

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:  
Екатеринбург +7(343)384-55-89, Казань +7(843)206-01-48, Краснодар +7(861)203-40-90,  
Москва +7(495)268-04-70, Санкт-Петербург +7(812)309-46-40,  
Единый адрес: [ats@nt-rt.ru](mailto:ats@nt-rt.ru)

[www.albatros.nt-rt.ru](http://www.albatros.nt-rt.ru)

**БЛОК ВЫЧИСЛЕНИЯ РАСХОДА ГАММА-9**

Руководство по эксплуатации

УНКР.466514.012 РЭ

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
<b>ОПИСАНИЕ И РАБОТА</b>	
1 НАЗНАЧЕНИЕ.....	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	4
3 АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	5
4 СОСТАВ ПРИБОРА.....	13
5 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА.....	15
6 УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИБОРА.....	15
7 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИБОРА.....	18
8 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.....	21
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ</b>	
9 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	22
10 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.....	23
11 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ПРИБОРА.....	23
12 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ.....	23
13 ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	25
14 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА ПРИБОРА.....	25
15 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	25
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
A Структура обозначения прибора.....	24
B Схемы подключения к прибору внешних устройств.....	25
ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	30

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения блока вычисления расхода ГАММА-9 ТУ 4217-019-29421521-02, именуемого в дальнейшем “прибор”, и служит для обслуживающего персонала как руководство при эксплуатации этого изделия.

Документ состоит из двух частей. Разделы с 1 по 8, ОПИСАНИЕ И РАБОТА, содержат сведения о назначении, технических данных, составе, устройстве, конструкции и принципах работы прибора и его составных частей, обеспечении взрывозащищенности прибора, а также сведения о его условиях эксплуатации, маркировке и пломбировании.

Разделы с 9 по 15, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ, излагают требования, необходимые для правильной эксплуатации прибора и поддержания его в постоянной готовности к действию.

При изучении прибора дополнительно необходимо использовать следующие документы:

– УНКР.466514.012-XXX РО Блок вычисления расхода ГАММА-9. Руководство оператора (здесь и далее ХХХ - номер текущей версии программного обеспечения (ПО) прибора);

– УНКР.466514.012-XXX РП Блок вычисления расхода ГАММА-9. Руководство программиста.

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 ЗАО “Альбатрос”;

– настоящий материал нельзя распространять в коммерческих целях (с целью извлечения прибыли).

ГАММА-9 является товарным знаком ЗАО “Альбатрос”.

© 2003...2012 ЗАО “Альбатрос”. Все права защищены.

## ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Блок вычисления расхода ГАММА-9 предназначен для:

- регистрации и измерения параметров сигналов с выходов магнитоиндукционных датчиков (далее “МИД”) турбинных преобразователей расхода (далее “ТПР”) (в частности, типов Норд-И1У, Норд-И2У, ПСИ-90, ПСИ-90Ф);
- задания и расчета коэффициентов преобразования подключаемых ТПР;
- расчета мгновенных значений расхода (далее “Q”) и объема (далее “V”) среды, проходящей через подключаемые ТПР;
- измерения температуры среды в месте установки ТПР с помощью подключаемых термопреобразователей сопротивления типа TCM50;
- измерения различных технологических параметров (давление, температура, плотность и т.п.) при подключении датчиков, имеющих стандартный выходной токовый сигнал;
- регистрации и измерения сигналов с частотного выхода поточного плотномера (например, типов Solartron 7830, Solartron 7835);
- регистрации состояния статических дискретных выходов типа “сухой контакт”;
- расчета значения объема обезвоженной нефти (далее  $V_N$ ), прошедшей через ТПР;
- расчета значений массы брутто (далее “M<sub>БР</sub>”) среды, прошедшей через ТПР, с учетом приведения по температуре и давлению значения плотности к условиям измерения объема (в месте установки ТПР);
- расчета значений массы брутто среды, прошедшей через ТПР, с учетом приведения по температуре и давлению значений плотности и объема к нормальным условиям;
- расчета значений массы нетто (далее “M<sub>Н</sub>”) среды, прошедшей через ТПР, с учетом заданных или измеряемых значений процентного содержания: объемной доли воды (далее “фв”), механических примесей (далее “W<sub>МП</sub>”), хлористых солей (далее “W<sub>ХС</sub>”);
- расчета суммарных текущих значений Q, V, M<sub>БР</sub>, M<sub>Н</sub> по заданным ТПР, подключенным к прибору;
- проведения сличения (технической диагностики) рабочего ТПР по контрольному с расчетом метрологических характеристик рабочего ТПР;
- ведения архива измеряемых и рассчитываемых параметров;
- ведения архива включений/выключений прибора;
- осуществления цифрового обмена по последовательному интерфейсу с ЭВМ верхнего уровня;
- обеспечения взрывозащищенного электропитания подключенных датчиков (датчики, подключаемые к прибору, могут размещаться на объектах класса В-1 и В-1а (по классификации ПУЭ, шестое издание, глава 7.3), где возможно образование смесей горючих газов и паров с воздухом категории IIB согласно ГОСТ Р 51330.11).

1.2 Прибор имеет в своем составе базовый блок и модули расширения. Базовый блок прибора включает блок питания БП7, модуль процессора МП6 и ячейку индикации ЯИ6. По отдельному заказу БП7 может комплектоваться блоком резервного питания БРП1, обеспечивающим поддержку питания узлов прибора и подключенных к нему внешних устройств во время кратковременного отключения напряжения питания прибора.

Кроме того, базовый блок имеет четыре разъема для установки модулей расширения. В качестве модулей расширения предусмотрена установка двух типов модулей: модуля расходомера МР1 и модуля токовых входов МТВ2. Модули расширения могут устанавливаться в базовый блок в любых доступных позициях, количестве и сочетании.

Базовый блок осуществляет:

- обмен информацией с модулями расширения прибора;
- обработку поступающей информации по заданным алгоритмам;
- отображение информации на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ);
- задание режима отображения выводимой на ЖКИ информации и ввод настроечных параметров с помощью шестнадцатикнопочной клавиатуры;
- ведение архивов измеряемых и рассчитываемых параметров;
- выработку напряжений питания узлов прибора и подключаемых внешних устройств;
- обеспечение связи прибора с ЭВМ верхнего уровня по интерфейсу RS-485 в формате протокола Modbus RTU.

1.3 Модуль расходомера МР1 предназначен для одновременного подключения к прибору до трех МИД ТПР, до трех термопреобразователей сопротивления TCM50, до шести устройств, имеющих тип дискретного статического выхода “сухой контакт”, и обеспечивает:

- искробезопасное питание МИД ТПР и термопреобразователей сопротивления;
- измерение и первичную обработку выходных сигналов МИД ТПР и термопреобразователей сопротивления;
- измерение и первичную обработку выходного сигнала поточного плотномера с частотным выходом (например, типов Solartron 7830, Solartron 7835);
- измерение и первичную обработку выходного сигнала поточного влагомера с частотным выходом;
- регистрацию состояния дискретных входов.

1.4 Модуль токовых входов МТВ2 предназначен для подключения к нему до четырех датчиков, имеющих стандартный токовый выход 4...20 мА, и обеспечивает искробезопасное питание и измерение четырех токовых сигналов датчиков искробезопасного исполнения, имеющих стандартный токовый выход 4...20 мА и подключаемых по двухпроводной схеме.

1.5 Условия эксплуатации и степень защиты прибора

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15150 для вида климатического исполнения УХЛ4, тип атмосферы II (промышленная).

Степень защиты оболочки прибора IP30 по ГОСТ 14254.

1.6 Прибор соответствует требованиям ГОСТ Р 51330.0, ГОСТ Р 51330.10, имеет для выходных цепей вид взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, уровень взрывозащиты “Взрывобезопасный” для взрывоопасных смесей категории IIB по ГОСТ Р 51330.11, маркировку взрывозащиты “[Ex]IIB” и может применяться вне взрывоопасных зон помещений и наружной установки согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ (шестое издание) и других нормативно-технических документов, регламентирующих применение оборудования во взрывоопасных зонах.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

### 2.1 Характеристики базового блока прибора:

- ЖКИ со светодиодной подсветкой имеет две строки по 40 знакомест (матрица 5x7 точек, размер символа 3,7x5,97 мм) и обеспечивает вывод алфавитно-цифровой информации;
- 16-кнопочная клавиатура для управления режимом работы;
- энергонезависимая память для хранения данных и настроек прибора;
- энергонезависимые часы реального времени;
- число разъемов расширения – четыре;
- изолированный интерфейс RS-485;
- скорость передачи до 19200 бит/с;
- программируемый контроль четности;
- логический протокол – Modbus RTU.

### 2.2 Характеристики модуля расходомера МР1

2.2.1 Число изолированных каналов – три. Каждый канал имеет входы подключения одного МИД ТПР, одного термопреобразователя сопротивления ТСМ50 и двух дискретных выходов типа “сухой контакт”.

2.2.2 Амплитуда напряжения сигнала на входе подключения пассивных МИД ТПР (например, типов Норд-И1У, ПСИ-90) – не менее 0,02 В. Входное сопротивление – не менее 100 кОм.

2.2.3 Амплитуда напряжения сигнала на входе подключения МИД ТПР с потенциальным выходом (например, типа Норд-И2У) – не менее 1 В. Входное сопротивление – не менее 100 кОм.

2.2.4 Амплитуда тока сигнала на входе подключения МИД ТПР с выходом типа “открытый коллектор” (например, типа ПСИ-90Ф) – не менее 5 мА. Нагрузочное сопротивление – 910 Ом.

2.2.5 Рабочий диапазон частот сигнала на входах подключения МИД ТПР – от 20 до 8000 Гц.

2.2.6 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты сигнала на частотном входе (подключения МИД ТПР или поточного плотномера) в диапазоне частот от 20 до 8000 Гц –  $\pm 0,01$  %. Период измерения частоты – не более 1 с.

2.2.7 Пределы допускаемой относительной погрешности подсчета количества импульсов на входе подключения МИД ТПР в рабочем диапазоне частот  $\pm 0,002$  %.

2.2.8 Питание схемы МИД ТПР осуществляется постоянным напряжением с параметрами  $U_0 \leq 12$  В,  $I_0 \leq 80$  мА.

Для связи с МИД ТПР применяется экранированный четырехпроводный кабель. Нормальное функционирование обеспечивается при длине соединительного кабеля между модулем МР1 и МИД ТПР с пассивным выходом (например, типов Норд-И1У, ПСИ-90) не более 150 метров, между модулем МР1 и МИД ТПР с активным выходом (например, типов Норд-И2У, ПСИ-90Ф) не более 1500 метров. Разрешается применение экранированных кабелей со следующими параметрами:  $R_{КАБ} \leq 100$  Ом,  $C_{КАБ} \leq 0,1$  мкФ,  $L_{КАБ} \leq 2$  мГн.

2.2.9 Диапазон температур, измеряемых на входе подключения термопреобразователя сопротивления ТСМ50, – от +5 до +60 °С.

2.2.10 Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигнала на входе подключения термопреобразователя сопротивления в указанном диапазоне температур  $\pm 0,2$  °С.

2.2.11 Дискретные входы модуля предназначены для обслуживания

сигналов типа “сухой контакт” и имеют входное сопротивление не менее 10 кОм. Минимальная длительность обнаруживаемого сигнала составляет 1 мс.

### 2.3 Характеристики модуля токовых входов МТВ2

2.3.1 Число изолированных токовых каналов – четыре. Каждый канал имеет один вход для подключения датчика с выходным токовым сигналом 4...20 мА по двухпроводной схеме.

2.3.2 Модуль обеспечивает для каждого датчика искробезопасное изолированное питание с параметрами  $U_0 \leq 24$  В,  $I_0 \leq 40$  мА.

2.3.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения токового сигнала на входе модуля МТВ2  $\pm 0,015$  мА.

2.3.4 Входное сопротивление токового входа 215 Ом  $\pm 0,1$  %.

### 2.4 Характеристики блока резервного питания БРП1

2.4.1 Блок резервного питания содержит батарею аккумуляторов со схемой управления и обеспечивает выработку питающих напряжений для модулей прибора и внешних подключаемых устройств в случаях пропадания напряжения питания прибора.

2.4.2 Продолжительность поддержания резервного напряжения питания для суммарного значения тока, потребляемого внешними подключенными устройствами и не превышающего 1,2 А, составляет не менее 20 минут.

### 2.5 Метрологические характеристики параметров учета

2.5.1 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений параметров:

– мгновенного расхода –  $\pm 0,02$  %;

– объема –  $\pm 0,02$  %.

2.5.2 Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений параметров с применением поточного плотномера и влагомера, имеющих стандартный токовый выход в рабочем диапазоне значений плотности нефти:

– массы брутто –  $\pm 0,15$  %;

– массы нетто –  $\pm 0,18$  %.

2.5.3 Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений параметров с применением поточного плотномера, имеющего частотный выход (например, типов Solartron 7830, Solartron 7835):

– массы брутто –  $\pm 0,1$  %;

– массы нетто –  $\pm 0,12$  %.

2.5.4 Пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента преобразования рабочего ТПР по контрольному  $\pm 0,02$  %.

### 2.6 Электрические параметры и характеристики

2.6.1 Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением от 176 до 242 В, частотой  $(50 \pm 1)$  Гц.

2.6.2 Мощность, потребляемая прибором и подключенными периферийными устройствами от сети, не превышает 35 В·А.

2.6.3 По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу защиты I в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0.

2.6.4 Электрическая изоляция 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 цепью питания ~220 В, 50 Гц и корпусом прибора – напряжение ~3000 В, 50 Гц;
- между цепями интерфейса RS-485 и корпусом прибора – напряжение ~1000 В, 50 Гц;
- между цепями питания изолированных внешних устройств и корпусом прибора – напряжение ~500 В, 50 Гц.

2.6.5 Все программируемые параметры и константы запоминаются в энергонезависимом оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ) прибора и сохраняются при отключении питания. Часы реального времени, имеющиеся в приборе, также энергонезависимы. Ориентировочный срок хранения информации 10 лет.

2.6.6 Время установления рабочего режима не более 15 минут.

2.6.7 Прибор предназначен для непрерывной работы.

2.7 Надежность

2.7.1 Средняя наработка на отказ прибора с учетом технического обслуживания, регламентируемого данным руководством по эксплуатации, - 40000 ч.

Средняя наработка на отказ прибора устанавливается для условий и режимов, оговоренных п. 1.5.

Критерием отказа является несоответствие прибора требованиям пп. 2.2...2.5.

2.7.2 Срок службы прибора – 8 лет.

2.7.3 Срок сохраняемости прибора – не менее одного года на период до ввода в эксплуатацию, при соблюдении условий, оговоренных в разделе “Правила хранения и транспортирования”.

2.7.4 Среднее время восстановления прибора не более 4 ч.

