивает стабильную работу датчика при работе с различными продуктами и при различном состоянии поверхности жидкости.

5.1.4 Ячейка преобразования ЯПР45 выполняет следующие функции:

- формирование сигнала управления СВЧ-генератором;
- автоматическое регулирование уровня сигнала дальномерной частоты;
- аналогово-цифровое преобразование сигнала дальномерной частоты, полученного от СВЧ-модуля;
- адаптивную цифровую фильтрацию сигнала с целью подавления помех;
- вычисление ВГП;
- обмен информацией с блоками.

5.1.5 Модулирующая функция (функция управления СВЧ-генератором) имеет специальный вид, который непрерывно корректируется в зависимости от изменений характеристик СВЧ-генератора, связанных с изменением температуры внешней среды, старением, изменением питающих напряжений и пр.

5.2 Конструктивно датчик УТР1-0(1) состоит из электронного блока и чувствительного элемента с грузом на конце, датчик УТР1-2 состоит из электронного блока и чувствительного элемента без груза. Внешний вид, габаритные и установочные размеры датчика приведены в приложении С.

5.2.1 Электронный блок выполнен в металлическом корпусе. На внешней стороне блок имеет ввод под кабель связи и питания. Верхняя крышка выполнена съемной для доступа к электронной части (необходимо при проведении регулировок датчика).

5.2.2 ЧЭ датчиков (см. рисунок 1) располагается внутри резервуара.

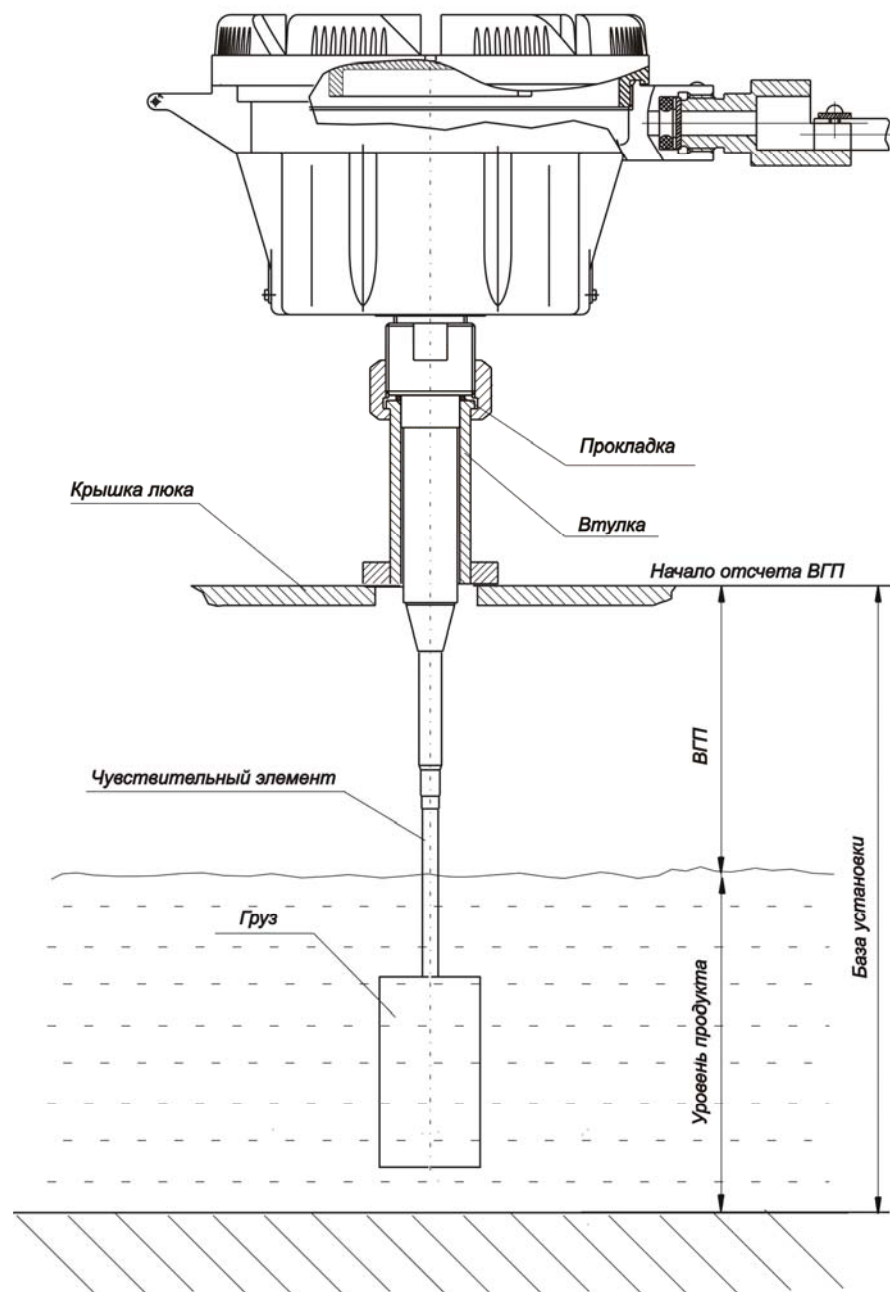


Рисунок 1 – Внешний вид датчика на резервуаре



5.2.3 Установка датчиков осуществляется в верхней части резервуара на любой имеющейся или специально образованной горизонтальной поверхности (максимальное отклонение оси датчика от вертикали  $\pm 5^\circ$ ). Допускается использование других вариантов установки датчиков по согласованию с предприятием-изготовителем. Рекомендуемый вариант установки посадочного места датчиков УТР1 на емкости показан на рисунке 2.

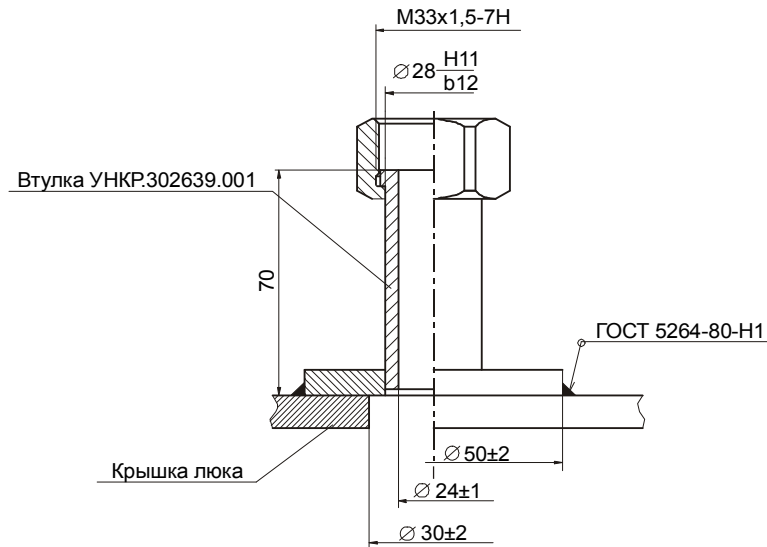


Рисунок 2 - Рекомендуемый вариант посадочного места датчиков УТР1 на резервуаре

### 5.3 Устройство и работа блоков

5.3.1 Блоки представляют собой устройства, построенные на микроконтроллерах семейства PICmicro фирмы Microchip Technology Inc. и выполняющие функции вторичных преобразователей по отношению к датчику.

5.3.2 Блоки устанавливаются в операторных и предназначены для обеспечения информационного обмена и искробезопасного питания датчиков, установленных во взрывоопасной зоне.

5.3.3 Каждый из блоков имеет в своем составе:

- ячейку коммутации (ЯК2А-1 для БИИ5М, ЯК11 для БИИ5А и ЯК7 для БТВИ5), обеспечивающую физическое соединение и взаимодействие остальных узлов блока и подключение электрических цепей внешних устройств;
- ячейку искрозащиты (ЯИЗ13), в задачи которой входит обеспечение искробезопасного питания датчика, а также реализация гальванически изолированных цепей асинхронной последовательной связи с датчиком.

Отличием БТВИ5, БИИ5М и БИИ5А между собой является наличие в их составе узлов:

- для БТВИ5 – это ячейка токового выхода (ЯТВ4), представляющая собой преобразователь “код–ток” и предназначенная для вывода на внешние устройства с токовым входом значения измеренного уровня в виде токового сигнала, 0 % и 100 % шкалы которого соответствуют 4 мА и 20 мА;
- для БИИ5М – это ячейка связи (ЯС), основной задачей которой является преобразование цифровых сигналов ячейки коммутации в гальванически изолированные уровни последовательного асинхронного интерфейса RS-485 и, с помощью внутреннего микроконтроллера, реализация логического протокола Modbus RTU.
- для БИИ5А – это отсутствие ЯС для преобразования цифровых сигналов ячейки коммутации в гальванически изолированные уровни последовательного асинхронного интерфейса RS-485.

5.3.4 Формат представления данных для цифровых выходов (уровнемер УТР1-RS(KM)) и величина выходного токового сигнала (уровнемер УТР1-TB) имеют относительный характер и привязаны к значениям 0 % и 100 % диапазонов изменений уровня.

Результат измерений уровнемера в цифровом виде заключен в 16-разрядном слове, где 0 % соответствует код 0, а 100 % - код 65535. В общем виде текущее значение ВГП может быть вычислено по формуле

$$L_{ц} = 15 - 14,5 \cdot \text{Data} / 65535, \quad (2)$$

где  $L_{ц}$  - измеряемое значение ВГП, м;  
Data - код цифрового выхода уровнемера.

5.3.5 Результат измерений ВГП, выраженный в виде значения токового сигнала, может быть вычислен как

$$L_{ц} = 0,5 + 14,5 \cdot (I_{0,5} - I) / (I_{0,5} - I_{15}), \quad (3)$$

где  $I$  - значение выходного тока БТВИ5, мА;  
 $I_{15}$  и  $I_{0,5}$  - значения тока, соответствующие ВГП 15 м (4 мА) и 0,5 м (20 мА).

5.3.6 В резервуарах с газовой средой, отличной от воздуха, ВГП, возможно, необходимо скорректировать по формуле:

$$L = L_{ц} \cdot K, \quad (4)$$

где  $L$  – скорректированное ВГП, мм;  
 $K$  – коэффициент коррекции, зависящий от относительной диэлектрической постоянной газа над поверхностью продукта, давления газа над поверхностью продукта, температуры газа над поверхностью продукта.

Коэффициент  $K$  может уточняться по экспериментальным данным.

5.3.7 Данные на цифровых выходах уровнемера УТР1-...-КМ представлены в формате необходимом для связи с контроллерами.

5.3.8 Блоки выполнены в пластмассовых корпусах. Ячейки блоков представляют собой печатные платы с разъемами. Разъемы ЯК7 (для БТВИ5), ЯК2А-1 (для БИИ5М) и ЯК11 (для БИИ5А) состыковываются с разъемами ЯИ313 и ЯТВ4 (уровнемеры УТР1-ТВ), либо ЯС (уровнемеры УТР1-RS). Образованный блок вставляется в корпус по его направляющим. Передняя часть блока закрывается крышкой до щелчка. На крышке размещен декоративный шильдик. Крышка имеет окна для подключения входных и выходных цепей блоков через клеммные соединители.

Установка блоков производится на монтажный рельс EN 50 022-35x7,5 Phoenix Contact GmbH & Co., для чего на задней стороне корпуса имеется соответствующий узел крепления.

## 6 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ УРОВНЕМЕРОВ

6.1 Обеспечение взрывозащищенности уровнемеров УТР1-...-RS(КМ, ТВ) достигается ограничением токов и напряжений в их электрических цепях до искробезопасных значений.