2.8 Конструктивные параметры

Габаритные размеры блока вычисления расхода ГАММА-9 не превышают 240x145x289 мм, масса не более 4 кг.

Габаритные размеры прибора приведены на рисунке 1.

### 3 АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ

3.1 Вычисление значений параметров, измеряемых внешними устройствами, подключаемыми к токовым входам модуля МТВ2, осуществляется по следующей формуле

$$P = P_4 + (P_{20} - P_4) \cdot (I - I_{\text{МИН}}) / (I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}), \quad (1)$$

где P – текущее измеряемое значение параметра;

$P_{20}$  – значение измеряемого параметра, соответствующее значению тока на входе МТВ2 равному 20 мА (параметр настройки, см. УНКР.466514.012-XXX РО);

$P_4$  – значение измеряемого параметра, соответствующее значению тока на входе МТВ2 равному 4 мА (параметр настройки, см. УНКР.466514.012-XXX РО);

I – значение тока в миллиамперах на входе МТВ2, соответствующее текущему значению измеряемого параметра;

$I_{\text{МАКС}}$  – значение тока в миллиамперах на входе МТВ2, соответствующее верхней границе диапазона, равное 20 мА;

$I_{\text{МИН}}$  – значение тока в миллиамперах на входе МТВ2, соответствующее нижней границе диапазона, равное 4 мА;

Примечание – Предполагается линейный характер зависимости P от I.

3.2 Зависимость коэффициента преобразования ТПР, подключенного к счетному входу модуля МР1, задается в виде кусочно-линейной характеристики или как постоянная величина во всем диапазоне частот при настройке прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО). Вычисление коэффициентов преобразования осуществляется по следующей формуле

$$K = K_i + (F - F_i)(K_{i+1} - K_i) / (F_{i+1} - F_i), \quad (2)$$

где K – рассчитываемое значение коэффициента преобразования ТПР, имп/м<sup>3</sup>;

$F_i, F_{i+1}$  – значения частоты сигнала ТПР, полученные при градуировке преобразователя и удовлетворяющие условию  $F_i \leq F \leq F_{i+1}$ , Гц;

$K_i, K_{i+1}$  – значения коэффициента преобразования при частотах преобразователя  $F_i$  и  $F_{i+1}$  соответственно, полученные при градуировке, имп/м<sup>3</sup>;

F – значение частоты на входе МР1, соответствующее текущему рассчитываемому значению K, Гц.

Если текущее значение частоты не укладывается в диапазон градуировки, то в качестве K принимается значение, соответствующее частоте ближайшей границы диапазона градуировки.

3.3 Вычисление значения мгновенного расхода по i-той измерительной линии (ИЛ)  $Q_i$ , м<sup>3</sup>/час, осуществляется по формуле

$$Q_i = (3600 \cdot F_i) / K_i, \quad (3)$$

где  $F_i$  – текущее значение частоты сигнала с выхода ТПР соответствующей ИЛ, Гц;

$K_i$  – значение коэффициента преобразования, рассчитанное для текущего значения  $F_i$ , имп/м<sup>3</sup>.

3.4 Вычисление значения приращения объема среды по i-той ИЛ  $\Delta V_i$ , м<sup>3</sup>, осуществляется по формуле

$$\Delta V_i = \Delta N_i / K_i, \quad (4)$$

где  $\Delta N_i$  – приращение количества импульсов за цикл измерения с выхода ТПР соответствующей ИЛ, имп;

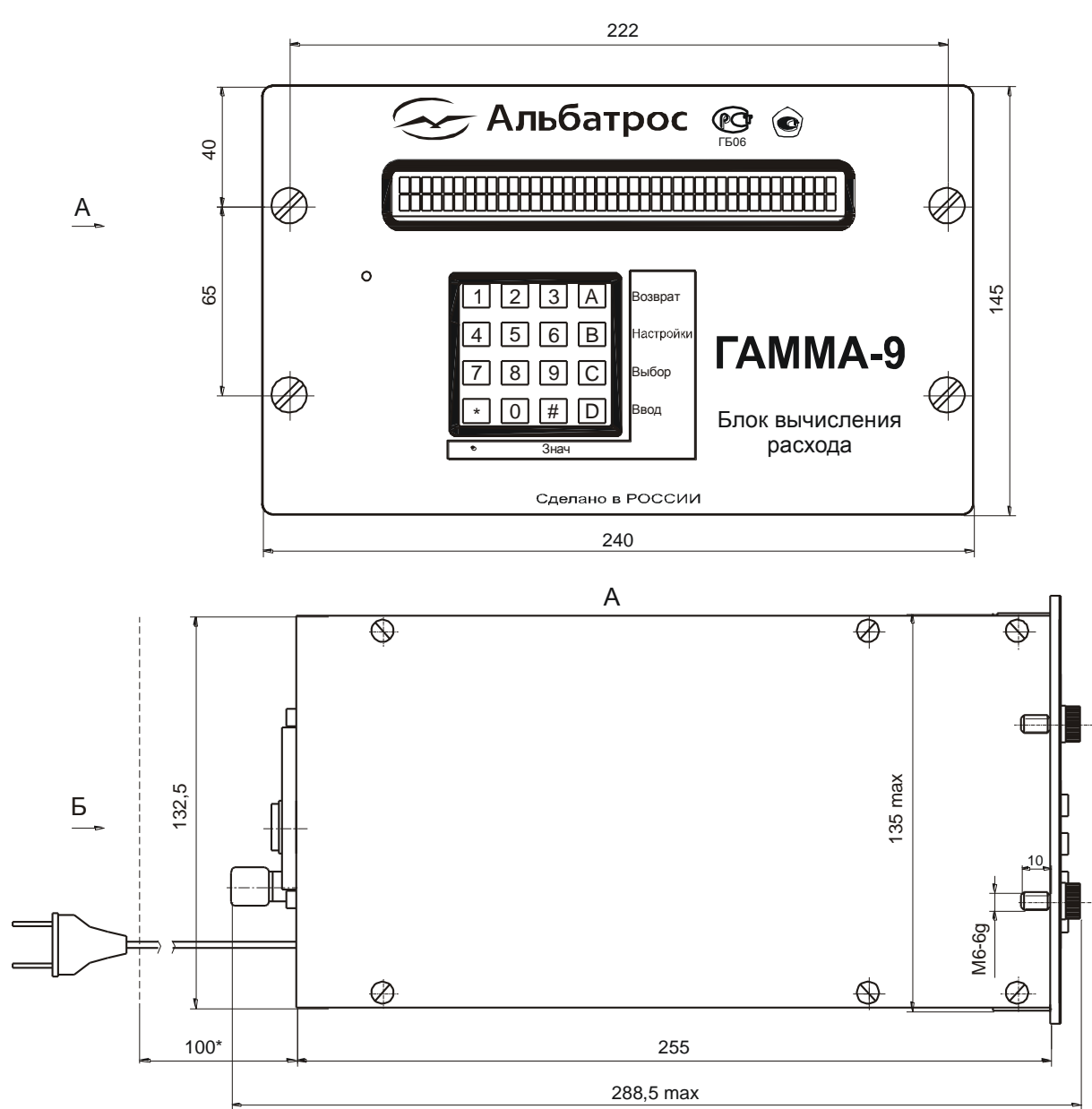
$K_i$  – значение коэффициента преобразования, рассчитанное для значения F, измеренного в соответствующем цикле измерения, имп/м<sup>3</sup>.

3.5 Вычисление нарастающего значения объема среды по i-той ИЛ  $V_i$ , м<sup>3</sup>, осуществляется по формуле

$$V_i = \Sigma \Delta V_i, \quad (5)$$

где  $\Delta V_i$  – приращение объема среды за цикл измерения по соответствующей ИЛ, м<sup>3</sup>.

3.6 Вычисление значения приращения объема обезвоженной нефти по i-той ИЛ  $\Delta V_{\text{НИ}}$ , м<sup>3</sup>, осуществляется по формуле



\* Зона монтажа кабельной сети.

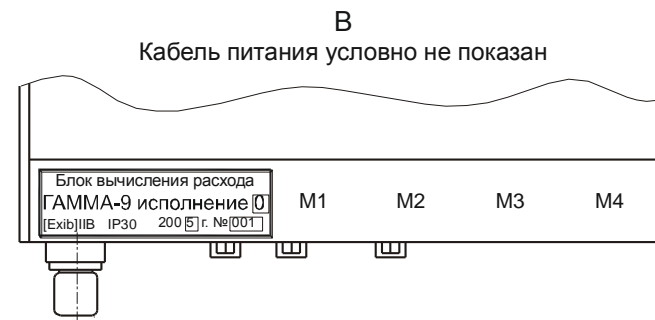
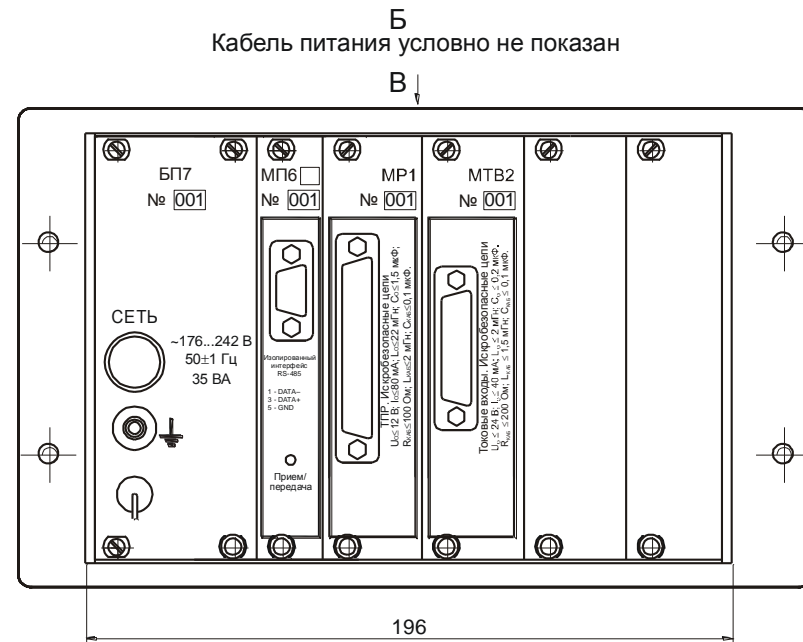


Рисунок 1 – Внешний вид и габаритные размеры прибора

$$\Delta V_{Hi} = \Delta V_i \cdot (1 - (W_{VB}/100)) \cdot K_{CG} \cdot K_{PG}, \quad (6)$$

где  $\Delta V_i$  – приращение объема среды за цикл измерения по соответствующей ИЛ, м<sup>3</sup>;  
 $W_{VB}$  – значение объемной доли воды, измеренное в текущем цикле на выходе поточного влагомера, имеющего стандартный токовый выход, или введенное в виде постоянной величины с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО), %;  
 $K_{CG}$  – значение коэффициента, учитывающего содержание свободного газа в жидкости, вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО), %;  
 $K_{PG}$  – значение коэффициента, учитывающего содержание растворенного газа в жидкости, вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО), %.

3.7 Вычисление нарастающего значения объема обезвоженной нефти по  $i$ -той ИЛ  $V_{Hi}$ , м<sup>3</sup>, осуществляется по формуле

$$V_{Hi} = \sum \Delta V_{Hi}, \quad (7)$$

где  $\Delta V_{Hi}$  – приращение объема обезвоженной нефти за цикл измерения по соответствующей ИЛ, м<sup>3</sup>.

3.8 Вычисление приращения массы брутто среды  $\Delta M_{Br}$ , т, производится согласно ГОСТ Р 8.595 по одному из выбираемых настройками прибора алгоритмов расчета. Вычисление по алгоритму 1 осуществляется с приведением по температуре и давлению значений плотности и объема к нормальным условиям. Вычисление по алгоритму 2 осуществляется с приведением по температуре и давлению значения плотности к условиям измерения объема.

3.8.1 Вычисление по алгоритму 1 осуществляется решением системы уравнений (8)...(17):

$$\Delta M_{Br} = (\rho_{Hy} \cdot \Delta V_{Hy}) / 1000, \quad (8)$$

$$\rho_{Hy} = \rho_{п} / (CTL_p \cdot CPL_p), \quad (9)$$

$$\Delta V_{Hy} = \Delta V_i \cdot (CTL_V \cdot CPL_V), \quad (10)$$

$$CTL_p = \text{EXP}(-\alpha_{Hy} \cdot (T_{п} - T_{Hy}) \cdot (1 + 0,8 \cdot \alpha_{Hy} (T_{п} - T_{Hy}))), \quad (11)$$

$$CTL_V = \text{EXP}(-\alpha_{Hy} \cdot (T_V - T_{Hy}) \cdot (1 + 0,8 \cdot \alpha_{Hy} (T_V - T_{Hy}))), \quad (12)$$

$$\alpha_{Hy} = 613,97226 / \rho_{Hy}^2, \quad (13)$$

$$CPL_p = 1 / (1 - (\gamma_{t-p} \cdot (P_{п} - 0,1))), \quad (14)$$

$$CPL_V = 1 / (1 - (\gamma_{t-V} \cdot (P_V - 0,1))), \quad (15)$$

$$\gamma_{t-p} = 10^{-4} \cdot \text{EXP}(-1,6208 + 0,00021592 \cdot T_{п} + (870960 / \rho_{Hy}^2) + (4209,2 \cdot T_{п} / \rho_{Hy}^2)), \quad (16)$$

$$\gamma_{t-V} = 10^{-4} \cdot \text{EXP}(-1,6208 + 0,00021592 \cdot T_V + (870960 / \rho_{Hy}^2) + (4209,2 \cdot T_V / \rho_{Hy}^2)), \quad (17)$$

где  $\rho_{Hy}$  – значение плотности, кг/м<sup>3</sup>, среды, приведенное к нормальным условиям;  
 $\Delta V_{Hy}$  – приращение объема, м<sup>3</sup>, среды, приведенное к нормальным условиям;  
 $\rho_{п}$  – значение плотности среды, измеренной при температуре и давлении в преобразователе плотности, кг/м<sup>3</sup>;  
 $CTL_p$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем среды, определенный для температуры среды в преобразователе плотности;  
 $CPL_p$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем среды, определенный для давления среды в преобразователе плотности;  
 $\Delta V_i$  – приращение за цикл измерения объема среды, измеренного при температуре и давлении среды в месте измерения объема, м<sup>3</sup>;  
 $CTL_V$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем среды, определенный для температуры среды в месте измерения объема;  
 $CPL_V$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем среды, определенный для давления среды в месте измерения объема;  
 $T_{п}$  – значение температуры среды в месте измерения плотности, °С;  
 $T_V$  – значение температуры среды в месте измерения объема, °С;  
 $T_{Hy}$  – температура нормальных условий, °С;

$P_{\Pi}$  – значение давления среды в месте измерения плотности, МПа;  
 $P_V$  – значение давления среды в месте измерения объема, МПа;  
 $\gamma_{t-P}$  – коэффициент сжимаемости при температуре  $T_{\Pi}$ , МПа<sup>-1</sup>;  
 $\gamma_{t-V}$  – коэффициент сжимаемости при температуре  $T_V$ , МПа<sup>-1</sup>.

3.8.2 Вычисление приращения массы брутто среды  $\Delta M_{\text{Бри}}$ , т, по алгоритму 2 производится по формуле

$$\Delta M_{\text{Бри}} = \Delta V_{0i} \cdot \rho_0 / 1000, \quad (18)$$

$$\rho_0 = \rho_{\Pi} \cdot (1 + \beta \cdot (T_{\Pi} - T_i) + \gamma \cdot (P_i - P_{\Pi})), \quad (19)$$

где  $\Delta V_{0i}$  – приращение объема среды за цикл измерения по ИЛ, м<sup>3</sup>;  
 $\rho_0$  – значение плотности среды, кг/м<sup>3</sup>, приведенное по температуре и давлению к условиям ИЛ;  
 $\rho_{\Pi}$  – значение плотности среды, измеренное при значениях температуры  $T_{\Pi}$  и давлению  $P_{\Pi}$  в месте измерения  $\rho_{\Pi}$ , кг/м<sup>3</sup>;  
 $T_{\Pi}$  – значение температуры среды, измеренное в месте измерения  $\rho_{\Pi}$  (установки плотномера), °С;  
 $P_{\Pi}$  – значение давления, измеренное в месте измерения  $\rho_{\Pi}$ , МПа;  
 $T_i$  – значение температуры среды в ИЛ, °С;  
 $P_i$  – значение давления в ИЛ, МПа;  
 $\beta$  – коэффициент термического расширения среды, 1/°С;  
 $\gamma$  – коэффициент сжимаемости среды, МПа<sup>-1</sup>.

При расчете  $\Delta M_{\text{Бри}}$  по алгоритму 1 входные параметры должны лежать в границах следующих диапазонов:

$\rho_{\Pi}$  – 500...10000 кг/м<sup>3</sup>;  
 $T_{\Pi}, T_V$  – 0...80 °С;  
 $P_{\Pi}, P_V$  – 0...10 МПа.

Значения параметров, выходящие за границы указанных диапазонов при расчете по алгоритму 1 принимаются равными значениям ближайших границ соответствующих диапазонов.

Значение температуры нормальных условий  $T_{\text{НУ}}$  может быть равно +15 или +20 °С – выбирается в режиме настроек прибора.

Значение  $\rho_{\Pi}$  может быть получено с поточного плотномера, имеющего стандартный токовый выход от 4 до 20 мА и подключенного к одному из входов модуля МТВ2, или с поточного плотномера, имеющего частотный выход (например, типов Solartron 7830, Solartron 7835) и подключенного к одному из частотных входов модуля МР1. Также значение  $\rho_{\Pi}$  может быть введено в виде постоянной величины с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО). При использовании поточного плотномера с частотным выходом расчет значения плотности ведется по формулам (20)...(24):

$$\rho_{\Pi 1} = K_0 + (K_1 \cdot (10^6/F)) + (K_2 \cdot (10^6/F)^2), \quad (20)$$

где  $K_0, K_1, K_2$  – калибровочные коэффициенты, взятые из сертификата на плотномер;  
 $F$  – частота сигнала на выходе плотномера, Гц;  
 $\rho_{\Pi 1}$  – значение плотности без коррекции по температуре и давлению, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho_T = \rho_{\Pi 1} \cdot (1 + K_{18} \cdot (T_{\Pi} - 20)) + K_{19} \cdot (T_{\Pi} - 20), \quad (21)$$

где  $K_{18}, K_{19}$  – калибровочные коэффициенты, взятые из сертификата на плотномер;  
 $T_{\Pi}$  – температура среды, измеренная в месте установки плотномера, °С;  
 $\rho_T$  – значение плотности с коррекцией по температуре, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho_{\Pi} = \rho_T \cdot (1 + K_{20} \cdot (P_{\Pi} - 0,1) \cdot 10) + K_{21} \cdot (P_{\Pi} - 0,1) \cdot 10, \quad (22)$$

$$K_{20} = K_{20A} + K_{20B} \cdot (P_{\Pi} - 0,1) \cdot 10, \quad (23)$$

$$K_{21} = K_{21A} + K_{21B} \cdot (P_{\Pi} - 0,1) \cdot 10, \quad (24)$$

где  $K_{20A}, K_{20B}, K_{21A}, K_{21B}$  – калибровочные коэффициенты, взятые из сертификата на плотномер;  
 $P_{\Pi}$  – давление среды, измеренное в месте установки плотномера, МПа;  
 $\rho_{\Pi}$  – значение плотности с коррекцией по температуре и давлению, кг/м<sup>3</sup>.

Значения коэффициентов  $\beta$  и  $\gamma$  выбираются из таблиц МИ 2153.



Значения  $T_{\Pi}$  и  $T_V$  могут быть получены путем подключения термопреобразователей сопротивления ко входам измерения температуры модуля МР1 прибора или термодатчиков, имеющих стандартный токовый выход 4...20 мА и подключенных ко входам модуля МТВ2, с привязкой параметров  $T_{\Pi}$  и  $T_V$  к измерительным входам в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО или введены в виде постоянных величин с клавиатуры прибора.

Значения  $P_{\Pi}$  и  $P_V$  могут быть получены путем подключения датчиков давления, имеющих стандартный токовый выход 4...20 мА и подключенных ко входам модуля МТВ2, с привязкой параметров  $P_{\Pi}$  и  $P_V$  к измерительным входам в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО или введены в виде постоянных величин с клавиатуры прибора.

3.9 Вычисление нарастающего значения массы брутто среды по  $i$ -той ИЛ  $M_{БРi}$ , т, осуществляется по формуле

$$M_{БРi} = \sum \Delta M_{БРi}, \quad (25)$$

где  $\Delta M_{БРi}$  – приращение массы брутто среды за цикл измерения по соответствующей ИЛ, т.

3.10 Вычисление текущего значения массовой доли воды для  $i$ -той ИЛ, %, осуществляется по формуле

$$W_{Вi} = W_{ВВ} \cdot (\rho_{В} / \rho_{0i}), \quad (26)$$

где  $\rho_{В}$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>, вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО);  
 $\rho_{0i}$  – значение плотности среды, кг/м<sup>3</sup>, приведенное по температуре и давлению к условиям  $i$ -той ИЛ (рассчитывается по формуле (19)).

Значение  $W_{ВВ}$  может быть получено с поточного влагомера, имеющего стандартный токовый выход от 4 до 20 мА и подключенного к одному из входов модуля МТВ2, или с поточного влагомера, имеющего частотный выход и подключенного к одному из частотных входов модуля МР1. Также значение  $W_{ВВ}$  может быть введено в виде постоянной величины с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО). При использовании поточного плотномера с частотным выходом расчет значения  $W_{ВВ}$  ведется по формуле

$$W_{ВВ} = F/K, \quad (27)$$

где  $F$  – текущее значение частоты сигнала с выхода поточного влагомера, Гц;  
 $K$  – значение коэффициента поточного влагомера, рассчитанное для текущего значения  $F$  в соответствии с п. 3.2, Гц/%.

3.11 Вычисление нарастающего значения массы нетто среды по  $i$ -той ИЛ  $M_{Нi}$ , т, осуществляется по формуле

$$M_{Нi} = M_{БРi} \cdot (1 - ((W_{В} + W_{МП} + W_{ХС})/100)), \quad (28)$$

где  $M_{БРi}$  – нарастающая масса брутто среды по соответствующей ИЛ, т;  
 $W_{В}$  – массовая доля воды, %;  
 $W_{МП}$  – массовая доля механических примесей, %;  
 $W_{ХС}$  – массовая доля хлористых солей, %.

Параметры  $W_{МП}$ ,  $W_{ХС}$  могут быть получены путем измерения выходных сигналов соответствующих датчиков, имеющих стандартный токовый выход и подключаемых ко входам модуля МТВ2, или введены в виде постоянных величин с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО).

3.12 Вычисление суммарных параметров учета ведется по измерительным каналам, включенным в расчет соответствующими процедурами настройки (см. УНКР.466514.012-XXX РО).

3.12.1 Вычисление суммарного значения мгновенного расхода среды по  $N$  измерительным линиям  $Q_{\Sigma}$ , м<sup>3</sup>/час, ведется по формуле

$$Q_{\Sigma} = \sum Q_i, \quad (29)$$

где  $Q_i$  – значение мгновенного расхода по  $i$ -той ИЛ, м<sup>3</sup>/час.

3.12.2 Вычисление нарастающего значения объема среды по  $N$  ИЛ  $V_{\Sigma}$ , м<sup>3</sup>, ведется по формуле

$$V_{\Sigma} = \sum V_i, \quad (30)$$

где  $V_i$  – значение нарастающего объема по  $i$ -той ИЛ, м<sup>3</sup>.

3.12.3 Вычисление нарастающего значения объема обезвоженной нефти по  $N$  ИЛ  $V_{Н\Sigma}$ , м<sup>3</sup>, ведется по формуле

$$V_{Н\Sigma} = \sum V_{Нi}, \quad (31)$$

где  $V_{Нi}$  – значение нарастающего объема обезвоженной нефти по  $i$ -той ИЛ, м<sup>3</sup>.

3.12.4 Вычисление нарастающего значения массы брутто среды по N ИЛ  $M_{БР\Sigma}$ , т, ведется по формуле

$$M_{БР\Sigma} = \Sigma M_{БРi}, \quad (32)$$

где  $M_{БРi}$  – значение массы брутто по i-той ИЛ, т.

3.12.5 Вычисление нарастающего значения массы нетто среды по N ИЛ  $M_{Н\Sigma}$ , т, ведется по формуле

$$M_{Н\Sigma} = \Sigma M_{Hi}, \quad (33)$$

где  $M_{Hi}$  – значение массы нетто по i-той ИЛ, т.

3.13 Определение метрологических характеристик рабочего ТПР по контрольному ведется в точках расхода, количество которых ( $m$ ) может быть от одной до десяти (задается с клавиатуры прибора в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО). В точке расхода производится  $n = 12$  интервалов наблюдения, на каждом из которых производится усреднение значений контролируемых параметров по 20 измерениям. Возможно проведение перерасчета выходных параметров по  $n$  меньше 12 с исключением из расчета интервалов наблюдения, содержащих в результатах промахи или грубые погрешности.

Выходными рассчитываемыми параметрами являются:

– относительное отклонение среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР, от среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по формуле (2) в точке расхода;

– относительное отклонение среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР на интервале наблюдения в точке расхода, от среднеарифметического значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР в точке расхода;

– среднеарифметическое значение коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР в точке расхода по интервалам наблюдения, включенным в расчет;

– среднеквадратическое отклонение результата измерения коэффициента преобразования рабочего ТПР по контрольному в точке расхода;

– относительная погрешность рабочего ТПР в точке расхода;

– среднеквадратическое отклонение результата измерения коэффициента преобразования рабочего ТПР по контрольному в диапазоне расходов;

– относительная погрешность рабочего ТПР в диапазоне расходов.

Ниже приводится методика измерения и расчета метрологических характеристик.

3.13.1 Определяется среднее значение частоты на выходе рабочего ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, Гц

$$F_{Рij} = \Sigma F_{Рijk} / 20, \quad (34)$$

где  $F_{Рijk}$  – значение частоты на выходе рабочего ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, Гц.

3.13.2 Определяется среднее значение температуры жидкости в месте установки рабочего ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, °С

$$T_{Рij} = \Sigma T_{Рijk} / 20, \quad (35)$$

где  $T_{Рijk}$  – значение температуры жидкости в месте установки рабочего ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, °С.

3.13.3 Определяется среднее значение давления жидкости в месте установки рабочего ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, МПа

$$P_{Рij} = \Sigma P_{Рijk} / 20, \quad (36)$$

где  $P_{Рijk}$  – значение давления жидкости в месте установки рабочего ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, МПа.

3.13.4 Определяется среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода,  $\text{имп/м}^3$

$$K_{Рij} = \Sigma K_{Рijk} / 20, \quad (37)$$

где  $K_{Рijk}$  – значение коэффициента преобразования рабочего ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, рассчитанное по формуле (2),  $\text{имп/м}^3$ .

3.13.5 Определяется среднее значение частоты на выходе контрольного ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, Гц

$$F_{Кij} = \Sigma F_{Кijk} / 20, \quad (38)$$

где  $F_{Кijk}$  – значение частоты на выходе контрольного ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, Гц.

3.13.6 Определяется среднее значение температуры жидкости в месте установки контрольного ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, °С

$$T_{Кij} = \Sigma T_{Кijk} / 20, \quad (39)$$

где  $T_{kij}$  – значение температуры жидкости в месте установки контрольного ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, °С.

3.13.7 Определяется среднее значение давления жидкости в месте установки контрольного ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, МПа

$$P_{kij} = \Sigma P_{kij} / 20, \quad (40)$$

где  $P_{kij}$  – значение давления жидкости в месте установки контрольного ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, МПа.

3.13.8 Определяется среднее значение коэффициента преобразования контрольного ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, имп/м<sup>3</sup>

$$K_{kij} = \Sigma K_{kij} / 20, \quad (41)$$

где  $K_{kij}$  – значение коэффициента преобразования контрольного ТПР при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, рассчитанное по формуле (2), имп/м<sup>3</sup>.

3.13.9 Определяется среднее значение плотности жидкости, измеренное при температуре и давлении в месте установки поточного плотномера на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, кг/м<sup>3</sup>

$$\rho_{pij} = \Sigma \rho_{pij} / 20, \quad (42)$$

где  $\rho_{pij}$  – значение плотности жидкости, измеренное при температуре и давлении в месте установки поточного плотномера при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, кг/м<sup>3</sup>.

3.13.10 Определяется среднее значение температуры жидкости в месте установки поточного плотномера на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, °С

$$T_{pij} = \Sigma T_{pij} / 20, \quad (43)$$

где  $T_{pij}$  – значение температуры жидкости в месте установки поточного плотномера при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, °С.

3.13.11 Определяется среднее значение давления жидкости в месте установки поточного плотномера на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, МПа

$$P_{pij} = \Sigma P_{pij} / 20, \quad (44)$$

где  $P_{pij}$  – значение давления жидкости в месте установки поточного плотномера при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, МПа.

3.13.12 Определяется среднее значение объемной доли воды на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, %

$$W_{vbij} = \Sigma W_{vbij} / 20, \quad (45)$$

где  $W_{vbij}$  – значение объемной доли воды при k-том измерении на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, %.