6.2 Обеспечение взрывозащищенности датчиков

6.2.1 Ограничение токов и напряжений датчиков уровнемеров УТР1-...-RS(КМ, ТВ) обеспечивается путем использования в комплекте блоков, имеющего вид взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь", искробезопасные цепи уровня "ia" для взрывоопасных смесей категории IIB и параметры искробезопасных выходов  $U_0 \leq 14,3$  В,  $I_0 \leq 470$  мА.

Уровнемеры УТР1-...-МИ являются не взрывозащищенными.

6.2.2 Суммарная величина емкости и индуктивности радиоэлементов, установленных на электрических платах в датчике, не превышает искробезопасных, при заданных  $U_0 \leq 14,3$  В и  $I_0 \leq 470$  мА, значений  $C_{\Sigma} \leq 1,6$  мкФ и  $L_{\Sigma} \leq 0,1$  мГн.

6.2.3 Температура наружных поверхностей оболочек датчика в наиболее нагретых местах при нормальных режимах работы изделия не превышает требований ГОСТ Р 52350.0 для электрооборудования температурных групп Т3, Т4, Т5.

6.3 Литой корпус датчиков изготовлен из алюминиевого сплава АК5М2 ГОСТ 1583, содержащего более 10% алюминия и менее 0,8% магния. По желанию заказчика на датчик может устанавливаться защитная крышка, изготовленная из ударопрочного полистирола УПМ-0612Л, рец. 839, 1 с., ГОСТ 28250.

При эксплуатации необходимо предотвращать условия образования искр от трения или соударения с корпусом датчиков и условия образования статического электричества на защитной крышке при ее наличии (запрещается чистка, протирка и другие действия, нарушающие электростатическую безопасность; допускается протирка только влажной тканью) для датчиков во взрывоопасной зоне.

На датчике прикреплена табличка с надписью "ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - ОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ИСКР, СМ. ИНСТРУКЦИИ", либо при использовании крышки защитной "ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - ОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ИСКР И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ЗАРЯДА, СМ. ИНСТРУКЦИИ".

6.4 Обеспечение взрывозащищенности блоков

6.4.1 Обеспечение искробезопасности блоков достигается ограничением соответствующих токов и напряжений до искробезопасных значений. Искрозащитные элементы имеют маркировку и размещены с выполнением требований ГОСТ Р 52350.11.

6.4.2 Задачу ограничения выходных токов и напряжений блоков до искробезопасных значений решают соответствующие узлы ЯИ313, а также ЯК7 для БТВИ5, ЯК2А-1 для БИИ5М и ЯК11 для БИИ5А, ЯТВ4 в блоке БТВИ5 и ЯС в блоке БИИ5М.

6.4.3 Входные цепи от внешнего источника питания снабжены в ЯК2А-1, ЯК7 и ЯК11 токовой защитой – плавкими предохранителями, а в ЯИ313 – ограничителями напряжений на уровне +27 В.

6.4.4 Питание датчика вырабатывается в ЯИ313 преобразователем напряжения, изоляция которого выдерживает постоянное напряжение 1500 В. Питание на датчик поступает через барьер токовый БТ21, обеспечивающий напряжение холостого хода не более +14,3 В и ток короткого замыкания не более 470 мА. Пути утечки и электрические зазоры искробезопасных цепей питания датчика относительно их искроопасных участков соответствуют ГОСТ Р 52350.11 с учетом применения заливочного компаунда в барьере током БТ21.

6.4.5 Обеспечение защиты токового выхода БТВИ5 от попадания на него повышенного напряжения достигается использованием в ячейке ЯТВ4 узла защиты от перенапряжения, ограничивающего напряжение на уровне +27 В и ток до 0,1 А.

6.4.6 Защиту блока БИИ5М по цепям интерфейса осуществляют ограничители напряжения и плавкие предохранители на 0,25 А, размещенные на ЯС.

6.4.7 Разъем для подключения искробезопасных цепей обеспечивает предохранение от размыкания и не допускает ошибочной коммутации. Кроме того, данный соединитель имеет маркировку "Датчик. Искробезопасная цепь.  $U_0 \leq 14,3 \text{ В}$ ;  $I_0 \leq 0,47 \text{ А}$ ;  $L_0 \leq 0,6 \text{ мН}$ ;  $C_0 \leq 1,7 \text{ мФ}$ ;  $R_{\text{КАБ}} \leq 6 \text{ }\Omega$ ;  $L_{\text{КАБ}} \leq 0,5 \text{ мН}$ ;  $C_{\text{КАБ}} \leq 0,1 \text{ мФ}$ ".

## 7 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

7.1 На шильдике, прикрепленном к корпусу датчика, нанесены следующие знаки и надписи:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак соответствия ГОСТ Р (кроме датчика из комплекта уровнемера УТР1-...-МИ);
- знак утверждения типа средств измерений;
- тип датчика (надпись "УТР1-В-С-D-E", структура условного обозначения датчика см. приложение В),
- диапазон рабочих температур:
  - а) надпись " $-30 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq +75 \text{ }^\circ\text{C}$ " для датчиков УТР1, входящих в уровнемеры УТР1-...-МИ;
  - б) надпись " $-40 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq +75 \text{ }^\circ\text{C}$ " для датчиков УТР1 с ЯИ10, входящих в уровнемеры УТР1-...-КМ(ТВ, RS);
  - в) надпись " $-45 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq +85 \text{ }^\circ\text{C}$ " для датчиков УТР1 без ЯИ10;
- степень защиты по ГОСТ 14254;
- маркировка взрывозащиты "0ExialIBT3/T4/T5 X" датчиков. Датчики, входящие в уровнемеры УТР1-...-МИ, не имеют маркировку взрывозащиты;
- год выпуска;
- порядковый номер датчика по системе нумерации предприятия.

На втором шильдике, прикрепленном к корпусу датчика, нанесена надпись "ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - ОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ИСКР, СМ. ИНСТРУКЦИИ", либо при использовании крышки защитной "ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - ОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ИСКР И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ЗАРЯДА, СМ. ИНСТРУКЦИИ".

На корпусе датчика рядом с винтом заземления нанесен знак заземления.

7.2 Плата ячейки преобразования ЯПР45 датчика пломбируется пломбой предприятия-изготовителя после установки в корпус.

7.3 Датчик пломбируется номерным сигнальным устройством – наклейкой "СК2 10x40 мм" заказчиком после установки на объекте, в местах указанных в приложении С.

7.4 На шильдике, прикрепленном к крышке БИИ5М, нанесены следующие знаки и надписи:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак соответствия ГОСТ Р;
- тип блока (надпись "Блок интерфейса искробезопасный БИИ5М");
- тип уровнемера (надпись "в комплекте уровнемера УТР1-...-RS");
- степень защиты по ГОСТ 14254;
- маркировка взрывозащиты "[Exia]IB";
- год выпуска;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия;
- параметры питания (надписи "Питание  $U_m \leq 250 \text{ В}$ ", "0 В", "+24 В");
- маркировка светодиодов (надписи "Работа", "Питание", "Прием", "Передача");
- обозначение и цоколевка контактов для ЭВМ верхнего уровня (надпись "Изолированный RS-485 (протокол Modbus RTU)");

– обозначение и цоколевка контактов для подключения датчика (надпись “Датчик. Искробезопасная цепь.  $U_0 \leq 14,3 \text{ V}$ ;  $I_0 \leq 0,47 \text{ A}$ ;  $L_0 \leq 0,6 \text{ мН}$ ;  $C_0 \leq 1,7 \text{ мФ}$ ;  $R_{\text{КАБ}} \leq 6 \text{ }\Omega$ ;  $L_{\text{КАБ}} \leq 0,5 \text{ мН}$ ;  $C_{\text{КАБ}} \leq 0,1 \text{ мФ}$ ;  $-20 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq +50 \text{ }^\circ\text{C}$ ”).

7.5 На шильдике, прикрепленном к крышке БИИ5А, нанесены следующие знаки и надписи:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак соответствия ГОСТ Р;
- тип блока (надпись “Блок интерфейса искробезопасный БИИ5А”);
- тип уровнемера (надпись “в комплекте уровнемера УТР1-...-КМ”);
- степень защиты по ГОСТ 14254;
- маркировка взрывозащиты “[Exia]IB”;
- год выпуска;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия;
- параметры питания (надписи “Питание  $U_m \leq 250 \text{ V}$ ”, “0 V”, “+24 V”);
- маркировка светодиодов (надписи “Работа”, “Питание”, “Прием”, “Передача”);
- обозначение и цоколевка контактов для подключения контроллера (надпись “Внутренний интерфейс”, “Ответ-К”, “Запрос-К”, “+U-К”, “Общий-К”);
- обозначение и цоколевка контактов для подключения датчика (надпись “Датчик. Искробезопасная цепь.  $U_0 \leq 14,3 \text{ V}$ ;  $I_0 \leq 0,47 \text{ A}$ ;  $L_0 \leq 0,6 \text{ мН}$ ;  $C_0 \leq 1,7 \text{ мФ}$ ;  $R_{\text{КАБ}} \leq 6 \text{ }\Omega$ ;  $L_{\text{КАБ}} \leq 0,5 \text{ мН}$ ;  $C_{\text{КАБ}} \leq 0,1 \text{ мФ}$ ;  $-20 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq +50 \text{ }^\circ\text{C}$ ”).

7.6 На шильдике, прикрепленном к крышке БТВИ5, нанесены следующие знаки и надписи:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак соответствия ГОСТ Р;
- название блока (надпись “Блок токового выхода искробезопасный БТВИ5”);
- тип уровнемера (надпись “в комплекте уровнемера УТР1-...-ТВ”);
- степень защиты по ГОСТ 14254;
- маркировка взрывозащиты “[Exia]IB”;
- год выпуска;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия;
- параметры питания (надписи “Питание  $U_m \leq 250 \text{ V}$ ”, “0 V”, “+24 V”);
- маркировка светодиодов (надписи “Работа”, “Питание”);
- обозначение и цоколевка контактов токового выхода (надписи “Уровень”, “Токовый выход 4...20 mA”);
- обозначение и цоколевка контактов для подключения датчика (надпись “Датчик. Искробезопасная цепь.  $U_0 \leq 14,3 \text{ V}$ ;  $I_0 \leq 0,47 \text{ A}$ ;  $L_0 \leq 0,6 \text{ мН}$ ;  $C_0 \leq 1,7 \text{ мФ}$ ;  $R_{\text{КАБ}} \leq 6 \text{ }\Omega$ ;  $L_{\text{КАБ}} \leq 0,5 \text{ мН}$ ;  $C_{\text{КАБ}} \leq 0,1 \text{ мФ}$ ;  $-20 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq +50 \text{ }^\circ\text{C}$ ”).

7.7 Блоки пломбируются предприятием-изготовителем пломбой бумажной по ГОСТ 18677. В случае изменения начальных настроек пломбировку блоков осуществляет потребитель.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 8 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

8.1 На всех стадиях эксплуатации руководствуйтесь правилами и указаниями, помещенными в соответствующих разделах данного документа.

8.2 Перед началом эксплуатации провести внешний осмотр уровнемера, для чего проверить:

- сохранность пломбировки;
- отсутствие механических повреждений на корпусе по причине некачественной упаковки или неправильной транспортировки;
- комплектность уровнемера согласно разделу данного документа “Состав”;
- состояние лакокрасочных, защитных и гальванических покрытий;
- отсутствие отсоединяющихся или слабо закрепленных элементов внутри датчика и блока (определите на слух при наклонах).

8.3 В случае большой разности температур хранения и эксплуатации, полученные со склада, уровнемеры перед включением выдерживаются в климатических условиях эксплуатации не менее четырех часов.