3.13.13 Определяется значение объема жидкости, пройденной через рабочий ТПР за одну секунду, рассчитанное по контрольному ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, м<sup>3</sup>

$$V_{Pij} = (F_{kij}/K_{kij}) \cdot K_{Tij} \cdot K_{Pij}, \quad (46)$$

$$K_{Tij} = 1 + \beta_{ij} \cdot (T_{Pij} - T_{kij}), \quad (47)$$

$$K_{Pij} = 1 - \gamma_{ij} \cdot (P_{Pij} - P_{kij}), \quad (48)$$

$$\beta_{ij} = \beta_{nij} \cdot (1 - (W_{vbij}/100)) + \beta_{v} \cdot (W_{vbij}/100), \quad (49)$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{nij} \cdot (1 - (W_{vbij}/100)) + \gamma_{v} \cdot (W_{vbij}/100), \quad (50)$$

где  $F_{kij}$  – среднее значение частоты на выходе контрольного ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, Гц;

$K_{kij}$  – среднее значение коэффициента преобразования контрольного ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, рассчитанное по формуле (2), имп/м<sup>3</sup>;

$K_{Tij}$  – значение коэффициента, учитывающего изменение объема жидкости при изменении температуры от  $T_{kij}$  до  $T_{Pij}$ ;

$K_{Pij}$  – значение коэффициента, учитывающего изменение объема жидкости при изменении давления от  $P_{kij}$  до  $P_{Pij}$ ;

$\beta_{ij}$  – коэффициент объемного расширения жидкости, 1/°С;

$T_{Pij}$  – среднее значение температуры жидкости в месте установки рабочего ТПР на i-том интервале наблюдения в j-той точке расхода, °С;

$T_{kij}$  – среднее значение температуры жидкости в месте установки контрольного ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, °С;  
 $\gamma_{ij}$  – коэффициент сжатия жидкости, 1/МПа;  
 $P_{rij}$  – среднее значение давления жидкости в месте установки рабочего ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, МПа;  
 $P_{kij}$  – среднее значение давления жидкости в месте установки контрольного ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, МПа;  
 $\beta_{ij}$  – коэффициент объемного расширения нефти, определенный для значений  $\rho_{kij}$ ,  $T_{kij}$  из таблицы МИ 2153-2001 на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, где  $\rho_{kij}$  – значение плотности жидкости, приведенное по формуле (19) к условиям контрольного ТПР, 1/°С;  
 $\beta_B$  – коэффициент объемного расширения воды, вводится как постоянная величина с клавиатуры прибора, 1/°С;  
 $W_{VBij}$  – значение объемной доли воды, измеренное на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода на выходе поточного влагомера, имеющего частотный или стандартный токовый выход, или введенное в виде постоянной величины с клавиатуры прибора (см. УНКР.466514.012-XXX РО), %;  
 $\gamma_{ij}$  – коэффициент сжатия нефти, определенный для значений  $P_{kij}$ ,  $T_{kij}$  из таблицы МИ 2153-2001 на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, 1/МПа;  
 $\gamma_B$  – коэффициент сжатия воды, вводится как постоянная величина с клавиатуры прибора, 1/МПа.

3.13.14 Определяется значение мгновенного расхода жидкости через рабочий ТПР, рассчитанное по контрольному ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, м<sup>3</sup>/час

$$Q_{rij} = V_{rij} \cdot 3600, \quad (51)$$

где  $V_{rij}$  – значение объема жидкости пройденной через рабочий ТПР за одну секунду, рассчитанное по контрольному ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, м<sup>3</sup>.

3.13.15 Определяется значение коэффициента преобразования рабочего ТПР, рассчитанное по контрольному ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, имп/м<sup>3</sup>

$$K_{P\_КТПРij} = F_{rij} / V_{rij}, \quad (52)$$

где  $F_{rij}$  – среднее значение частоты на выходе рабочего ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, Гц;  
 $V_{rij}$  – значение объема жидкости пройденной через рабочий ТПР за одну секунду, рассчитанное по контрольному ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, м<sup>3</sup>.

3.13.16 Определяется среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по формуле (2), в  $j$ -той точке расхода по интервалам наблюдения, включенным в расчет, имп/м<sup>3</sup>

$$K_{Pj} = \Sigma K_{rij} / n, \quad (53)$$

где  $K_{rij}$  – среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, рассчитанное по формуле (2), имп/м<sup>3</sup>;  
 $n$  – количество интервалов наблюдения в  $j$ -той точке расхода, включенных в расчет (см. УНКР.466514.012-XXX РО).

3.13.17 Определяется среднеарифметическое значение коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР, в  $j$ -той точке расхода по интервалам наблюдения, включенным в расчет, имп/м<sup>3</sup>

$$K_{P\_КТПРj} = \Sigma K_{P\_КТПРij} / n, \quad (54)$$

где  $K_{P\_КТПРij}$  – среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, определенного по контрольному ТПР, имп/м<sup>3</sup>;  
 $n$  – количество интервалов наблюдения в  $j$ -той точке расхода, включенных в расчет (см. УНКР.466514.012-XXX РО).

3.13.18 Определяется относительное отклонение среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР, от среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по формуле (2) в  $j$ -той точке расхода, %

$$\delta_{Pj} = \frac{K_{P\_КТПРj} - K_{Pj}}{K_{Pj}} \cdot 100, \quad (55)$$

где  $K_{P\_КТПРj}$  – среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР в  $j$ -той точке расхода, определенного по контрольному ТПР, имп/м<sup>3</sup>;  
 $K_{Pj}$  – среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР в  $j$ -той точке расхода, определенного по формуле (2), имп/м<sup>3</sup>.

3.13.19 Определяется относительное отклонение среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, от среднеарифметического значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР в  $j$ -той точке расхода, %

$$\overset{\circ}{\delta}_{Pij} = \frac{(K_{P\_КТПРj} - K_{P\_КТПРi})}{K_{P\_КТПРj}} \cdot 100, \quad (56)$$

где  $K_{P\_КТПРj}$  – среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, определенного по контрольному ТПР,  $\text{имп/м}^3$ ;  
 $K_{P\_КТПРi}$  – среднее значение коэффициента преобразования рабочего ТПР в  $j$ -той точке расхода, определенного по контрольному ТПР,  $\text{имп/м}^3$ .

3.13.20 Определяется среднее квадратическое отклонение результата измерения коэффициента преобразования рабочего ТПР по контрольному в  $j$ -той точке расхода, %

$$S_{Oj}(\overset{\circ}{\delta}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \overset{\circ}{\delta}_{Pij}^2}{n-1}}, \quad (57)$$

где  $\overset{\circ}{\delta}_{Pij}$  – относительное отклонение среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, от среднеарифметического в  $j$ -той точке расхода, %;  
 $n$  – количество интервалов наблюдения в  $j$ -той точке расхода, по которым ведется расчет.

3.13.21 Определяется относительная погрешность рабочего ТПР в  $j$ -той точке расхода, %

$$\delta_j = \Theta_{\Sigma j} + t_{0,95} \cdot S_{Oj}(\overset{\circ}{\delta}), \quad (58)$$

$$\Theta_{\Sigma j} = 1,1 \cdot \sqrt{(\Theta_{КТР}^2 + \Theta_t^2)}, \quad (59)$$

$$\Theta_t = \beta_{\max} \cdot \sqrt{(\Delta_P^2 + \Delta_K^2)} \cdot 100, \quad (60)$$

где  $\Theta_{\Sigma j}$  – граница суммарной систематической составляющей относительной погрешности рабочего ТПР в  $j$ -той точке расхода, %;  
 $t_{0,95}$  – коэффициент распределения Стьюдента для доверительной вероятности 0,95 и количества измерений ( $n-1$ );  
 $S_{Oj}(\overset{\circ}{\delta})$  – среднее квадратическое отклонение результата измерения в  $j$ -той точке расхода, %;  
 $\Theta_{КТР}$  – предел допустимой относительной погрешности контрольного ТПР (вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО), %;  
 $\Theta_t$  – граница неисключенного остатка систематической погрешности, обусловленной погрешностью измерения температуры, %;  
 $\beta_{\max}$  – максимальное за время измерения значение коэффициента объемного расширения нефти,  $1/^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta_P$  – значение абсолютной погрешности измерения температуры в месте установки рабочего ТПР (вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО),  $^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta_K$  – значение абсолютной погрешности измерения температуры в месте установки контрольного ТПР (вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО),  $^\circ\text{C}$ .

3.13.22 Определяется среднее квадратическое отклонение результата измерения коэффициента преобразования рабочего ТПР по контрольному в диапазоне расходов, %

$$S_o(\overset{\circ}{\delta}) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \overset{\circ}{\delta}_{Pij}^2}{\sum_{j=1}^m n_j - 1}}, \quad (61)$$

где  $\overset{\circ}{\delta}_{Pij}$  – относительное отклонение среднего значения коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенного по контрольному ТПР на  $i$ -том интервале наблюдения в  $j$ -той точке расхода, от среднеарифметического в  $j$ -той точке расхода, %;  
 $n_j$  – количество интервалов наблюдения в  $j$ -той точке расхода, по которым ведется расчет;  
 $m$  – количество точек расхода, по которым ведется расчет.

3.13.23 Определяется относительная погрешность рабочего ТПР в диапазоне расходов, %

$$\delta = \Theta_{\Sigma} + t_{0,95} \cdot S_o \left( \overset{\circ}{\delta} \right), \quad (62)$$

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{(\Theta_{\text{КПР}}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_K^2)}, \quad (63)$$

$$\Theta_t = \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{(\Delta_P^2 + \Delta_K^2)} \cdot 100, \quad (64)$$

$$\Theta_K = 0,5 \cdot \left| \frac{K_j - K_{j+1}}{K_j + K_{j+1}} \right|_{\text{max}} \cdot 100, \quad (65)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  – граница суммарной систематической составляющей относительной погрешности рабочего ТПР в диапазоне расходов, %;  
 $t_{0,95}$  – коэффициент распределения Стьюдента для доверительной вероятности 0,95 и количества измерений (n-1);

$S_o \left( \overset{\circ}{\delta} \right)$  – среднеквадратическое отклонение результата измерения в диапазоне расходов, %;

$\Theta_{\text{КПР}}$  – предел допустимой относительной погрешности контрольного ТПР (вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО), %;

$\Theta_t$  – граница неисключенного остатка систематической погрешности, обусловленной погрешностью измерения температуры, %;

$\Theta_K$  – систематическая погрешность, обусловленная аппроксимацией характеристики коэффициента преобразования ТПР кусочно-линейной функцией, %;

$\beta_{\text{max}}$  – максимальное за время измерения значение коэффициента объемного расширения нефти, 1/°C;

$\Delta_P$  – значение абсолютной погрешности измерения температуры в месте установки рабочего ТПР (вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО), °C;

$\Delta_K$  – значение абсолютной погрешности измерения температуры в месте установки контрольного ТПР (вводится в виде постоянной величины с клавиатуры прибора в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО), °C;

$K_j$  – значение коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенное по контрольному в j-той точке расхода, имп/м<sup>3</sup>;

$K_{j+1}$  – значение коэффициента преобразования рабочего ТПР, определенное по контрольному в (j+1)-ой точке расхода, имп/м<sup>3</sup>.

3.14 В процессе работы осуществляется непрерывное ведение циклически обновляемых архива данных и архива включений/выключений прибора.

Архив данных содержит двухчасовые значения следующих параметров:

– средние за два часа значения параметров  $\rho_p$ ,  $Q_{\Sigma}$ ,  $W_B$ ;

– двухчасовые приращения значений параметров  $V_{\Sigma}$ ,  $M_{БР \Sigma}$ ,  $M_{Н \Sigma}$ .

Размер архива данных составляет 360 записей параметров с соответствующими метками времени. Период обновления архива составляет соответственно 30 суток.

Архив включений/выключений содержит записи, содержащие информацию о датах и моментах времени включения и выключения прибора. Размер архива – 200 записей.

Задание порядка просмотра, а также режимов ведения архивов осуществляются в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО.

Одновременно с ведением архивов производится запоминание приращений параметров накопления (по каналам и суммарных) за интервал времени, заданный значением настройки “Режим хранения параметров накопления” прибора. При выборе режима “2 часа” сохранение значений параметров производится с интервалом времени два часа. Отсчет двухчасовых интервалов времени ведется от значения времени привязки, заданного настройками режима архива (см. УНКР.466514.012-XXX РО). При этом производится запоминание текущих накопленных значений параметров по каждому каналу отдельно, которые доступны для просмотра в режиме архива в течение следующего интервала накопления. При выборе режима “24 часа” запоминание параметров производится аналогично режиму “2 часа” при соответствующем изменении продолжительности интервала накопления. Предоставляется возможность просмотра нарастающих значений параметров интервала накопления.

Сброс в ноль параметров накопления ( $V$ ,  $M_{БР}$ ,  $M_{Н}$ ) в измерительных каналах прибора осуществляется при достижении ими значения 1000000.0 (для объема – в м<sup>3</sup>, для массы – в тоннах). Обнуление значения параметра по указанному условию производится независимо от других, физически связанных с ним параметров (объема независимо от массы брутто, массы брутто независимо от массы нетто и т.д.). Также возможно синхронное обнуление всех параметров накопления в режиме “4 Настройки” прибора из экрана “Сброс параметров накопления” (см. УНКР.466514.012-XXX РО).

Имеется возможность блокировки накопления параметров учета при значениях входной частоты, выходящих за пределы рабочего диапазона.

## 4 СОСТАВ ПРИБОРА

4.1 В комплект поставки прибора входят:

- блок вычисления расхода ГАММА-9 УНКР.466514.012 - 1 шт.;
- паспорт УНКР.466514.012 ПС - 1 шт.;
- руководство по эксплуатации УНКР.466514.012 РЭ - 1 шт.;
- руководство оператора УНКР.466514.012-XXX РО - 1 шт.;
- руководство программиста УНКР.466514.012-XXX РП - 1 шт.;
- методика поверки УНКР.466514.012 МП - 1 шт.;
- тара транспортная УНКР.321312.017 - 1 шт.;
- розетка кабельная DB-9S с кожухом (для подключения прибора к ЭВМ верхнего уровня) - 1 шт.;
- вилка кабельная DB-25P с кожухом (для подключения токовых датчиков к МТВ2) - \*;
- вилка кабельная DB-37P с кожухом (для подключения внешних устройств к МР1) - \*.

Примечания

- 1 Комплектующие, помеченные “\*”, поставляются в количестве одной штуки на соответствующий модуль.
- 2 Структура обозначения прибора приведена в приложении А.

## 5 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА

5.1 Блок вычисления расхода ГАММА-9 состоит из базового блока и модулей расширения (МР1 и/или МТВ2).

Базовый блок включает в свой состав блок питания БП7, ячейку индикации ЯИ6, модуль процессора МП6, блок резервного питания БРП1 (поставляется в соответствии с заказом) и корпус.

БП7 вырабатывает питающие напряжения узлов прибора, а также, совместно с БРП1, вырабатывает напряжения резервного питания для поддержки работоспособности прибора при пропадании его напряжения питания.

Ячейка индикации ЯИ6 самостоятельно опрашивает клавиатуру, выдавая в модуль процессора информацию о нажатии той или иной клавиши. По командам МП6 ЯИ6 обеспечивает вывод на ЖКИ значений контролируемых и рассчитываемых параметров и служебных сообщений. Кроме того, ячейка индикации содержит четыре разъема расширения для установки модулей расширения прибора.

Модуль процессора МП6 является центральным узлом прибора. В его задачи входит осуществление обмена информацией с узлами прибора, расчет выходных параметров прибора по заданным алгоритмам, отображение информации на ЖКИ, хранение данных и настроек при отключении питания прибора, ведение архива выходных параметров, а также осуществление связи прибора с ЭВМ верхнего уровня посредством интерфейса RS-485 в формате протокола Modbus RTU, что позволяет интегрировать прибор в состав АСУ ТП.

Модуль расходомера МР1 является модулем расширения и предназначен для подключения к прибору до трех МИД ТПР, до трех термопреобразователей сопротивления ТСМ50, до шести устройств, имеющих дискретный выход “сухой контакт”.

Модуль токовых входов МТВ2 является модулем расширения и позволяет подключать до четырех внешних измерительных устройств, имеющих стандартный токовый выход 4...20 мА.

5.2 Прибор выполнен в металлическом корпусе. Внутри корпуса закреплена ячейка индикации, выполняющая одновременно функции кросс-платы. Блок питания БП7, модуль процессора МП6 и модули расширения вставляются по направляющим с задней стороны прибора во врубные разъемы ячейки индикации. Вставляемые модули представляют собой печатные платы, имеющие с одной стороны разъем связи с ячейкой индикации, а с другой стороны разъемы связи с внешними устройствами. Этой же стороной плата крепится к металлической панели, обеспечивающей фиксацию узла в корпусе прибора и предохраняющей прибор от проникновения посторонних предметов.

Блок резервного питания БРП1, при его наличии в составе прибора, устанавливается в разъем, имеющийся на блоке питания БП7, и крепится на нем винтами.

Передняя часть прибора закрыта панелью с декоративным шильдиком. Панель имеет пазы для ЖКИ и клавиатуры, а также резьбовые отверстия с невыпадающими винтами, предназначенными для установки прибора на щит потребителя.

Сетевой выключатель, кабель питания и клемма защитного заземления прибора расположены сзади на панели блока питания БП7.

## 6 УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИБОРА

6.1 Модуль процессора МП6

6.1.1 Структурная схема модуля приведена на рисунке 2. Схема содержит следующие узлы:

- однокристалльные микро-ЭВМ (ОМЭВМ1, ОМЭВМ2);
- энергонезависимое оперативное запоминающее устройство (ЭОЗУ) с часами реального времени (ЧРВ);
- тактовый генератор (ТГ);
- регистр адреса (РА);
- коммутаторы сигналов связи (КСС1, КСС2);
- буфер (БУФ);
- приемопередатчик (ПП).

Ядром модуля является ОМЭВМ1, управляющая остальными узлами прибора. Тактирование ОМЭВМ1 осуществляется микросхемой кварцевого генератора ТГ.

ОМЭВМ1 имеет перезаписываемую энергонезависимую память программ и оперативную память данных. Для расширения объема памяти данных используется микросхема внешнего ЭОЗУ.

ЧРВ совмещены с ЭОЗУ и обеспечивают привязку процессов измерения, осуществляемых прибором, к реальному времени.



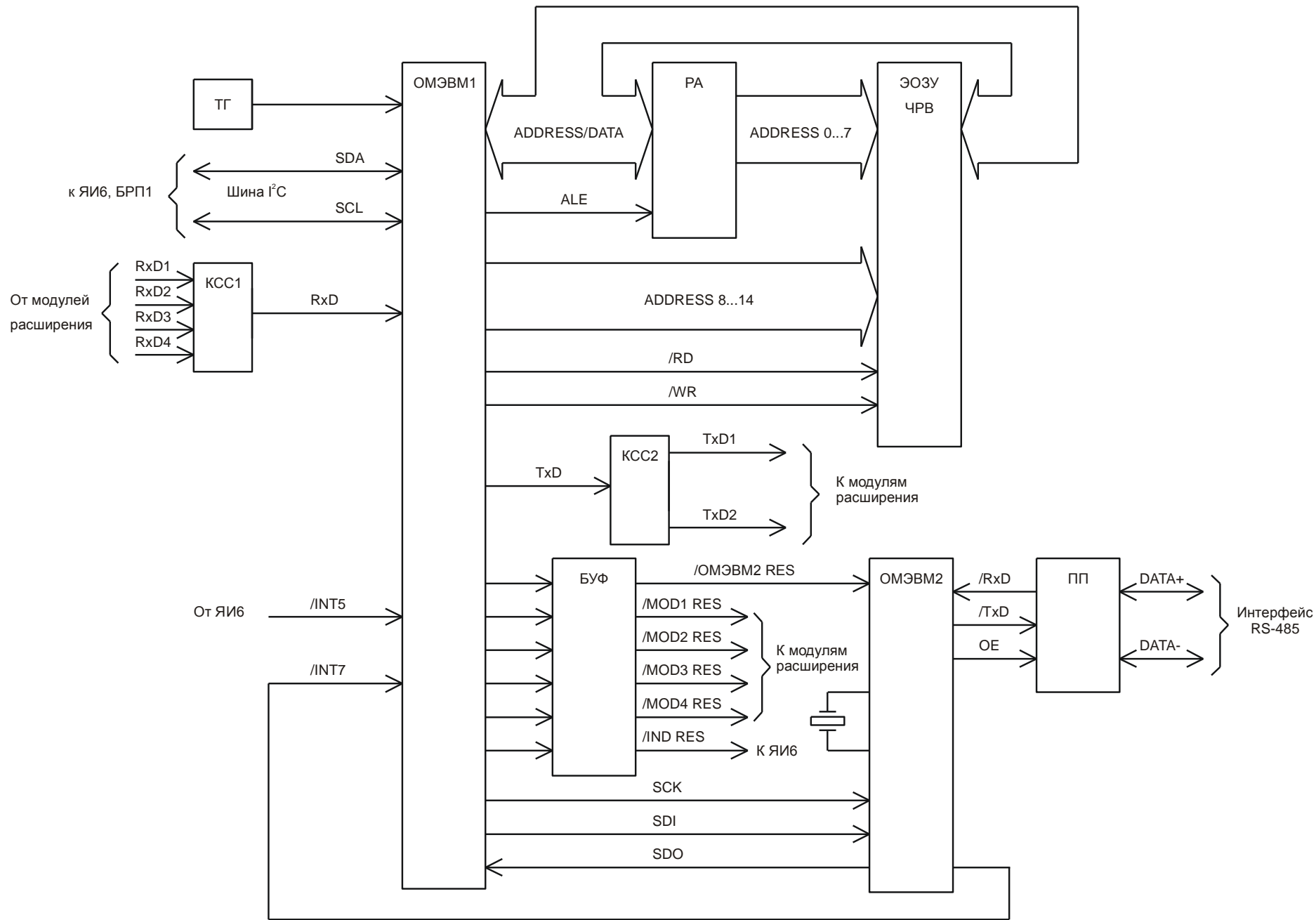


Рисунок 2 – Структурная схема модуля процессора МР6

РА с помощью сигнала ОМЭВМ1 ALE выделяет из мультиплексной шины адрес/данные ОМЭВМ1 младший байт адреса, необходимый для выбора данных из ЭОЗУ.

Непрерывный циклический обмен ОМЭВМ1 с модулями прибора осуществляется по последовательному каналу с использованием универсального асинхронного приемопередатчика (УАПП), имеющегося в составе ОМЭВМ1. Выбор модуля для обмена осуществляется ОМЭВМ1 при помощи КСС1, КСС2.

Обмен информацией между ЯИ6 и ОМЭВМ1 осуществляется посредством шины интерфейса последовательной передачи данных I<sup>2</sup>C, на которой ОМЭВМ1 является ведущим устройством. Для инициализации связи ЯИ6 с ОМЭВМ1 используют линию /INT5, активный уровень на которой вызывает отработку соответствующей процедуры прерывания ОМЭВМ1.

БУФ служит для буферирования сигналов сброса периферийных процессоров прибора, вырабатываемых ОМЭВМ1.

Программное обеспечение ОМЭВМ2 содержит реализацию функций протокола Modbus RTU и, совместно с ПП, выполняющим функции драйвера приемопередатчика интерфейса RS-485, обеспечивает связь прибора с ЭВМ верхнего уровня. ПП осуществляет преобразование сигналов с логическими уровнями ОМЭВМ2 в сигналы интерфейса RS-485, а также обеспечивает гальваническую развязку цепей интерфейса RS-485 с цепями прибора. ОМЭВМ1 и ОМЭВМ2 связаны между собой линиями последовательного интерфейса SPI, при этом ОМЭВМ2 является ведомой по отношению к ОМЭВМ1. Для инициализации сеанса связи ОМЭВМ2 формирует сигнал запроса на линии /INT7, который вызывает отработку соответствующей процедуры прерывания ОМЭВМ1.

## 6.2 Блок питания БП7

6.2.1 Структурная схема БП7 приведена на рисунке 3. Схема содержит следующие узлы:

- выключатель (ВЫКЛ);
- блок питания БП (самостоятельный узел, устанавливаемый на плате БП7);
- преобразователь напряжения (ПН);
- блок резервного питания БРП1 (поставляется в соответствии с заказом).

Сетевое напряжение через выключатель поступает на блок питания, вырабатывающий напряжение +12 В.

ПН вырабатывает из напряжения +12 В напряжение питания +5 В, используемое для питания элементов логической части схемы прибора. Напряжения +12 В и +5 В поступают на остальные узлы прибора для питания собственных схем, а также выработки напряжений питания внешних подключаемых устройств.

БРП1 вырабатывает резервные напряжения питания +12 В рез, +5 В рез, которые также служат для питания модулей и подключаемых устройств. БРП1 содержит батарею аккумуляторов со схемой управления, которые позволяют выдерживать требуемые параметры резервного питания в случаях пропадания напряжения питания в сети (на входе выключателя). Выбор напряжения питания (основного или резервного) производится на каждом модуле отдельно путем установки переключки выбора питания в соответствующее положение.

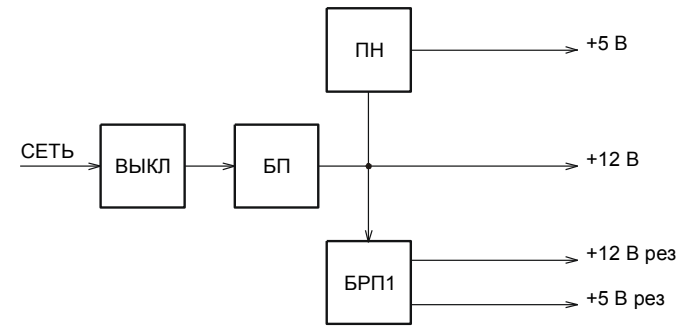


Рисунок 3 – Структурная схема блока питания БП7

## 6.3 Блок резервного питания БРП1

6.3.1 Структурная схема БРП1 приведена на рисунке 4. Схема содержит следующие узлы:

- контроллер заряда и разряда аккумуляторной батареи (1);
- преобразователь напряжения аккумуляторной батареи (2);
- контроллер режимов работы БРП1 (3).

Контроллер заряда и разряда аккумуляторной батареи осуществляет зарядку аккумуляторов, контролирует ток заряда и разряда и переключает питание системы с основной сети на резервное от аккумуляторов.

Преобразователь напряжения вырабатывает стабилизированное напряжение +12 В рез и +5 В рез. Контроллер режимов работы БРП1 отслеживает температурный режим аккумуляторов, степень зарядки аккумуляторов, ток разряда и обеспечивает защиту аккумуляторной батареи от коротких замыканий в выходной цепи.

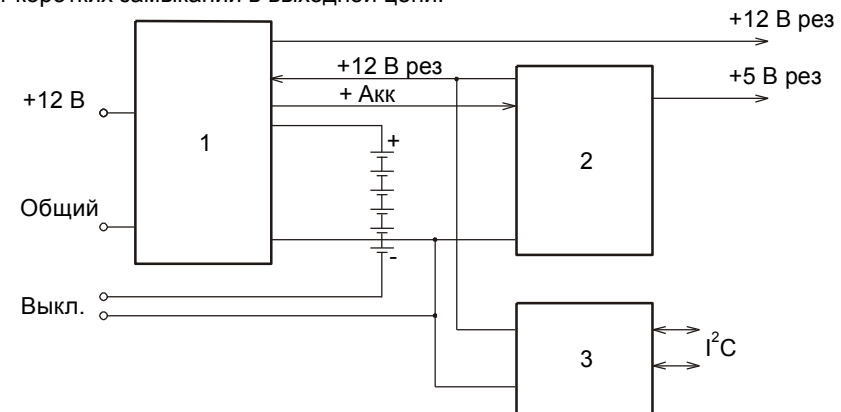


Рисунок 4 – Структурная схема блока резервного питания БРП1

## 6.4 Ячейка индикации ЯИ6

6.4.1 Структурная схема ЯИ6 приведена на рисунке 5.

Схема содержит следующие узлы:

- контроллер клавиатуры и индикатора (ККИ);
- жидкокристаллический индикатор (ЖКИ);
- клавиатура (КП).

Основным узлом ЯИ6 является ККИ, осуществляющий вывод информации на ЖКИ и опрос кнопок клавиатуры. Вид выводимой на ЖКИ информации задается МП6.

Связь ЯИ6 с МП6 осуществляется по двунаправленной шине I<sup>2</sup>C. При этом МП6 выдает по шине команды управления ККИ и данные для вывода на ЖКИ, а ЯИ6 - коды нажатых кнопок КЛ и информацию о состоянии ККИ.