8.4 После длительного хранения или транспортирования в условиях повышенной влажности уровнемеры выдерживаются в нормальных условиях не менее восьми часов.

8.5 Установка уровнемеров

**Запрещается открывать крышку датчика при выпадении атмосферных осадков.**

8.6 Установка датчиков осуществлять в соответствии с указаниями раздела “Подготовка к работе и порядок работы”.

8.7 Блоки устанавливаются в операторных и предназначены для обеспечения информационного обмена и питания датчиков, установленных во взрывоопасной зоне. В месте установки блоков уровнемеров необходимо наличие постоянного напряжения  $+24 \text{ В} \pm 10 \%$ . Установка блоков производится на монтажный рельс EN 50 022-35x7,5 Phoenix Contact GmbH & Co., для чего на задней стороне корпуса имеется соответствующий узел крепления.

8.8 До включения уровнемеров ознакомьтесь с разделами “Указание мер безопасности” и “Подготовка к работе и порядок работы”.

**Запрещается производить сварочные работы на расстоянии менее 20 метров от датчиков или подключенных кабелей связи к ним.**

## 9 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

9.1 К монтажу (демонтажу), эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту уровнемеров должны допускаться лица, изучившие руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими установками и радиоэлектронной аппаратурой.

9.2 Все виды монтажа и демонтажа уровнемеров производить только при отключенном напряжении питания.

9.3 Все виды монтажа и демонтажа уровнемера производить только при отключенном питании.

9.4 Не допускается эксплуатация уровнемеров при незакрепленных кабелях связи и питания.

9.5 В связи с наличием слабого СВЧ-излучения (мощность излучения не более 1 мВт) не рекомендуется попадания частей тела человека в область излучения при включенном датчике.

**9.6 Запрещается создавать условия образования искр от трения или соударения с корпусом датчиков и условия образования статического электричества на защитной крышке (при ее наличии) для датчиков во взрывоопасной зоне (запрещается чистка, протирка и другие действия, нарушающие электростатическую безопасность; допускается протирка только влажной тканью).**

## 10 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ УРОВНЕМЕРОВ

10.1 При монтаже уровнемеров необходимо руководствоваться:

- “Инструкцией по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон ВСН332-74/ММСС СССР”;
- “Правилами устройства электроустановок” (ПУЭ, шестое издание);
- ГОСТ Р 52350.14;
- настоящей инструкцией и другими руководящими материалами (если имеются).

10.2 Перед монтажом уровнемеры должны быть осмотрены. При этом необходимо обратить внимание на следующее:

- маркировку взрывозащиты;
- отсутствие механических повреждений уровнемеров;
- наличие всех крепежных элементов.

10.3 Датчики должны быть подключены к заземленной металлической конструкции. Заземление осуществляется через винт защитного заземления датчика. Место заземления должно быть защищено от окисления смазкой.

10.4 По окончании монтажа должно быть проверено сопротивление заземляющего устройства, которое должно быть не более 4 Ом.

10.5 Питание уровнемеров УТР1-...-RS(KM, TB) должно осуществляться от внешнего гальванически изолированного от силовой цепи стабилизированного источника питания постоянного тока (напряжение  $+24 В \pm 10 \%$ ). Питание уровнемеров УТР1-...-МИ должно осуществляться от внешнего стабилизированного

источника питания постоянного тока (напряжение  $+12 В \pm 5 \%$ ).

10.6 Снимающиеся при монтаже крышки и другие детали должны быть установлены на своих местах, при этом следует обратить внимание на затяжку элементов крепления крышек и сальниковых вводов, а также соединительных кабелей.

## 11 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

11.1 В связи с тем, что датчик фактически измеряет расстояние до поверхности продукта (ВГП), перед началом работы необходимо вычислить базу (высоту) установки датчика (см. рисунок 1).

Под базой установки датчика понимается расстояние от установочной втулки датчика на резервуаре (см. рис. 1) до поверхности, принятой за нулевое значение уровня (минимальное значение уровня продукта).

Примечание – Значение базы может не совпадать с высотой резервуара или длиной чувствительного элемента датчика.

Уровень до продукта вычисляется как разность между значением базы и ВГП.

11.2 При монтаже датчиков необходимо руководствоваться следующими правилами:

- минимальное расстояние от чувствительного элемента датчика до внутренней стенки резервуара или трубы и иных мешающих объектов (лестниц, мешалок и прочее) не менее 0,5 м;
- датчик следует размещать как можно дальше от труб, через которые производится налив или слив в резервуаре;
- следует избегать установки датчика в области сильного течения жидкости (за исключением крепления чувствительного элемента датчика ко дну резервуара);
- по согласованию с предприятием-изготовителем и при участии его сертифицированных специалистов допускается производить установку при меньших расстояниях до мешающих объектов с проведением специальной процедуры калибровки и настройки;
- необходимо выбирать длину чувствительного элемента датчика с требуемым диапазоном измерений, при этом длину чувствительного элемента можно укоротить на объекте эксплуатации.

11.3 Коммутация датчиков и внешних устройств, подключаемых к блокам, производится согласно схемам подключений, приведенным в приложении Е.

11.4 Установку датчиков проводить в следующем порядке:

11.4.1 Перед установкой датчика УТР1-0(1) снимите крышку люка резервуара и приварите к ней втулку УНКР.302639.001, входящую в комплект поставки (см. рис 2). Наденьте прокладку УНКР.754176.002 на датчик и прикрутите трос ЧЭ к датчику. Далее вставьте ЧЭ датчика в отверстие приваренной к крышке люка втулки. Установите груз и зафиксируйте его шплинтом (см. рис. 1).

Медленно опустите чувствительный элемент в резервуар. Удерживая датчик УТР1-0(1) и крышку люка, установите их на место. Следите, чтобы прокладка УНКР.754176.002 без перекосов расположилась на втулке УНКР.302639.001. Расположите штуцер кабельного ввода в сторону проложенного кабеля. Затяните резьбовое соединение накидной гайки на датчике вручную. Зафиксируйте крышку люка несколькими болтами. После этого необходимо с помощью рожковых ключей окончательно зафиксировать датчик на посадочном месте.

Для этого, удерживая рожковым ключом “на 30” корпус датчика в нижней его части, с помощью рожкового ключа “на 41” вращают накидную гайку втулки против часовой стрелки. Затем зафиксируйте крышку люка на все болты.

Внимание: **Запрещается при окончательном фиксировании датчика на посадочном месте удерживать корпус датчика руками!**

11.4.2 Перед установкой датчика УТР1-2 снимите крышку люка резервуара и приварите к ней втулку УНКР.302639.001, входящую в комплект поставки (см. рис 2). Соберите секции стержня (если их несколько) начиная с последней опуская их через втулку УНКР.302639.001 в резервуар, соблюдая нумерацию секций стержня, при этом резьбовые соединения необходимо стопорить, например эмалью ЭП-51 ГОСТ9640. Наденьте прокладку УНКР.754176.002 на датчик и прикрутите стержень ЧЭ к датчику.

Удерживая датчик и крышку люка, установите их на место. Следите, чтобы прокладка УНКР.754176.002 без перекосов расположилась на втулке УНКР.302639.001. Расположите штуцер кабельного ввода в сторону проложенного кабеля. Затяните резьбовое соединение накидной гайки на датчике вручную. Зафиксируйте крышку люка несколькими болтами. После этого необходимо с помощью рожковых ключей окончательно зафиксировать датчик на посадочном месте. Для этого, удерживая рожковым ключом “на 30” корпус датчика в нижней его части, с помощью рожкового ключа “на 41” вращают накидную гайку втулки против часовой стрелки. Затем зафиксируйте крышку люка на все болты.

Внимание: **Запрещается при окончательном фиксировании датчика на посадочном месте удерживать корпус датчика руками!**

11.4.3 Выполните заземление корпуса датчика, для чего корпус датчика через винт защитного заземления подключить к заземленной металлической конструкции гибкой кабельной перемычкой. Места соединений защитить смазкой. По окончании монтажа должно быть проверено сопротивление заземляющего устройства, которое должно быть не более 4 Ом.

11.4.4 Подключите кабель связи и подайте питающее напряжение на блок уровнера УТР1-...-RS(ТВ, КМ) или подайте напряжение питания на датчик уровнера УТР1-...-МИ.

11.4.5 Взрывобезопасным мультиметром измерить питающее напряжение на плате ячейки преобразования ЯПР45. Напряжение питания датчика должно быть более 10 В.

11.4.6 Установите секциями выключателя на плате ЯПР45 в соответствии с таблицей 4 режим “ИЗМЕРЕНИЕ”, при этом светодиод должен мигать с частотой 1,3 Гц.

Таблица 4

Режим	Состояние секций					Состояние светодиода
	секция 1	секция 2	секция 3	секция 4	секция 6	
ЮСТИРОВКА-0	“OFF”	“OFF”	“ON”	“ON”	X	включен
ЮСТИРОВКА-1	“OFF”	“OFF”	“ON”	“OFF”	“ON”-ВГП “OFF”-амплитуда	мигает с частотой 2,5 Гц
ИЗМЕРЕНИЕ	“ON”	“ON”	“ON”	ON-16x OFF-1x	X	мигает с частотой 1,3 Гц
Примечания						
1 Секция 4 в режиме ИЗМЕРЕНИЕ устанавливается в положение “ON” при сильном волнении продукта (при этом скорость изменения уровня продукта не должна быть более 0,01 м/с).						
3 Изменение положений других секций выключателя на датчике не допускается!						

11.4.7 Установите на место крышку и запломбируйте датчик.

11.5 На печатной плате ЯК2А-1, входящей в состав БИИ5М или ЯК7 в БТВИ5 расположен 8-секционный выключатель S1, позволяющий менять режимы работы блока. Перед включением датчика необходимо убедиться, что положение секций этого выключателя соответствуют выбранному режиму (назначение положений секций выключателя приведено в приложении F). Для доступа к выключателю следует снять верхнюю крышку с блока.

11.5.1 Секция номер семь выключателя S1 позволяет перевести блок в тестовый режим, когда в зависимости от положений секций номер три и четыре выходной сигнал блока должен соответствовать либо 10 %, либо 40 %, либо 60 %, либо 90 % величины своего диапазона. В этот режим можно переходить непосредственно из рабочего, не проводя каких-либо внешних отключений, что позволяет оперативно убедиться не только в работоспособности блока, но и для БТВИ5 установить факт ухода настроек канала преобразования “код-ток”. В тестовом режиме обмен блока с датчиком прекращается (индикатор “Работа” гаснет).

11.5.2 В условиях повышенного уровня помех секция номер четыре выключателя S1 позволяет в рабочем режиме подключить к обработке результатов измерений процедуру цифровой фильтрации по текущим 32 значениям.

11.5.3 Секция номер пять выключателя S1 не используется (положение “OFF”).

Внимание: **Запрещается изменять состояние неиспользуемых секций выключателей блоков!**

11.6 Если используется уровнемер УТП1-...-RS, то необходимо произвести настройку ЯС. Для этого снимите верхнюю крышку блока БИИ5М, аккуратно извлеките блок, образованный соединенными платами ячеек ЯИ313, ЯК2А-1 и ЯС.

11.6.1 Если уровнемер является наиболее удаленным в сети, построенной на основе интерфейса RS-485, на плате ЯС необходимо установить терминальный резистор, согласующий сопротивление соединительного кабеля (резистор R16 в соответствии с маркировкой на плате).

Номинальное сопротивление резистора зависит от сопротивления соединительного кабеля и обычно составляет от 100 до 200 Ом.

11.6.2 Далее необходимо установить скорость передачи, наличие или отсутствие контроля по четности и его вид, а также адрес уровнемера по протоколу Modbus RTU.

Наличие и вид контроля по четности устанавливается с помощью первой и второй секций переключателя S1, расположенного на плате ЯС (секции нумеруются слева направо).

Назначение первой и второй секций переключателя S1 приведено в таблице 5. По умолчанию обе секции установлены в состоянии "OFF".

Таблица 5

Номер секции	Назначение	Состояние секции "ON"	Состояние секции "OFF"
1	Наличие контроля	Контроль включен	Контроль выключен
2	Вид контроля	Контроль по нечетности	Контроль по четности

Скорость передачи информации между ЭВМ верхнего уровня и блоком устанавливается с помощью третьей и четвертой секций переключателя S1, расположенного на плате ЯС. По умолчанию скорость передачи установлена равной 2400 бит/с. Назначение третьей и четвертой секций переключателя S1 приведено в таблице 6.

Таблица 6

Состояние третьей секции	Состояние четвертой секции	Скорость передачи, бит/с
"OFF"	"OFF"	2400
"OFF"	"ON"	4800
"ON"	"OFF"	9600
"ON"	"ON"	19200

Адрес датчика по протоколу Modbus RTU задается с помощью секций с номерами от пятого по десятый переключателя S1, расположенного на плате ЯС.

Секции переключателя представляют собой разряды двоичного числа, значение которого является адресом датчика по протоколу Modbus RTU. По умолчанию адрес уровнемера установлен равным единице.

Пятая секция переключателя соответствует младшему разряду двоичного числа, десятая секция - старшему разряду.

Состояние секции "ON" задает единичное значение разряда двоичного числа, состояние секции "OFF" устанавливает нулевое значение разряда двоичного числа.

11.6.3 После задания параметров настройки интерфейса установите вынутый блок в корпус и опломбируйте его.

## 11.7 Связь БИИ5М с ЭВМ верхнего уровня

11.7.1 БИИ5М обменивается данными с ЭВМ по интерфейсу RS-485. Линия связи блока с ЭВМ трехпроводная (сигналы DATA+, DATA- и SGND).

БИИ5М обменивается информацией с ЭВМ в формате протокола Modbus RTU, разработанного фирмой Schneider Automation для поддержки своих контроллеров серии Modicon, и ставшего фактическим мировым стандартом.

Данный протокол определяет структуру сообщений, с помощью которых обмениваются различные блоки, соединенные в сеть на основе этого протокола, описывает процедуры запроса информации, получения ответа, а также обработки возникающих ошибок.

В данном пункте приводятся сведения, содержащиеся в описании протокола Modbus RTU, и необходимые для изучения принципов построения обмена БИИ5М и ЭВМ.

Связь БИИ5М с ЭВМ осуществляется по технологии "ведущий-ведомый", при этом ЭВМ является *ведущим устройством*, а БИИ5М – *ведомым*.

Ведущий всегда начинает процедуру передачи (*запрос*). Ведомый БИИ5М, получив запрос, анализирует его и формирует *ответ* или выполняет действия, указанные в запросе.

Одновременно с одним ведущим могут быть связаны несколько БИИ5М, каждый из которых имеет свой собственный *адрес ведомого*. При этом связь БИИ5М с ЭВМ осуществляется по общей линии связи.

Адрес ведомого задается с помощью линейки механических переключателей (см. п. 11.5).

Ведущий может адресовать индивидуальный БИИ5М, посылая в запросе адрес необходимого БИИ5М, или проводить *широковещательный запрос*, одновременно адресуя все БИИ5М.

Ведомые возвращают ответ для запросов, которые адресуют их индивидуально. При широковещательном запросе ни один из ведомых не отвечает ведущему.

Одновременно с ведущим может быть связано не более 32 БИИ5М (без наличия повторителей в сети, образованной блоками и ЭВМ), что обусловлено нагрузочной способностью выходных интерфейсных схем БИИ5М.

### 11.7.2 Сообщения протокола Modbus RTU

#### 11.7.2.1 Структура сообщений

*Сообщение протокола Modbus RTU* – это информация, передаваемая от ведущего ведомому (запрос) или принимаемая ведущим от ведомого (ответ).

Структура запроса ведущего состоит из следующих полей:

- *адрес ведомого* (шесть двоичных разрядов, для рассматриваемого БИИ5 возможные адреса лежат в диапазоне от 0 до 63, причем нулевое значение адреса назначено для широковещательного запроса и не может быть использовано в качестве индивидуального адреса ведомого);

- *код функции* (один байт) – задает для адресуемого ведомого вид действий, которые должен выполнить ведомый;

- после кода функции в запросе может следовать *поле данных* (несколько байт), содержащее дополнительную информацию, необходимую ведомому для выполнения заданной в запросе функции;

- последним в запросе следует двухбайтное *поле кода проверки ошибок*, позволяющее отследить ведомому целостность (отсутствие ошибок) принятого запроса.

Структура ответа ведомого состоит из следующих полей:

- адрес ведомого, повторяющий адрес, выданный в запросе (один байт);
- код функции (один байт) – при нормальном ответе ведомого представляет собой перетрансляцию кода функции, принятого ведомым в запросе. В случае возникновения ошибочной ситуации код функции модифицируется для индикации факта возникновения ошибки;
- после кода функции в ответе выдается поле данных (несколько байт), содержащее при нормальном ответе информацию, запрошенную ведомым соответствующей функцией. В случае возникновения ошибочной ситуации в поле данных передается *код ошибки*;
- последним в ответе следует двухбайтное поле кода проверки ошибок, позволяющее отследить ведущему целостность принятого ответа.

#### 11.7.2.2 Описание режима RTU

В стандартном протоколе Modbus RTU используется два режима передачи:

- режим передачи ASCII (American Standard Code for Information Interchange – американский стандартный код для обмена информацией);
- режим передачи RTU (Remote Terminal Unit – удаленное терминальное оборудование).

БИИ5 использует режим передачи RTU, поэтому далее рассматриваются принципы осуществления передачи в этом режиме.

При использовании режима RTU каждый байт сообщения содержит две четырехбитные шестнадцатеричные цифры. Каждое сообщение должно передаваться в виде непрерывного потока.

Режим обмена информацией полудуплексный асинхронный. Формат символа:

- при наличии контроля паритета: один старт-бит, восемь информационных бит (две шестнадцатеричные цифры), бит контроля паритета (по четности или по нечетности), один стоп-бит;
- при отсутствии контроля паритета: один старт-бит, восемь информационных бит (две шестнадцатеричные цифры), два стоп-бита.

Информационные биты передаются начиная с младшего.

Скорость передачи данных и вид контроля паритета при работе с интерфейсом могут задаваться с помощью линейки механических переключателей (см. п. 11.5.2).

Каждое сообщение, передаваемое в протоколе Modbus RTU, помещается в *кадр*, который имеет определенные начальную и конечную точки. Это позволяет БИИ5 установить начало сообщения, декодировать адрес ведомого и определить, какой из БИИ5М адресуется (или все БИИ5М при широкоэмитальном запросе), а также знать, когда сообщение завершается.

Перед началом сообщения в режиме RTU должна быть *пауза* длительностью не менее 4Т, где Т – время передачи одного символа. Первый принимаемый после паузы символ является адресом ведомого.

БИИ5 непрерывно отслеживают приемные линии, включая интервалы паузы. Когда будет принято первое поле сообщения (адрес ведомого), каждый БИИ5 проверяет, не является ли данный адрес установленным для БИИ5М.

После передачи последнего символа в сообщении опять следует интервал паузы с временем не менее 4Т. По окончании этой паузы может быть начато новое сообщение.

Кадр сообщения должен передаваться непрерывным потоком. Если во время передачи кадра между символами возникает пауза длительностью более 2Т, принимающий БИИ5М считает, что сообщение окончено и начинает

его обработку. Это приведет к возникновению ошибки контрольной суммы, так как поле кода проверки ошибок, рассчитанное БИИ5М, будет не совпадать с принятым в сообщении.

Поле данных в сообщении содержит шестнадцатеричные числа в диапазоне от 0 до 0FFH. Поле данных, посылаемое в запросе ведущего, содержит дополнительную информацию, которая используется ведомым для того, чтобы выполнить действия, заданные кодом функции. Например, это могут быть адреса регистров или ключей, число управляемых функцией регистров и данные записи этих регистров.

Если при приеме сообщения не произошло ошибки, поле данных ответа содержит данные, запрошенные ведущим. При возникновении ошибки поле данных содержит код ошибки, по которому ведущий может принять решение о дальнейших действиях.

В некоторых сообщениях поле данных может отсутствовать (иметь нулевую длину). Например, если ведущий выдает запрос с кодом функции 07 (чтение статуса БИИ5М), никакой дополнительной информации ведомому не требуется (поле кода функции однозначно задает действие, выполняемое по этому запросу ведомым).

Поле кода проверки ошибок в режиме RTU содержит двухбайтный код проверки ошибок. Этот код является результатом вычисления циклического избыточного кода или CRC-кода (CRC – Cyclical Redundancy Check) для всех байт сообщения. Вначале в сообщении передается младший байт CRC-кода, затем старший (то есть, старший байт CRC-кода является последним байтом сообщения).

#### 11.7.2.3 Методы проверки ошибок

При работе с протоколом Modbus RTU используются два метода проверки ошибок. Для каждого передаваемого символа может быть установлен *контроль паритета* (по четности или по нечетности). Для всего сообщения применяется контроль с помощью CRC-кода. Оба вида контроля генерируются ведущим и помещаются в сообщение до начала его передачи. Во время приема ведомый проверяет каждый принятый символ и все сообщение целиком.

Рассмотрим вначале контроль паритета.

Пользователь может настроить БИИ5М на выполнение проверки четности, проверки нечетности или отсутствие контроля паритета (см. п. 11.5.2).

При задании наличия контроля паритета (по четности или нечетности) в каждом байте передаваемых данных будет подсчитываться количество единиц. Бит паритета будет устанавливаться в 0 или 1 в зависимости от того, четное или нечетное число единичных бит присутствует в байте данных.

Например, пусть байт данных содержит следующие биты:

1100 0101

Общее число единичных бит в данном байте равно четырем. Если используется контроль по четности, бит паритета будет иметь нулевое значение, оставляя общее число единичных бит в байте четным (четыре). Если используется контроль по нечетности, бит паритета будет установлен в единицу, делая общее число единичных бит нечетным (пять).

При передаче сообщения бит паритета рассчитывается для каждого байта сообщения. Принимающий БИИ5М также подсчитывает число единичных бит в принимаемом байте (формирует бит паритета) и фиксирует ошибку при несовпадении принятого бита паритета с рассчитанным.



Необходимо, чтобы все БИИ5М, объединяющиеся в сеть, были настроены на использование одного и того же метода контроля паритета.

Контроль паритета может отследить только те ошибки, при которых одновременно искажается нечетное число бит. Например, если установлен контроль по нечетности и при приеме два бита принимают нулевое значение в байте, который изначально содержал три единичных бита, общее число единичных бит все еще остается нечетным, и бит паритета не изменяется (ошибка передачи не обнаруживается).

Если задано отсутствие контроля паритета, бит паритета не передается и контроль паритета не производится. В каждом символе вместо бита паритета передается дополнительный стоп-бит.

Для всего сообщения выполняется контроль ошибок на основе CRC-кода. Данный метод контроля не зависит от выбранного контроля паритета.

CRC-код является шестнадцатитбитным двоичным числом, формируемым ведущим и передаваемым в конце сообщения. Ведомый БИИ5М самостоятельно рассчитывает CRC-код и сравнивает полученное значение с принятым в сообщении. При несовпадении CRC-кодов фиксируется ошибка.