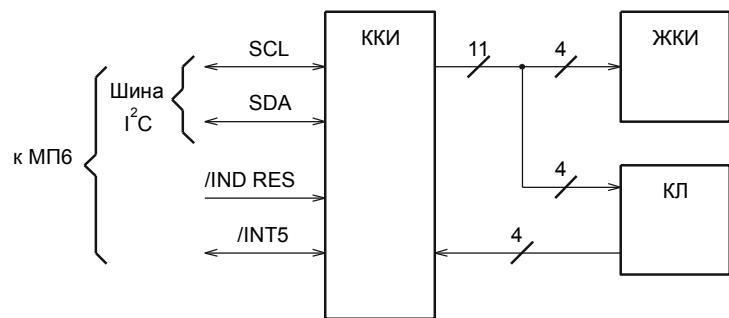


Рисунок 5 – Структурная схема ячейки индикации ЯИ6

## 6.5 Модуль расходомера МР1

6.5.1 Прибор допускает подключение до четырех модулей МР1. Модуль МР1 содержит три гальванически изолированных канала измерения, каждый из которых допускает подключение к нему одного МИД ТПР, одного термопреобразователя сопротивления ТСМ50 и до двух выходов устройств дискретной сигнализации, имеющих тип выхода “сухой контакт”. При этом модуль обеспечивает искробезопасное питание схем преобразователей расхода и термопреобразователей сопротивления. Возможно подключение МИД ТПР следующих типов:

- не содержащих активные усилительные каскады, например, Норд-И1У, ПСИ-90;
- имеющих усилительный каскад с потенциальным типом выхода, например, Норд-И2У;
- содержащих усилительный каскад с типом выхода “открытый коллектор”, например, ПСИ-90Ф.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 6.

В состав модуля входят микроконтроллер МК и три одинаковых гальванически изолированных измерительных канала А1, А2, А3 (далее соответственно первый, второй и третий каналы измерения). МК осуществляет обмен информацией с МП6 и каналами измерения, а также первичную математическую обработку измеряемых параметров. Обмен информацией с МП6 производится по линиям RxD, TxD асинхронного последовательного интерфейса с использованием буфера БУФ. Для аппаратного сброса МК используется соответствующая линия /MODx RES, управляемая МП6.

Обмен информацией с каналом измерения осуществляется по линиям RxD1, TxD1 асинхронного последовательного интерфейса, реализованного портами МК.

Канал измерения (на примере первого) содержит в своем составе:

- источник изолированного питания (ИИП);
- узел развязки (УР);

- микроконтроллер (МК1);
- усилители-формирователи (УФ1, УФ2, УФ3);
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

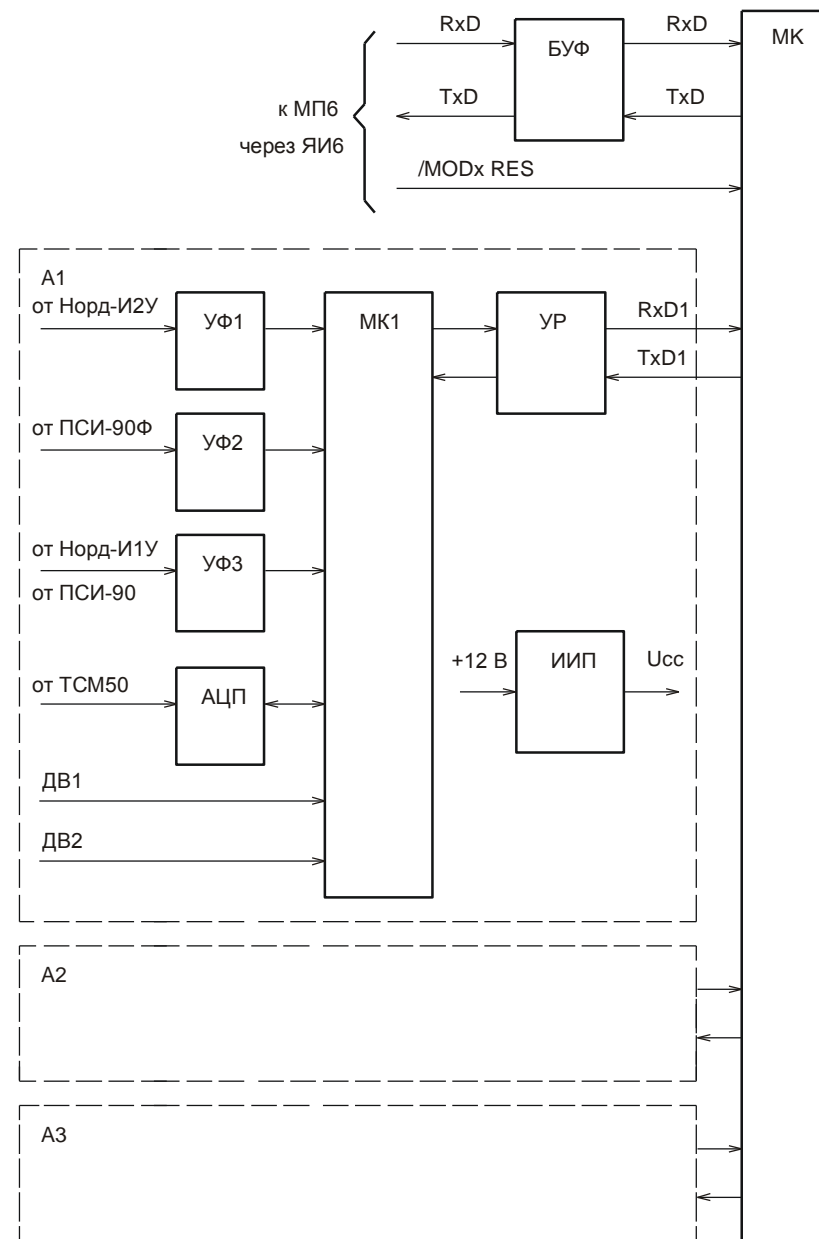


Рисунок 6 – Структурная схема модуля расходомера МР1

ИИП осуществляет гальваническую развязку и выработку требуемых стабилизированных напряжений питания канала.

УР обеспечивает гальваническую развязку цепей связи МК и МК1.

МК1 осуществляет измерение и регистрацию параметров сигналов на входах канала и обмен информацией с МК.

УФ1, УФ2, УФ3 преобразуют сигналы с выхода соответствующего МИД ТПР в сигналы с логическими уровнями.

УФ1 предназначен для подключения потенциального выхода усилителя МИД ТПР Норд-И2У.

УФ2 предназначен для подключения выхода типа “открытый коллектор” усилителя МИД ТПР ПСИ-90Ф.

УФ3 предназначен для подключения МИД ТПР с пассивными выходами типов Норд-И1У, ПСИ-90.

АЦП имеет разрядность 16 бит и служит для преобразования сигнала, снимаемого с термопреобразователя сопротивления, в цифровой код. Чтение измеряемой величины и задание режимов работы АЦП производится МК1 по линиям последовательного синхронного интерфейса SPI.

Состояние дискретных входов регистрируется на линиях ДВ1, ДВ2, подключенных через токоограничивающие элементы ко входам МК1.

МК1 производит измерение частоты и счет количества импульсов сигнала с выхода подключенного УФ, управление работой и считывание результатов измерений АЦП и регистрацию состояний на дискретных входах канала. Выбор УФ осуществляется установкой секций с номерами от одного до трех выключателя S2 (здесь и далее обозначения выключателей и вилок даны в соответствии с маркировкой на плате модуля).

Подключение УФ1 ко входу МК1 производится установкой секции номер один выключателя S1 в положение “OFF”, секций с номерами два и три – в положение “ON”.

Подключение УФ2 ко входу МК1 производится установкой секции номер два выключателя S1 в положение “OFF”, секций номер один и три – в положение “ON”.

Подключение УФ3 ко входу МК1 производится установкой секции номер три выключателя S1 в положение “OFF”, секций номер один и два – в положение “ON”.

Для обеспечения регистрации состояния дискретных входов необходимо, чтобы секции номер четыре и пять выключателя S1 находились в состоянии “OFF”. Если регистрацию состояния дискретных входов проводить не требуется, следует установить упомянутые секции выключателя в положение “ON”.

УФ1, УФ2, УФ3 содержат усилительные каскады сигналов с выходов МИД ТПР.

УФ1 предназначен для усиления сигналов с выхода МИД ТПР, имеющего потенциальный тип выхода (например, Норд-И2У). Подключение МИД ТПР производится в соответствии с приложением В. При этом должны быть замкнуты контакты 1 и 2 вилок X12, X13.

УФ2 предназначен для усиления сигналов с выхода МИД ТПР, имеющего тип выхода “открытый коллектор” (например, ПСИ-90Ф). Схема подключения МИД ТПР приведена в приложении В. При этом должны быть замкнуты контакты 2 и 3 вилок X12, состояние контактов вилок X13 не учитывается.

УФ3 предназначен для приема сигналов с выхода МИД ТПР, не имеющего каскадов усиления (например, Норд-И1У, ПСИ-90). Схема подключения МИД ТПР приведена в приложении В. При этом должны быть замкнуты

контакты 2 и 3 вилок X13, состояние контактов вилок X12 не учитывается.

## 6.6 Модуль токовых входов МТВ2

6.6.1 Прибор допускает подключение до четырех модулей МТВ2. Модуль МТВ2 содержит четыре гальванически изолированных канала измерения, каждый из которых допускает подключение к нему одного внешнего устройства с токовым выходом 4...20 мА.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 7.

В состав модуля входят микроконтроллер МК и четыре одинаковых гальванически изолированных измерительных канала А1, А2, А3, А4 (далее соответственно первый, второй, третий и четвертый каналы измерения). МК осуществляет обмен информацией с МП6 и каналами измерения, а также первичную математическую обработку измеряемых параметров. Обмен информацией с МП6 производится по линиям RxD, TxD асинхронного последовательного интерфейса с использованием буфера БУФ. Для аппаратного сброса МК используется соответствующая линия /MODx RES, управляемая МП6.

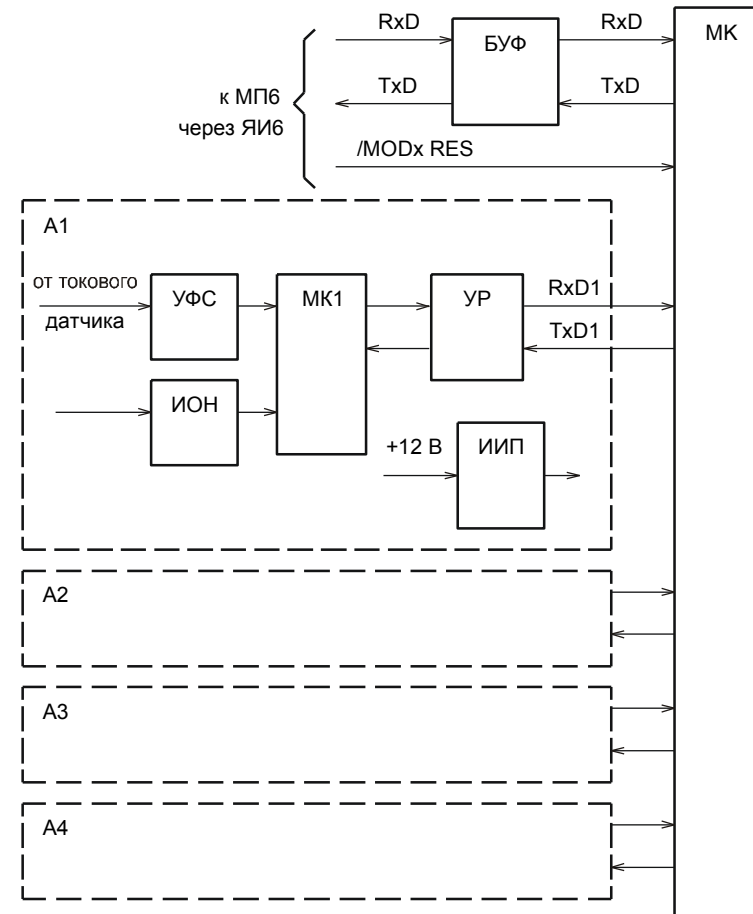


Рисунок 7 – Структурная схема модуля токовых входов МТВ2

Обмен информацией с каналом измерения осуществляется по линиям RxD, TxD асинхронного последовательного интерфейса, реализованного портами МК.

Канал измерения (на примере первого) содержит в своем составе:

- источник изолированного питания (ИИП);
- узел развязки (УР);
- микроконтроллер (МК1);
- узел формирования сигнала (УФС);
- источник опорного напряжения (ИОН).

ИИП осуществляет гальваническую развязку и выработку требуемых стабилизированных напряжений питания канала  $U_p$ .

УР обеспечивает гальваническую изоляцию сигнальных цепей канала.

МК1 осуществляет измерение токовых сигналов на входах канала и обмен информацией с МК.

УФС преобразует сигнал тока с выхода подключенного устройства в соответствующий уровень напряжения на измерительном входе МК1, производит его фильтрацию, а также содержит цепи защиты входа МК1.

ИОН вырабатывает опорное напряжение для АЦП МК1.

АЦП является встроенным узлом МК1, имеет разрядность 12 бит и служит для преобразования входного сигнала в цифровой код.

## 7 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИБОРА

7.1 Обеспечение взрывозащищенности измерительных систем на основе прибора достигается ограничением соответствующих токов и напряжений до искробезопасных значений. Искрозащитные элементы имеют маркировку и размещены с выполнением требований ГОСТ Р 51330.10.

7.2 Задачу ограничения выходных токов и напряжений прибора до искробезопасных значений решают блок питания БП7, а также (при их наличии в составе прибора) соответствующие узлы МР1 и МТВ2.

7.3 Входные цепи блока питания БП7 снабжены токовой защитой - плавкими предохранителями, доступ к которым ограничен путем пломбирования корпуса прибора.

Питание внешних устройств, подключаемых к модулям МР1 и МТВ2 прибора, вырабатывается преобразователями напряжения, изоляция которых выдерживает постоянное напряжение 3000 В.

Питание на МИД ТПР и термопреобразователи, подключаемые к модулю МР1 поступает через барьеры искрозащиты, обеспечивающие напряжение холостого хода не более +12 В и ток короткого замыкания не более 80 мА.

Питание на внешние устройства с токовыми выходами, подключаемые к модулю МТВ2 поступает через барьеры искрозащиты, обеспечивающие напряжение холостого хода не более +24 В и ток короткого замыкания не более 40 мА.

Пути утечки и электрические зазоры искробезопасных цепей питания внешних устройств относительно друг друга составляют не менее 2 мм.

Гальваническая развязка сигнальных цепей, обеспечивающих информационный обмен между искробезопасной и искроопасной частями схемы прибора осуществляется с помощью транзисторных оптопар типа 4N35, обеспечивающих напряжение изоляции 1500 В промышленной частоты. Цепи искробезопасной части отделены от цепей искроопасной части печатным экраном шириной 1,5 мм по ГОСТ Р 51330.10, соединенным с

корпусом прибора.

7.4 Входные цепи преобразователей напряжения, вырабатывающих искробезопасное питание для подключаемых внешних устройств, снабжены схемой защиты от повышенного напряжения, расположенной на плате блока питания БП7 и состоящей из двух вставок плавких и двух стабилитронов.

## 8 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

8.1 На передней панели прибора нанесены следующие знаки и надписи:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак сертификации;
- знак утверждения типа средств измерений;
- название и тип прибора;
- маркировка функций кнопок клавиатуры;
- надпись “Сделано в России”.

8.2 На верхней панели прибора нанесены следующие знаки и надписи:

- название и тип прибора;
- маркировка взрывозащиты “[Exib]IIB”;
- степень защиты по ГОСТ 14254;
- год выпуска;
- порядковый номер прибора по системе нумерации предприятия;
- обозначения позиций модулей расширения (надписи “М1”, “М2”, “М3”, “М4”).

8.3 На панели блока питания БП7 нанесены следующие надписи:

- тип блока (БП7);
- порядковый номер блока по системе нумерации предприятия;
- маркировка выключателя питания прибора (надпись “СЕТЬ”);
- параметры питания;
- маркировка клеммы заземления прибора.

8.4 На панели модуля процессора МП6 нанесены следующие надписи:

- тип модуля (МП6);
- порядковый номер модуля по системе нумерации предприятия;
- маркировка интерфейсного разъема (надпись “Изолированный интерфейс RS-485”) и цоколевка его контактов;
- функциональное назначение светодиодного индикатора (надпись “Прием/передача”).

8.5 На панели модуля расходомера МР1 нанесены следующие надписи:

- тип модуля (МР1);
- порядковый номер модуля по системе нумерации предприятия;
- обозначение разъема для подключения ТПР “ТПР. Искробезопасные цепи  $U_0 \leq 12$  В,  $I_0 \leq 80$  мА,  $L_0 \leq 22$  мГн;  $C_0 \leq 1,5$  мкФ;  $R_{КАБ} \leq 100$  Ом;  $L_{КАБ} \leq 2$  мГн;  $C_{КАБ} \leq 0,1$  мкФ”.

8.6 На панели модуля токовых входов МТВ2 нанесены следующие надписи:

- тип модуля (МТВ2);
- порядковый номер модуля по системе нумерации предприятия;
- обозначение разъема токовых входов “Токовые входы. Искробезопасные цепи  $U_0 \leq 24$  В,  $I_0 \leq 40$  мА,  $L_0 \leq 2$  мГн;  $C_0 \leq 0,2$  мкФ;  $R_{КАБ} \leq 200$  Ом;  $L_{КАБ} \leq 1,5$  мГн;  $C_{КАБ} \leq 0,1$  мкФ”.

8.7 На транспортной таре нанесены основные, дополнительные и информационные надписи, а также манипуляционные знаки, соответствующие надписям “Хрупкое - осторожно”, “Бережь от влаги”, “Верх” по ГОСТ 14192.

Кроме предупредительных знаков на транспортную тару нанесены:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак сертификации;
- наименование прибора;
- порядковый номер и дата выпуска прибора.

8.8 Блоки прибора пломбируются предприятием-изготовителем мастичными пломбами по ГОСТ 18678, для чего на их панелях предусмотрены пломбировочные чашки.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 9 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

9.2 Перед началом эксплуатации провести внешний осмотр прибора, для чего проверить:

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

9.3 В случае большой разности температур между складским и рабочим помещениями, полученный со склада прибор перед включением выдерживается в нормальных условиях не менее четырех часов.

9.4 После длительного хранения или транспортирования в условиях повышенной влажности прибор выдерживается в нормальных условиях не менее восьми часов.

9.5 Установка прибора

9.5.1 Прибор устанавливается в помещении с искусственным освещением для обеспечения возможности круглосуточной работы. Установка прибора производится на щит потребителя. Рекомендуемое посадочное место для установки прибора приведено на рисунке 8.

9.5.2 В месте установки прибора необходимо наличие розетки для подключения прибора к сети питания и заземляющего контура.

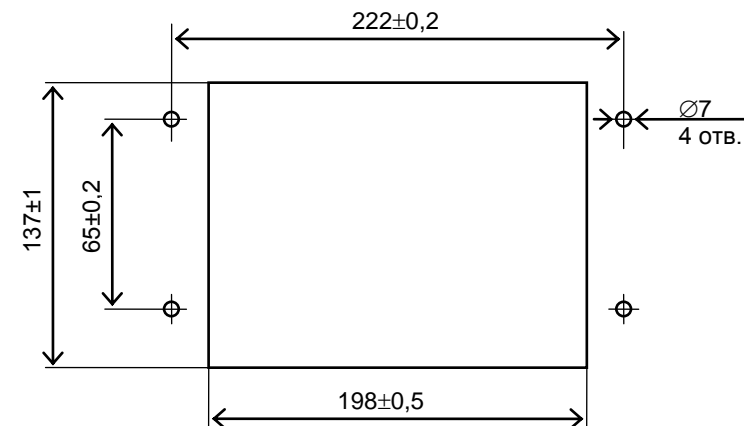


Рисунок 8 – Рекомендуемое посадочное место для установки прибора

9.5.3 Для подключения к прибору внешних устройств изготовить гибкие кабельные переключатели, используя входящие в комплект поставки ответные части разъемов. Распайку произвести согласно схем подключения (см. приложение В). Кабели, подключаемые к разъемам прибора, должны закрепляться с помощью винтов, входящих в конструкцию ответных частей.

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

## 10 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

10.1 К монтажу (демонтажу), эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту прибора должны допускаться лица, изучившие руководство по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими установками и радиоэлектронной аппаратурой и изучившие документы, указанные в разделе “Обеспечение взрывозащищенности при монтаже прибора”.

10.2 В приборе имеются цепи, находящиеся под опасным для жизни напряжением.

**Категорически запрещается эксплуатация прибора при снятых крышках и кожухах, а также при отсутствии заземления корпуса прибора.**

10.3 Все виды монтажа и демонтажа прибора производить только при отключенном от сети кабеле питания.

10.4 Не допускается эксплуатация прибора при незакрепленных кабелях связи с внешними устройствами.

## 11 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ПРИБОРА

11.1 При монтаже прибора необходимо руководствоваться:

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

11.2 Перед монтажом изделие должно быть осмотрено. При этом необходимо обратить внимание на следующее:

- маркировку взрывозащиты и предупредительные надписи;
- отсутствие повреждений корпуса прибора и панелей модулей;
- сохранность пломб и наличие всех крепежных элементов.

**11.3 Прибор должен быть заземлен с помощью клеммы заземления.**

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

11.5 Снимающиеся при монтаже крышки и другие детали должны быть установлены на местах, при этом обращается внимание на затяжку элементов крепления кабелей связи с датчиками и внешними устройствами.

## 12 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

12.1 Прибор обслуживается оператором, знакомым с работой радиоэлектронной аппаратуры, изучившим руководство по эксплуатации, руководство оператора, руководство программиста, прошедшим инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническим оборудованием, а также инструктаж по технике безопасности при работе с взрывозащищенным электрооборудованием.

12.2 Подготовка к работе прибора

12.2.1 Прибор содержит набор вилок, задающих режим его работы. Часть вилок позволяет выбрать тип питания узлов прибора и подключаемых к ним внешних устройств. Питание на узлы прибора может поступать от основного или от резервного источников питания (если последний входит в состав поставляемого прибора). В таблице 1 приведены характеристики напряжения питания узлов прибора в зависимости от состояния вилок. Обозначения узлов прибора даны в соответствии со структурными схемами (см. рисунки 2...7). Обозначения вилок даны в соответствии с маркировкой на платах модулей.

Таблица 1

Тип модуля	Узел модуля	Вилка	Номера замкнутых контактов	Тип выбранного питания
МП6	Все узлы	X3	1–2	Основное
			2–3	Резервное
ЯИ6	Все узлы	X3	1–2	Основное
			2–3	Резервное
MP1	A1	X4	1–2	Основное
			2–3	Резервное
	A2	X5	1–2	Основное
			2–3	Резервное
	A3	X6	1–2	Основное
			2–3	Резервное
	МК	X7	1–2	Основное
			2–3	Резервное
MTB2	A1	X4	1–2	Основное
			2–3	Резервное
	A2	X5	1–2	Основное
			2–3	Резервное
	A3	X6	1–2	Основное
			2–3	Резервное
	A4	X7	1–2	Основное
			2–3	Резервное
	МК	X8	1–2	Основное
			2–3	Резервное

Резервирование питания схемы подсветки ЖКИ модуля ЯИ6 не обеспечивается.

При выборе резервного источника питания следует учитывать, что суммарное потребление внешних устройств, использующих искробезопасное питание, вырабатываемое ИИП прибора, не должно превышать 1,2 А. Уменьшение суммарного потребления подключаемых устройств увеличивает

время работы прибора от резервного источника при пропадании напряжения в сети.

В случае отсутствия в составе прибора БРП1 питание узлов прибора и внешних подключаемых устройств возможно только от основного источника питания с соответствующей установкой переключателей на вилках модулей прибора.

Заводские установки выбора типа питания соответствуют основному источнику питания.

В рабочем режиме также должны быть сделаны следующие установки:

– секция номер один выключателя S1 модуля МП6 должна быть замкнута;

– секция номер два выключателя S1 модуля МП6 служит для выбора разрешения/запрещения изменения настроек измеряемых и рассчитываемых параметров. Установка секции в положение “ON” разрешает изменение настроек. Установка секции в положение “OFF” запрещает изменение настроек (подробнее см. УНКР.466514.012-XXX РО);

– между контактами 1 и 2 платы модуля МП6 должна быть установлена перемычка.

12.2.2 При подключении ТПР ко входу модуля МР1 необходимо произвести установку переключателей и секций переключателей на плате модуля в соответствии с таблицей 2. Обозначения узлов модуля даны в соответствии со структурной схемой (см. рисунок 6). Обозначения вилок и переключателей даны в соответствии с маркировкой на печатной плате модуля.

Таблица 2

Тип выхода МИД подключаемого ТПР	Узел модуля	Вилка	Номера замкнутых контактов	Состояние секций переключателей
Потенциальный (например, типа Норд-И2У)	A1	X12	1-2	S1:1 – OFF S1:2 – ON S1:3 – ON
		X13	1-2	
	A2	X15	1-2	S2:1 – OFF S2:2 – ON S2:3 – ON
		X16	1-2	
	A3	X18	1-2	S3:1 – OFF S3:2 – ON S3:3 – ON
		X19	1-2	
“Открытый коллектор” (например, типа ПСИ-90Ф)	A1	X12	2-3	S1:1 – ON S1:2 – OFF S1:3 – ON
		X13	1-2	
	A2	X15	2-3	S2:1 – ON S2:2 – OFF S2:3 – ON
		X16	1-2	
	A3	X18	2-3	S3:1 – ON S3:2 – OFF S3:3 – ON
		X19	1-2	

Продолжение таблицы 2

Тип выхода МИД подключаемого ТПР	Узел модуля	Вилка	Номера замкнутых контактов	Состояние секций переключателей
Пассивный (например, типов Норд-И1У, ПСИ-90)	A1	X12	2-3	S1:1 – ON S1:2 – ON S1:3 – OFF
		X13	2-3	
	A2	X15	2-3	S2:1 – ON S2:2 – ON S2:3 – OFF
		X16	2-3	
	A3	X18	2-3	S3:1 – ON S3:2 – ON S3:3 – OFF
		X19	2-3	

Заводские установки выбора подключаемого МИД ТПР соответствуют потенциальному типу выхода.

**При наличии в составе прибора БРП1 необходимо не реже одного раза в шесть месяцев проводить тренировку аккумуляторной батареи в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО.**

12.2.3 Для включения прибора в локальную сеть с использованием интерфейса RS-485 необходимо выполнить следующие действия:

– распаяйте соединительный кабель связи прибора с ЭВМ верхнего уровня в соответствии с таблицей 3;

– если прибор является конечным в сети, образованной интерфейсом RS-485, установите перемычку на контакты вилки X6 платы МП6 для подключения к линии резистора согласования.

Таблица 3

Контакт розетки кабельной DB-9S (из комплекта поставки)	Сигнал	Описание сигнала	Соединение
1	DATA-	Данные приема/передачи (минусовой провод)	Кабель связи с ЭВМ верхнего уровня
3	DATA+	Данные приема/передачи (плюсовой провод)	Кабель связи с ЭВМ верхнего уровня
5	SGND	Общий	Кабель связи с ЭВМ верхнего уровня (экран кабеля)

12.2.4 С клавиатуры прибора произведите необходимые настройки параметров интерфейса в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО.

12.3 Коммутация внешних устройств, подключаемых к прибору, производится согласно схемам подключения, приведенным в приложении В.

12.4 Включите прибор в сеть.

12.5 Проверьте работоспособность прибора и произведите его программирование согласно УНКР.466514.012-XXX РО.



12.6 Прибор имеет два уровня защиты от несанкционированного изменения настроечных параметров: защита паролем и аппаратная защита установкой секции номер два переключателя S1 на плате модуля МП6 в положение OFF. Изменение настроек возможно при соблюдении двух условий: параметр настройки “Изменение настроек” должен иметь текущее значение “Разрешено” (см. УНКР.466514.012-XXX РО) и секция номер два переключателя S1 должна быть установлена в положение ON. Изменение параметра настройки “Изменение настроек” возможно при условии предварительного ввода правильного пароля. При установке секции номер два переключателя S1 в положение OFF изменение настроек невозможно ни при каких условиях.

12.7 Прибор выпускается из производства с отрегулированным уровнем контрастности ЖКИ. Если потребителя по каким-либо причинам не устраивает уровень контрастности, его можно подрегулировать.

Для этой цели слева под индикатором расположено отверстие, за которым установлен подстроечный резистор. Регулировка контрастности осуществляется отверткой соответствующего размера.

12.8 При обнаружении неисправности прибора необходимо отключить его от сети. По методике раздела “Характерные неисправности и методы их устранения” устранить возникшую неисправность.

После устранения неисправности и проверки прибор готов к работе.

### 13 ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

13.1 Перечень характерных неисправностей и конфликтных ситуаций в работе прибора, а также методы их устранения приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование неисправности, ее проявление	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
При включении прибора нет информации на ЖКИ прибора	Отсутствует напряжение сети	Лицам, ответственным за электропитание, устранить в соответствии с действующими правилами причину отсутствия сетевого напряжения
При включении питания функционирование прибора не соответствует последовательности, описанной в руководстве оператора	Перегорели вставки плавкие на плате блока питания БП7	Произвести замену плавких вставок
	Прибор вышел из строя	Произвести ремонт прибора или замену прибора на исправный
При включении питания функционирование прибора не соответствует последовательности, описанной в руководстве оператора	Произошло некорректное изменение настроечных параметров прибора	Произвести перезапись настроек по умолчанию (в со ответствии с УНКР.466514.012-XXX РО). Произвести сброс параметров накопления (в соответствии с УНКР.466514.012-XXX РО).
	Прибор вышел из строя	Произвести ремонт прибора или замену прибора на исправный

### 14 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА ПРИБОРА

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

14.2 Во время выполнения работ по техническому обслуживанию необходимо выполнять указания, приведенные в разделах 10 и 11.

14.3 Ежегодный уход предприятием-потребителем включает:

- очистку прибора от пыли;
- проверку надежности присоединения, а также отсутствие обрывов или повреждений изоляции соединительных кабелей;
- сохранность пломб прибора;
- проверку прочности крепежа составных частей прибора;
- проверку качества заземления прибора.