Расчет CRC-кода производится по следующему алгоритму:

1) Вычисление CRC-кода начинается с загрузки во все разряды 16-битного регистра (CRC-регистр) единиц (0FFFFH).

2) Выполняется операция "Исключающее ИЛИ" первого байта сообщения (адреса ведомого) с младшим байтом CRC-регистра и результат помещается в младший байт CRC-регистра.

3) Сдвиг CRC-регистра на один бит вправо (в сторону младшего бита) - при этом в старший бит регистра вдвигается ноль.

4) Проверка выдвинутого из регистра бита:

- если данный бит равен 0, повторяем шаг 3 (следующий сдвиг CRC-регистра);

- если выдвинутый бит равен 1, производится операция "Исключающее ИЛИ" содержимого CRC-регистра с полиномиальным значением 0A001H (1010000000000001B).

5) Повторяем шаги 3 и 4 до выполнения восьми сдвигов CRC-регистра. Когда сдвиги будут сделаны, полная обработка первого байта сообщения будет завершена.

6) Повторяем шаги 2...5 для следующего байта сообщения. Продолжаем до тех пор, пока все байты сообщения не будут обработаны. Окончательное содержание CRC-регистра является CRC-кодом.

7) В конце сообщения сначала передается младший байт CRC-кода, затем старший.

#### 11.7.2.4 Условие тайм-аута

Как было отмечено выше, начало сообщения определяется по паузе длительностью не менее 4Т, конец сообщения детектируется при наличии паузы между символами длительностью более 2Т.

Если ведомый обнаруживает паузу между символами более 2Т, он начинает обработку сообщения. При успешном завершении обработки сообщения и выполнении предписанных кодом функции действий, ведомый выдает ведущему ответ.

После выдачи сообщения (запроса) ведущий должен ожидать ответа. Выдача ответа ведомым начинается не ранее, чем через промежуток времени, равный 2Т (время на обнаружение ведомым конца сообщения и начало его обработки). Кроме того, ведомый должен начать выдачу ответа через интервал времени

длительностью не более N. Если через время N ведущий не получает первого байта ответа, он считает, что произошел тайм-аут и фиксирует ошибку.

Длительность интервала N в блоке определяется соотношением  $N = 2T + 1$  мс.

Условие тайм-аута фиксируется ведущим в следующих ситуациях:

- установлены различные значения скоростей передачи данных в ведомом и ведущем;

- установлены различные значения контроля паритета в ведомом и ведущем;

- ведомый обнаружил в принятом символе ошибку паритета;

- ведущий выдает сообщение с адресом несуществующего ведомого;

- ведомый обнаружил несовпадение принятого и рассчитанного

CRC-кодов;

- ведомый не начал выдачу ответа спустя время N.

При работе ведомый будет переключать свои выходные интерфейсные схемы на передачу только при успешной обработке принятого сообщения и готовности выдать ответ, но не ранее, чем спустя время 2Т после приема последнего байта сообщения.

#### 11.7.3 Поддерживаемые БИИ5М функции протокола Modbus RTU

Список поддерживаемых БИИ5М функций протокола Modbus RTU представлен в таблице 7 (коды функций представлены в виде десятичных чисел). Далее в разделе подробно рассматриваются структуры запросов, ответов и действия, выполняемые блоком для каждой функции.

Таблица 7

Код функции	Название функции
04	Чтение регистров данных БИИ5
07	Чтение статуса БИИ5
08	Диагностика линии связи

##### 11.7.3.1 Функция 04 – чтение регистров данных БИИ5М

Данная функция позволяет считать содержимое регистров данных блока. Широковещательный запрос не поддерживается.

Регистры данных содержат информацию о измеряемых датчиком параметрах. Интерпретация содержимого регистров данных БИИ5М подробно рассматривается в п. 11.7.5.

##### Структура запроса

Запрос определяет начальный адрес регистра данных и число регистров, содержимое которых будет считано. Регистры данных адресуются с нулевого адреса.

Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	04
Старший байт адреса начального регистра	00
Младший байт адреса начального регистра	00
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	01
Младший байт CRC-кода	33
Старший байт CRC-кода	5A

В приведенном примере запрашивается выдача содержимого регистра данных с нулевым адресом.

Максимальное число читаемых функцией регистров данных не должно превышать двух, иначе БИИ5М будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

#### Структура ответа

Содержимое каждого регистра данных в ответе выдается в виде двух байт. Вначале выдается содержимое старшего байта регистра, затем – содержимое младшего байта.

Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	04
Счетчик байт данных	02
Старший байт данных регистра с адресом 0	00
Младший байт данных регистра с адресом 0	80
Младший байт CRC-кода	79
Старший байт CRC-кода	53

В данном примере содержимое регистра данных с нулевым адресом равно 80H.

#### 11.7.3.2 Функция 07 – чтение статуса БИИ5М

Функция считывает значение *статуса БИИ5М* – байта, содержащего информацию о типе блока. Широковещательный запрос не поддерживается.

#### Структура запроса

В запросе отсутствует поле данных. Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	07
Младший байт CRC-кода	4C
Старший байт CRC-кода	22

#### Структура ответа

Нормальный ответ содержит байт статуса уровнемера, имеющий значение 1BH.

Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	07
Статус уровнемера	1B
Младший байт CRC-кода	63
Старший байт CRC-кода	FE

#### 11.7.3.3 Функция 08 – диагностика линии связи

Функция 08 протокола Modbus RTU предназначена для проведения различных тестов системы связи между ведущим и ведомым и имеет ряд подфункций. БИИ5 поддерживает только одну из подфункций, позволяющую вернуть ведущему данные, переданные в запросе. Широковещательный запрос не поддерживается.

#### Структура запроса

Запрос кроме поля кода функции содержит поле кода подфункции. Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	08
Старший байт кода подфункции	00
Младший байт кода подфункции	00
Старший байт данных	FA
Младший байт данных	C4
Младший байт CRC-кода	A1
Старший байт CRC-кода	A8

#### Структура ответа

Нормальный ответ является полным повтором запроса. Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	08
Старший байт кода подфункции	00
Младший байт кода подфункции	00
Старший байт данных	FA
Младший байт данных	C4
Младший байт CRC-кода	A1
Старший байт CRC-кода	A8

При несовпадении кода подфункции с нулевым БИИ5М будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

#### 11.7.4 Ответ при ошибочной ситуации

После получения ведомым запроса может произойти одно из четырех следующих событий:

- если ведомый принял запрос без ошибок и может его обработать, он возвращает нормальный ответ;
- если ведомый не принял запрос из-за ошибок связи, он не возвращает ответ. Программа ведущего будет фиксировать условие тайм-аута;
- если ведомый принял запрос, но обнаружил ошибки связи (неверный паритет, CRC-код и т.п.), он не возвращает ответ. Программа ведущего будет фиксировать условие тайм-аута;

– если ведомый принял запрос без ошибок связи, но не может обработать его (например, запрошен несуществующий в БИИ5М регистр), ведомый будет возвращать ответ ошибочной ситуации, по которому ведущий может понять природу возникновения ошибки.

Два поля в ответе ошибочной ситуации имеют отличия от полей нормального ответа:

- поле кода функции;
- поле данных.

В случае нормального ответа ведомый повторяет код функции, принятой в запросе. Все коды функций имеют нулевой старший значащий бит (их значения меньше 80H). При ответе ошибочной ситуации ведомый устанавливает старший бит кода функции в единицу.

Получив в ответе код функции с установленным в единицу старшим битом, ведущий распознает ответ ошибочной ситуации и может узнать причину возникновения ошибки, анализируя поле данных ответа.

В случае нормального ответа ведомый возвращает в поле данных информацию, затребованную функцией запроса. При ответе ошибочной ситуации в поле данных ведомый возвращает код ошибки, определяющий, какие условия привели к возникновению ошибки.

Ниже приведен пример запроса и ответа ошибочной ситуации.

Запрос:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	0A
Код функции	04
Старший байт адреса начального регистра	00
Младший байт адреса начального регистра	11
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	04
Младший байт CRC-кода	A0
Старший байт CRC-кода	B7

Ответ ошибочной ситуации:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	0A
Код функции	81
Код ошибки	02
Младший байт CRC-кода	B0
Старший байт CRC-кода	53

Последним адресом регистра данных является адрес 0001H, а в запросе адрес начального регистра равен 11H, ведомый фиксирует ошибку и возвращает ответ ошибочной ситуации с кодом ошибки 02 (неверный адрес).

Коды ошибок, выдаваемые блоком, представлены в таблице 8.

Таблица 8

Код ошибки	Название	Значение
01	Неверная функция	Код функции, принятый ведомым в запросе, не поддерживается ведомым
02	Неверный адрес данных	Адрес в запросе некорректен для ведомого

03	Неверное значение данных	Значение в поле данных запроса некорректно для ведомого
----	--------------------------	---

#### 11.7.5 Регистры данных БИИ5М

БИИ5М имеет два регистра данных, один из которых содержит значение ВГП, измеренной датчиком в двоичном виде, а другой (статусный) содержит информацию об истинности значения ВГП.

Формат представления данных статусного регистра с адресом 0000H следующий:

Номер бита	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	-	-	STL1	STLr
Номер бита	15	14	13	12	11	10	9	8
	-	-	-	-	-	-	SFL1	SFLr

бит 0 – принимает значение “1” (“0”), если опорный канал измерения уровня (ВГП) отсутствует (имеется);

бит 1 – принимает значение “1” (“0”), если канал измерения уровня (ВГП) отсутствует (имеется);

бит 8 – принимает значение “1” (“0”), если измерение опорного канала уровня (ВГП) совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STLr=0);

бит 9 – принимает значение “1” (“0”), если измерение уровня (ВГП) совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STL1=0). Ошибка возникает если:

- значение калиброванной дальности составило менее 0,5 м или не калиброванная дальность стала меньше параметра MIN\_DISTANCE;
- значение калиброванной дальности составило более 15 м или не калиброванная дальность стала больше параметра MAX\_DISTANCE;
- усиление АРУ опустилось до минимума или максимума;
- сумма основных бинов менее параметра LEVEL\_DENOM, т. е. происходит потеря отраженного сигнала.

При возникновении ошибки фиксируется предыдущее значение калиброванной дальности (ВГП).

Адреса регистров данных и параметры, хранящиеся в них, представлены в таблице 9.


Таблица 9

Адрес регистра	Описание параметра
0000H	Регистр статуса канала измерений
0001H	Уровень (ВГП), измеренный датчиком

Связь содержимого регистра данных с величиной измеренного параметра описана в п. 5.3. Старший байт регистра содержит старший байт числа, младший байт регистра содержит младший байт числа.

11.8 Если используется уровнемер УТП1-...-RS, проверьте работоспособность уровнемера с ЭВМ верхнего уровня. Состояние линий связи можно оценить по светодиодным индикаторам “Прием” и “Передача”.

11.9 Если используется уровнемер УТР1-...-КМ, проверьте работоспособность уровнемера с контроллером. Состояние линий связи можно оценить по светодиодным индикаторам “Прием” и “Передача”.

11.10 Если используется уровнемер УТР1-...-МИ, проверьте работоспособность ячейки индикации. Состояние линий связи можно оценить по состоянию значка  на ЖКИ (его мерцание означает, что происходит обновление отображаемых данных) и по отображению на ЖКИ значения статуса канала (при нормальной работе уровнемера все биты статуса канала измерения уровня равны нулю).

На корпусе датчика расположена клавиатура для изменения параметров индикации (отображение ВГП или уровня продукта с введением базы установки).

ЖКИ отображает:

- ВГП, либо уровень продукта;
- температуру внутри корпуса датчика;
- значок обновления отображаемых данных;
- статус канала измерения.

Порядок работы с ячейкой индикации описан в руководстве оператора УНКР.407529.003–XXX РО. Вид рабочего окна ЖКИ ячейки индикации показан на рисунке 3.

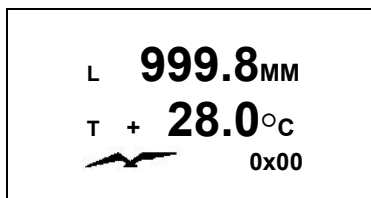


Рисунок 3 – Вид рабочего окна ЖКИ ячейки индикации

11.11 При обнаружении неисправности уровнемера необходимо снять питание с уровнемера. По методике раздела “Характерные неисправности и методы их устранения” устранить возникшую неисправность.

После устранения неисправности и проверки уровнемер готов к работе.

#### 11.12 Порядок работы

11.12.1 Уровнемер готов к работе через три минуты после подачи напряжения питания.

## 12 ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

12.1 Перечень характерных неисправностей в работе уровнемера, а также методы их устранения приведены в таблице 10.

Таблица 10

Наименование неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
При подаче питания не горит индикатор “Питание” на крышке блока	Отсутствует напряжение питания  Вышли из строя предохранители на плате ЯК2А-1 БИИ5 или ЯК7 БТВИ5	Проверить целостность внешних цепей питания, правильность их подключения  Снять крышку блока и заменить предохранители на плате ЯК2А-1 БИИ5 или ЯК7 БТВИ5
Выходной ток БТВИ5 равен нулю	Неправильное подключение датчика  Вышел из строя предохранитель на плате ЯТВ4	Проверить правильность подключения датчика.  Заменить предохранитель на плате ЯТВ4
Не горит один из светодиодных индикаторов “Прием” или “Передача” на крышке БИИ5	Отсутствует связь по интерфейсу	Проверить целостность линий связи интерфейса

## 13 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

13.1 Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения нормальной работы и сохранения эксплуатационных и технических характеристик уровнемеров в течение всего срока его эксплуатации.

13.2 Во время выполнения работ по техническому обслуживанию необходимо выполнять указания, приведенные в разделах 9 и 10.

13.3 Ежегодный уход предприятием-потребителем включает:

- очистку чувствительного элемента датчика от загрязнения продуктами измерения (при необходимости - чаще);
- проверку надежности присоединения, а также отсутствие обрывов или повреждений изоляции кабелей связи датчика с блоком;
- целостность и качество заземления;
- сохранность пломбировки уровнемеров.

13.4 Поверка уровнемеров производится по методике поверки УНКР.407629.003 МП.

## 14 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

14.1 Транспортирование уровнемеров осуществляется:

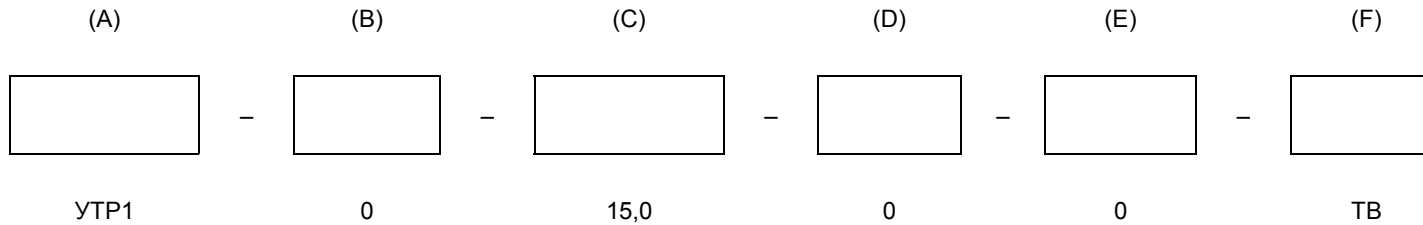
- для уровнемеров без ЯИ10 по условиям хранения 6 ГОСТ 15150;
- для уровнемеров с ЯИ10 по условиям хранения 6 ГОСТ 15150 при минимальном значении температуры воздуха не ниже минус 30 °С.

14.2 Хранение уровнемеров осуществляется в упаковке, в помещениях, соответствующих группе Л ГОСТ 15150.

В руководстве по эксплуатации приняты следующие сокращения:

АСУ ТП	- автоматизированная система управления технологическим процессом;
БИИ	- блок интерфейса искробезопасный;
БЛП	- блок плат;
БТ	- барьер токовый;
БТВИ	- блок токового выхода искробезопасный;
ВГП	- высота газового пространства;
ЖКИ	- жидкокристаллический индикатор;
ЗАО	- закрытое акционерное общество;
МИ	- модуль интерфейса;
ПУЭ	- правила устройства электроустановок;
СВЧ	- сверхвысокая частота;
УТР	- уровнемер тросиковый радиоволновый;
ЧЭ	- чувствительный элемент;
ЭВМ	- электронная вычислительная машина;
ЯИ	- ячейка индикации;
ЯИЗ	- ячейка искрозащиты;
ЯК	- ячейка коммутации;
ЯС	- ячейка связи;
ЯПР	- ячейка преобразования;
ЯТВ	- ячейка токового выхода.

Приложение А  
(справочное)  
Структура условного обозначения уровнемеров УТР1



**(A) Базовый тип**

УТР1 уровнемер тросиковый радиоволновый

**(B) Номер разработки**

- 0 С тросом диаметром 4 мм из нержавеющей стали AISI 316
- 1 С тросом диаметром 6 мм из нержавеющей стали AISI 316
- 2 Со стержнем диаметром 16 мм из нержавеющей стали AISI 316 Ti

**(C) Длина ЧЭ уровнемера, м**

**(D) Наличие местной индикации**

- 0 Без местной индикации
- 1 С местной индикацией

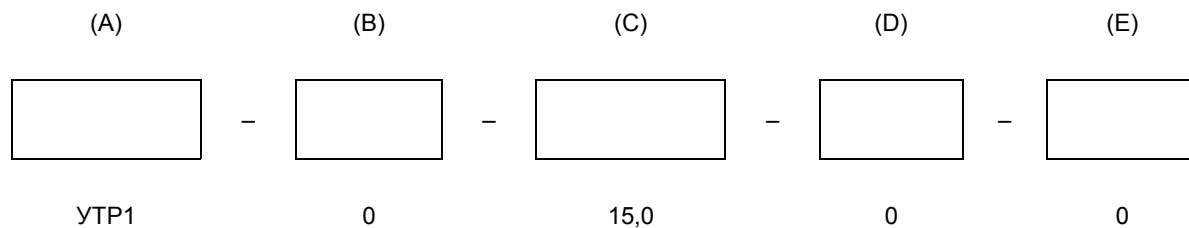
**(E) Наличие крышки защитной**

- 0 Без защитной крышки
- 1 С защитной крышкой

**(F) Тип выходного сигнала уровнемера**

- RS Интерфейс RS-485
- ТВ Токовый выход от 4 до 20 мА
- KM Протокол Альбатрос 3.0
- MI Индикация

Приложение В  
(справочное)  
Структура условного обозначения датчиков уровнемеров УТР1



**(A) Базовый тип**

УТР1 датчик уровня тросиковый радиоволновый

**(B) Номер разработки**

- 0 С тросом диаметром 4 мм из нержавеющей стали AISI 316
- 1 С тросом диаметром 6 мм из нержавеющей стали AISI 316
- 2 Со стержнем диаметром 16 мм из нержавеющей стали AISI 316 Ti

**(C) Длина ЧЭ уровнемера, м**

**(D) Наличие местной индикации**

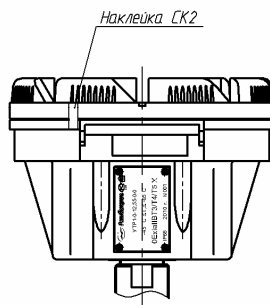
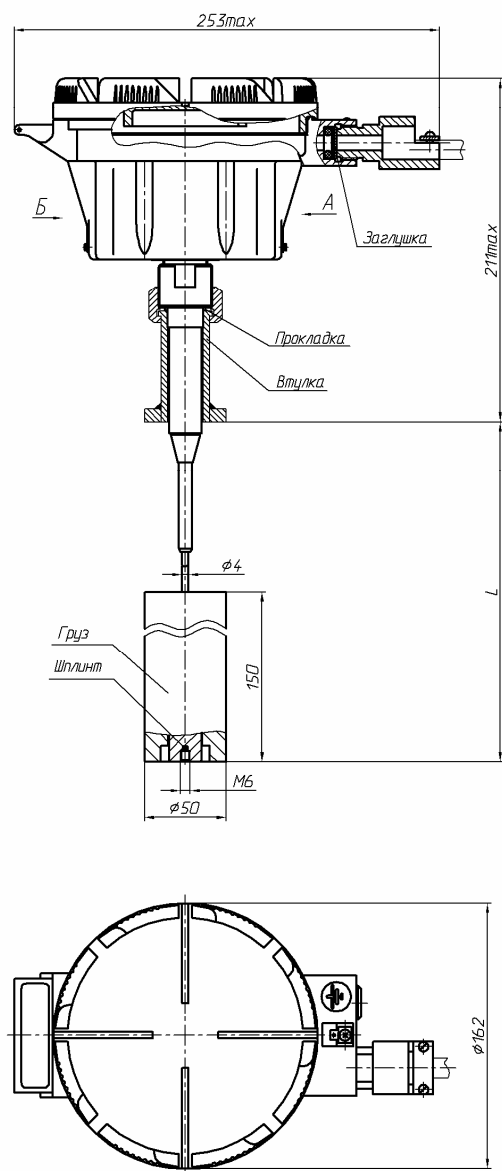
- 0 Без местной индикации
- 1 С местной индикацией

**(E) Наличие крышки защитной**

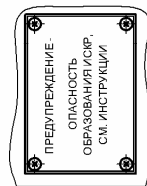
- 0 Без крышки защитной
- 1 С крышкой защитной

Приложение С  
Габаритные размеры датчиков

Рис. 1



А (1:1)



Б (1:1)



Рис. 2

Остальное - см. рис. 1

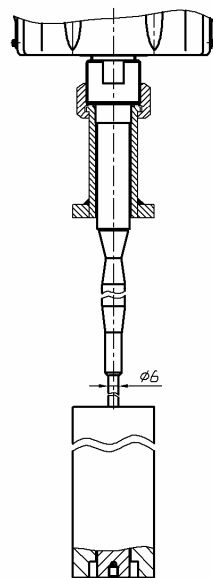
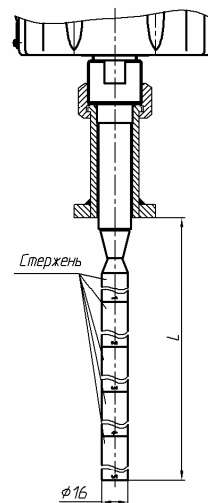


Рис. 6

Остальное - см. рис. 1



Примечание - размер L определяет заказчик

Обозначение	Наименование	Рис.	Масса
УНКР.407529.003	УТР1-0	1	8 тгх
		1, 3	8,1 тгх
		1, 4	8,2 тгх
		1, 5	8,3 тгх
		2	9,5 тгх
-01	УТР1-1	2, 3	9,6 тгх
		2, 4	9,7 тгх
		2, 5	9,8 тгх
		6	26,9 тгх
		-02	УТР1-2
6, 4	27,1 тгх		
6, 5	27,2 тгх		

Рисунок С.1 – Габаритные размеры датчиков (лист 1)



Рис. 3  
Остальное см. рис. 1, 2, 6

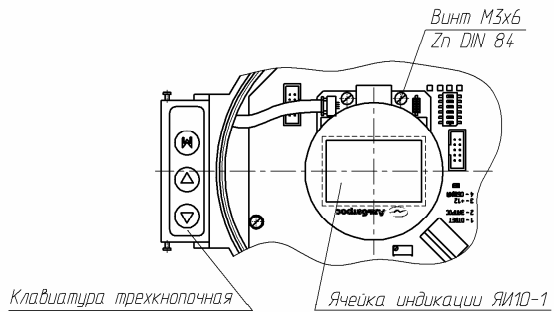
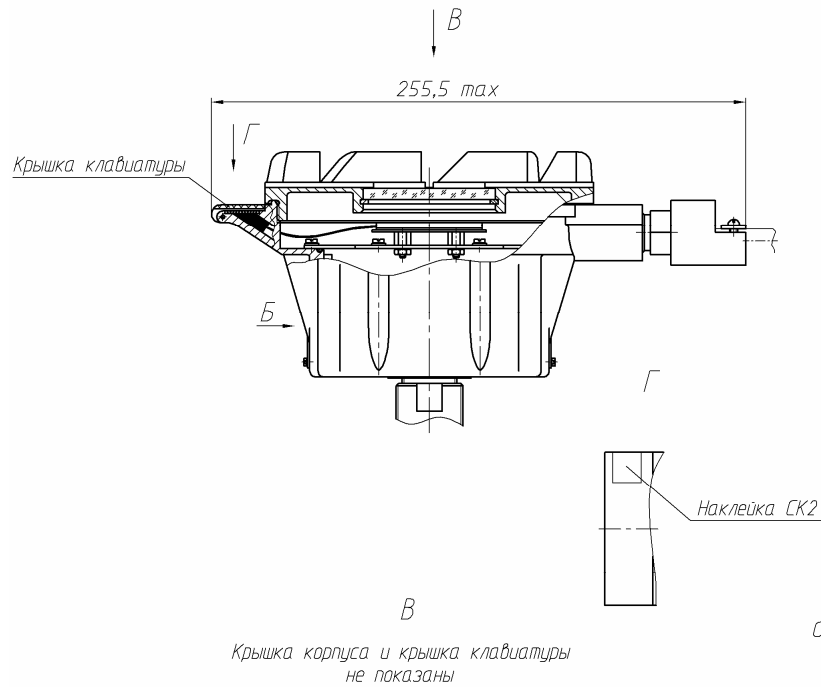


Рис. 5 (2:1)  
Остальное - см. рис. 3

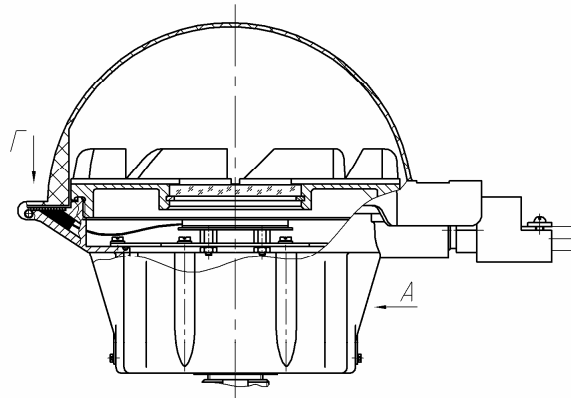
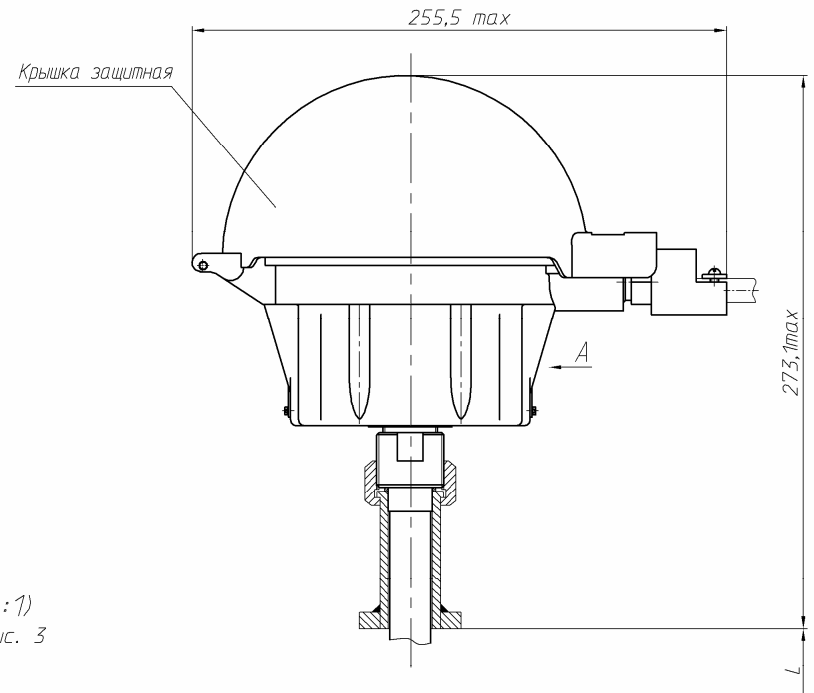
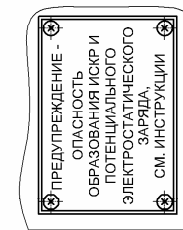


Рис. 4  
Остальное - см. рис. 1, 2, 6



Примечание - размер L определяет заказчик

А (1:1)

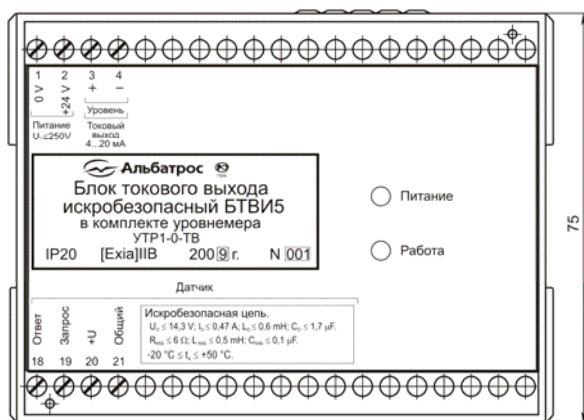
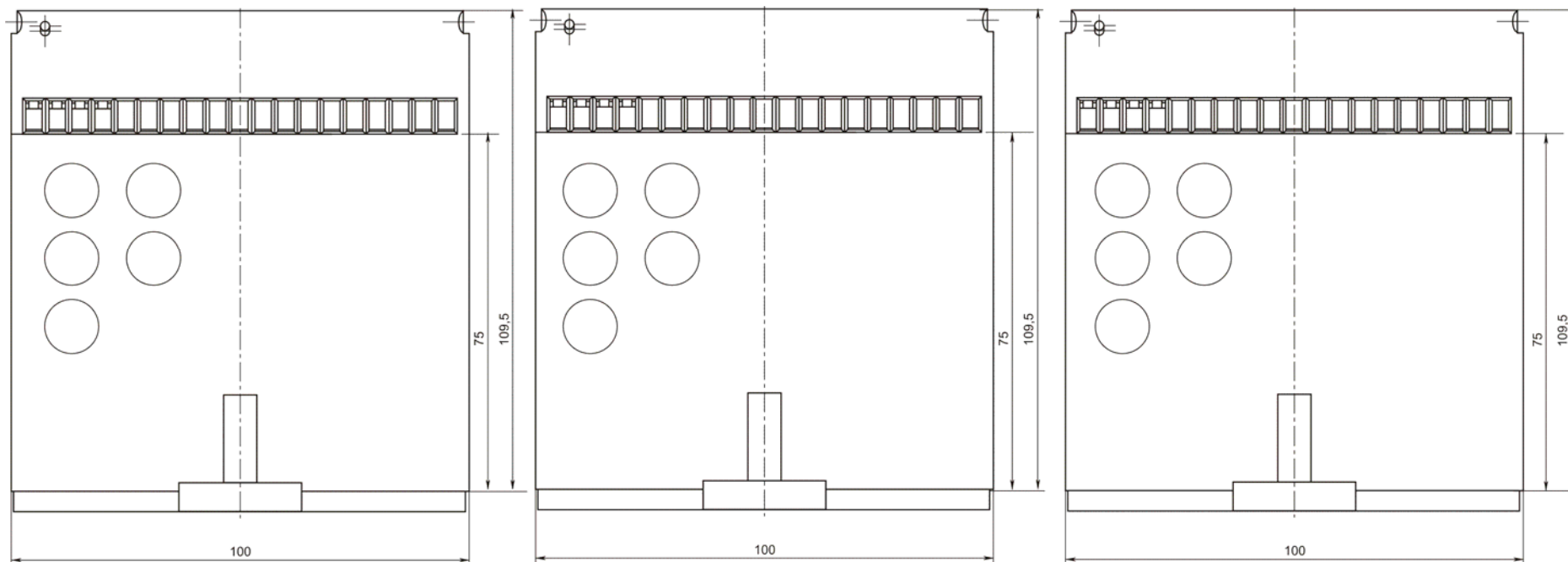


Б (1:1)

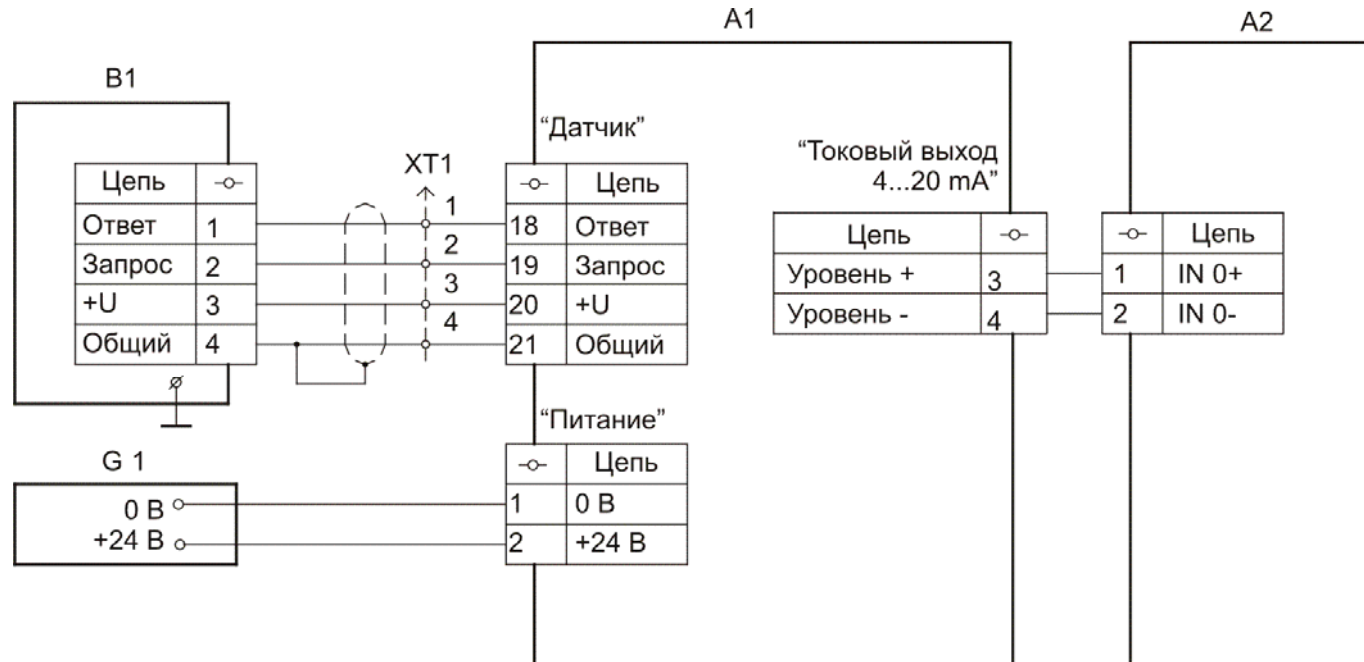


Рисунок С.2 – Габаритные размеры датчиков (лист 2)

Приложение D  
(обязательное)  
Габаритные размеры блоков

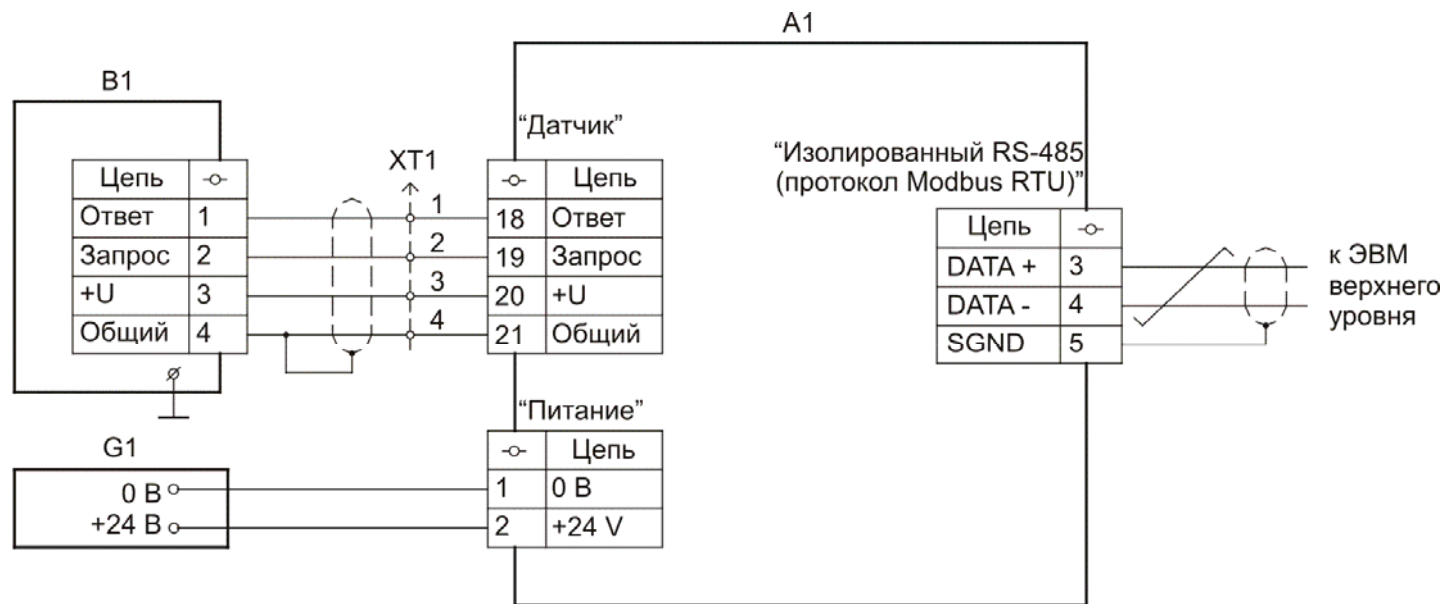


Приложение Е  
(обязательное)  
Схемы подключения уровнемеров



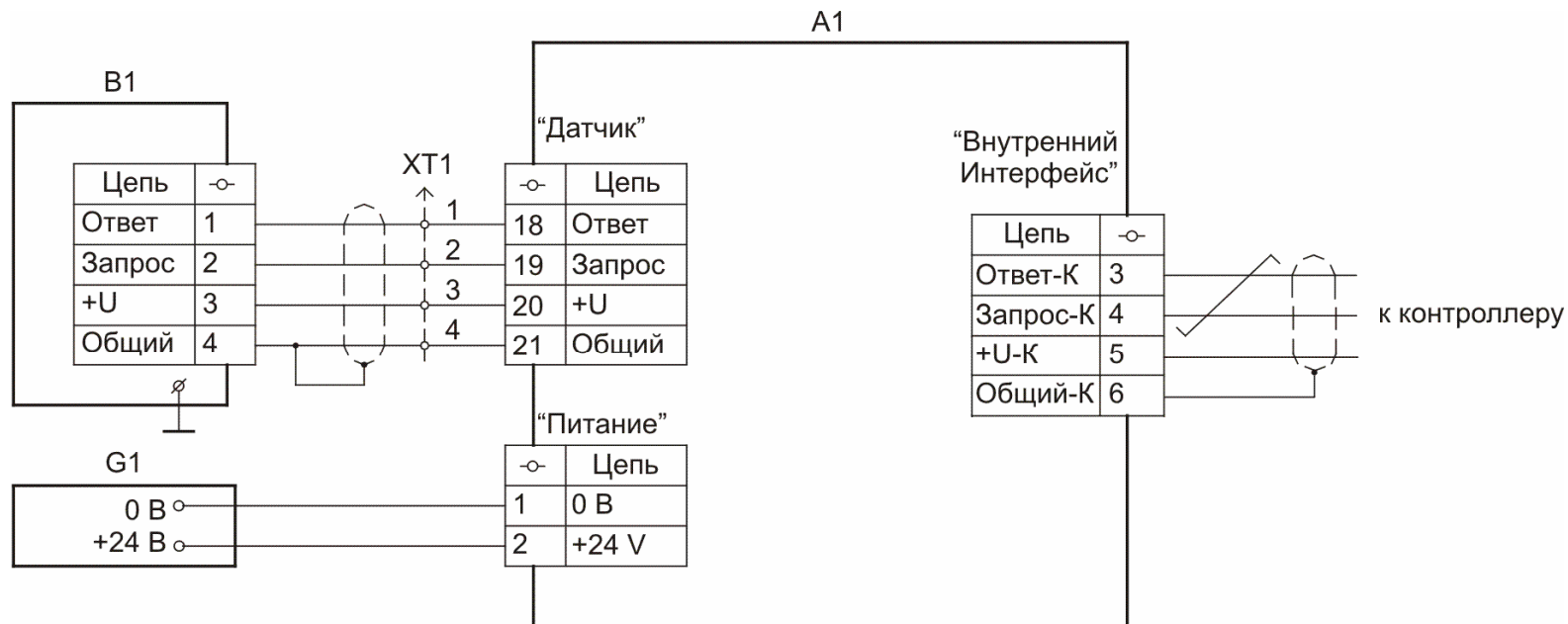
- A1 - блок токового выхода искробезопасный БТВИ5;
- A2 - модуль аналогового ввода промышленного контроллера;
- B1 - датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1;
- G1 - незаземленный источник питания 24 В ± 10 %; 1,2 А (возможна установка двух блоков питания изолированных БПИ1 ТУ 4025-001-29421521-02);
- XT1 - клеммный соединитель пользователя.

Рисунок Е.1 – Схема подключения уровнемера УТР1-...-ТВ



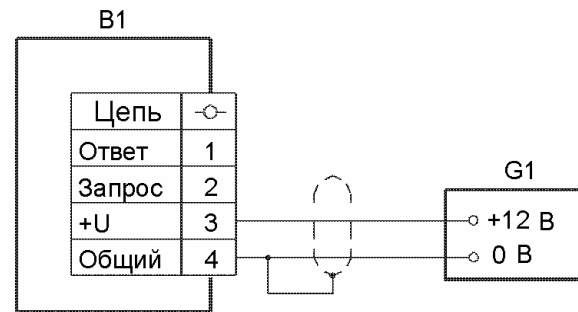
- A1 - блок интерфейса искробезопасный БИИ5М;  
 B1 - датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1;  
 G1 - незаземленный источник питания 24 В ± 10 %; 1,2 А (возможна установка двух блоков питания изолированных БПИ1 ТУ 4025-001-29421521-02);  
 XT1 - клеммный соединитель пользователя.

Рисунок Е.2 – Схема подключения уровнемера УТР1-...-RS



- A1 - блок интерфейса искробезопасный БИИ5А;  
 B1 - датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1;  
 G1 - незаземленный источник питания 24 В ± 10 %; 1,2 А (возможна установка двух блоков питания изолированных БПИ1 ТУ 4025-001-29421521-02);  
 XT1 - клеммный соединитель пользователя.

Рисунок Е.3 – Схема подключения уровнемера УТР1-...-КМ



- B1 - датчик уровня тросиковый радиоволновый УТР1;  
G1 - блок питания постоянного тока 12 В ± 5 %, 0,5 А.

Рисунок Е.4 – Схема подключения уровнемера УТР1-...-МИ

Приложение F  
(обязательное)  
Назначение секций выключателя S1 ЯК2А-1 для БИИ5 (ЯК7 для БТВИ5)

Режим	Номер секции	Состояние	Значение
Выбор комплекта	6	“ON”	БТВИ5
	8	“OFF”	
	6	“OFF”	БИИ5
	8	“ON”	
Тестовый режим	7	“ON”	Включен
	7	“OFF”	Выключен
Тестовый режим включен	3	“ON”	Уровень выходного сигнала 10 % от диапазона. Выходной ток для БТВИ5 5,60 мА
	4	“ON”	
	3	“ON”	Уровень выходного сигнала 40 % от диапазона. Выходной ток для БТВИ5 10,40 мА
	4	“OFF”	
	3	“OFF”	Уровень выходного сигнала 60 % от диапазона. Выходной ток для БТВИ5 13,60 мА
	4	“ON”	
	3	“OFF”	Уровень выходного сигнала 90 % от диапазона. Выходной ток для БТВИ5 18,40 мА
	4	“OFF”	
Тестовый режим выключен	1	“OFF”	Не используется
	1	“OFF”	Не используется
	2	“ON”	Скорость передачи 2400 бит/с
	2	“OFF”	Не используется
	4	“ON”	Усреднение по 32 значениям включено
	4	“OFF”	Усреднение по 32 значениям отключено
	5	“OFF”	Не используется
	5	“OFF”	Не используется

Внимание: Запрещается изменять состояние неиспользуемых секций выключателей!

## ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, пункта, подпункта, рисунка, приложения, в котором дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	1.11.2, 2.9.8
ГОСТ 27.003-90	2.11.2
ГОСТ 1508-78	2.9.9
ГОСТ 1583-93	6.3
ГОСТ 5264-80	Рисунок 2
ГОСТ 9640-85	11.4.2
ГОСТ 14254-96	2.11.3, 2.11.4, 7.1, 7.4, 7.5, 7.6
ГОСТ 15150-69	1.10.1, 1.11.1, 14.1, 14.2
ГОСТ 18677-73	7.7
ГОСТ 28250-89	6.3
ГОСТ Р 51318.22-2006	2.9.11
ГОСТ Р 51330.11-99 (МЭК 60079-12-78)	1.10.3, 1.11.2
ГОСТ Р 52350.0-2005 (МЭК 60079-0:2004)	1.10.3, 1.11.2, 6.2.3
ГОСТ Р 52350.10-2005 (МЭК 60079-10:2002)	1.10.2, 1.10.3
ГОСТ Р 52350.11-2005 (МЭК 60079-11:2006)	1.10.3, 1.11.2, 6.4.1, 6.4.4
ГОСТ Р 52350.14-2006	10.1
ГОСТ Р 52931-2008	1.10.5
ГОСТ Р 53390-2009	2.9.11
ПУЭ. Правила устройства электроустановок. Издание шестое, переработанное и дополненное, с изменениями. Москва, Главгосэнергонадзор, 1998 г.	10.1
Инструкция по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон ВСН332-74/ММСС СССР	10.1