14.4 Поверка прибора производится по методике поверки УНКР.466514.012 МП, входящей в комплект поставки прибора.

### 15 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

15.1 Прибор в упаковке пригоден для транспортирования любым видом транспорта с защитой от прямого попадания атмосферных осадков, кроме негерметизированных отсеков самолета.

15.2 Хранение прибора осуществляется в упаковке, в помещениях, соответствующих гр. Л ГОСТ 15150.

В техническом документе приняты следующие сокращения:

АСУ ТП	- автоматизированная система управления технологическими процессами;
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь;
БП	- блок питания;
БРП	- блок резервного питания;
БУФ	- буфер;
ВЫКЛ	- выключатель;
ДВ	- дискретный вход;
ЖКИ	- жидкокристаллический индикатор;
ЗАО	- закрытое акционерное общество;
ИИП	- источник изолированного питания;
ИЛ	- измерительная линия;
ИОН	- источник опорного напряжения;
ККИ	- контроллер клавиатуры и индикатора;
КЛ	- клавиатура;
КСС	- коммутатор сигналов связи;
МИД	- магнито-индукционный датчик;
МК	- микроконтроллер;
МП	- модуль процессора;
МР	- модуль расходомера;
МТВ	- модуль токовых входов;
ОЗУ	- оперативное запоминающее устройство;
ОМЭВМ	- однокристалльная микро-ЭВМ;
ПН	- преобразователь напряжения;
ПО	- программное обеспечение;
ПП	- приемопередатчик;
ПУЭ	- правила устройства электроустановок;
РА	- регистр адреса;
ТГ	- тактовый генератор;
ТПР	- турбинный преобразователь расхода;
ТСМ	- термопреобразователь сопротивления медный;
УАПП	- универсальный асинхронный приемопередатчик;
УР	- узел развязки;
УФ	- усилитель-формирователь;
УФС	- узел формирования сигнала;
ЧРВ	- часы реального времени;
ЭВМ	- электронная вычислительная машина;
ЭОЗУ	- энергонезависимое оперативное запоминающее устройство;
ЯИ	- ячейка индикации.

Приложение А  
(обязательное)  
Структура обозначения прибора

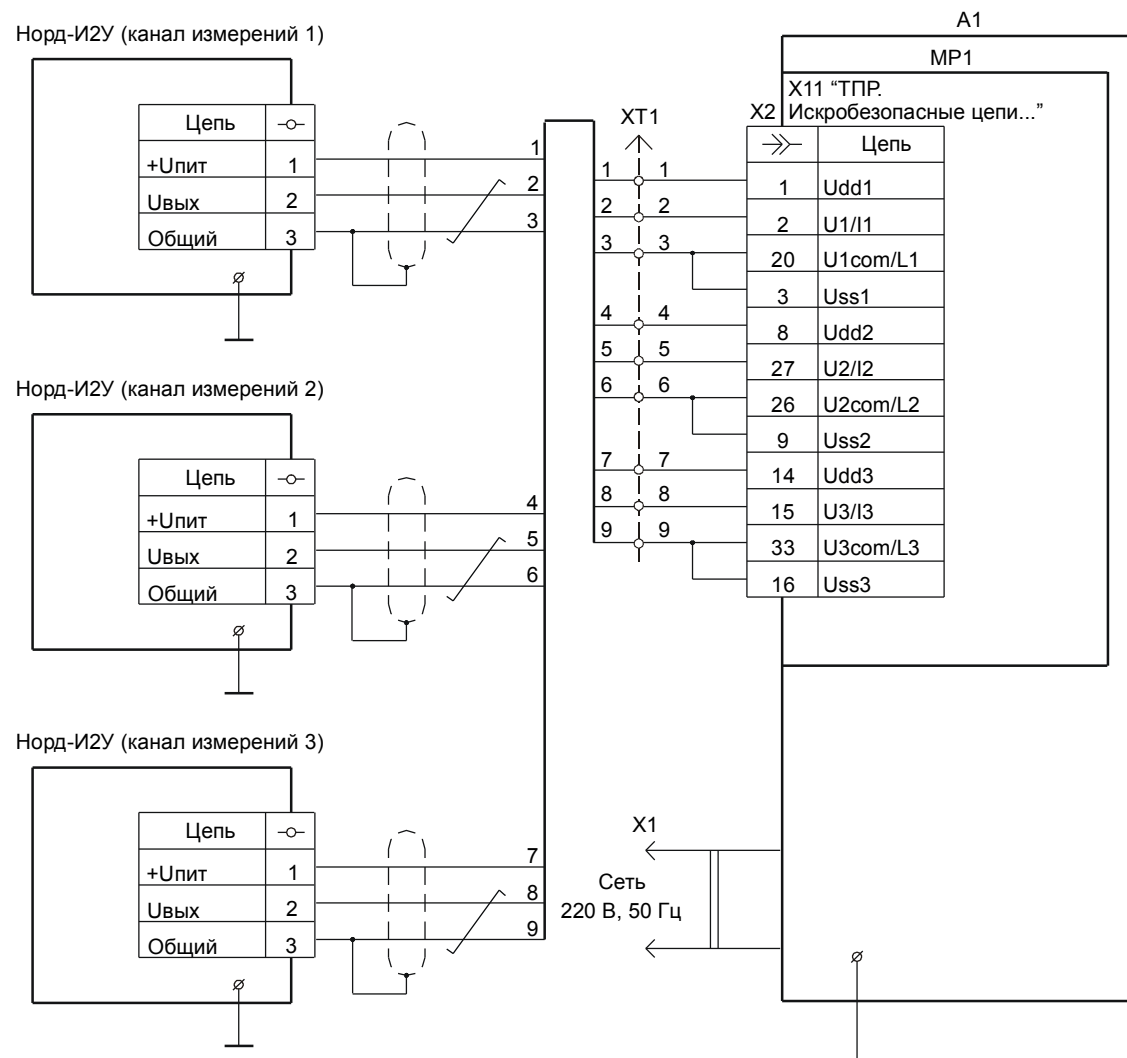
Блок вычисления расхода ГАММА-9-XY-XY-С ТУ 4217-019-29421521-02.

Примечания

- 1 X – код типа модуля, установленного в разъеме расширения базового блока. Допустимыми кодами модулей являются: А – модуль расходомера МР1, В – модуль токовых входов МТВ2, С – блок резервного питания БПР1.
- 2 Y – количество модулей данного типа (общее число модулей в приборе не более четырех).
- 3 С – включается в обозначение при наличие блока резервного питания БПР1.

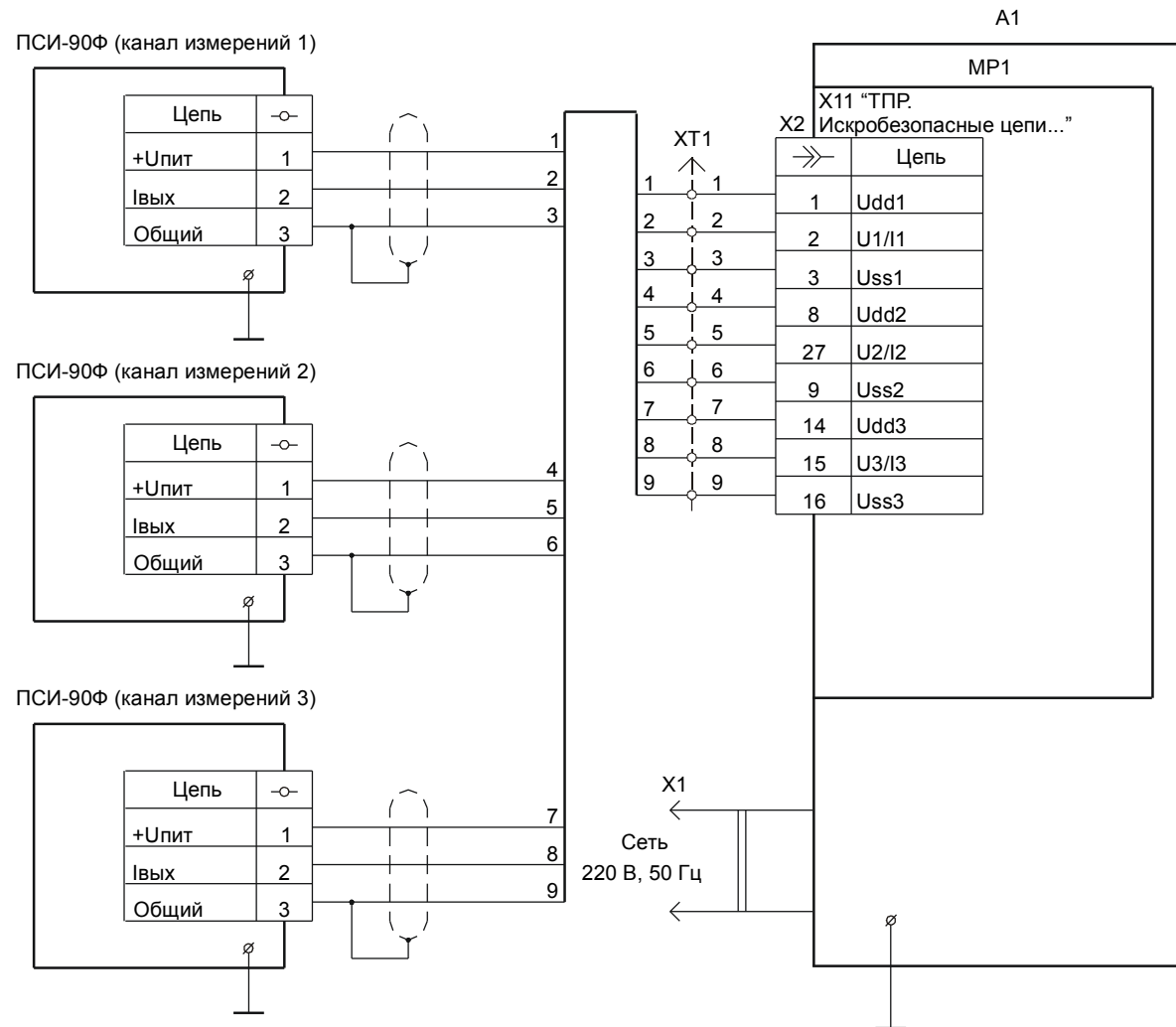
Например, прибор с двумя модулями расходомера МР1, одним модулем токовых входов МТВ2 и блоком резервного питания БПР1 при заказе кодируется следующим образом: “Блок вычисления расхода ГАММА-9-А2-В1-С”.

Приложение В  
(обязательное)  
Схемы подключения к прибору внешних устройств



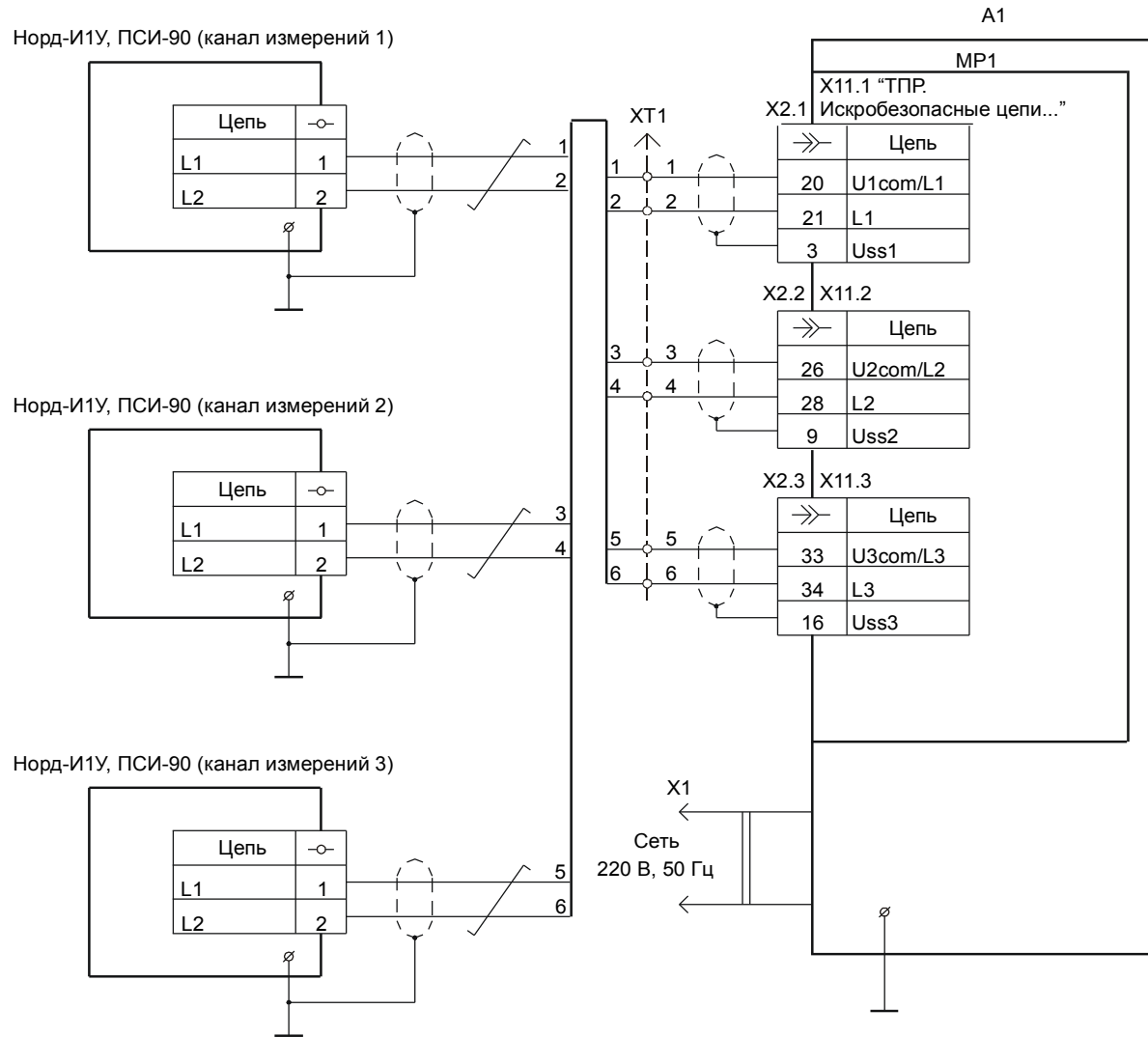
- A1 - блок вычисления расхода ГАММА-9;
- X1 - кабель питания прибора;
- X2 - вилка кабельная DB-37P с кожухом (входит в комплект поставки прибора);
- XT1 - клеммный соединитель пользователя.

Рисунок В.1 – Схема подключения МИД ТПР типа Норд-И2У к модулю MP1 прибора



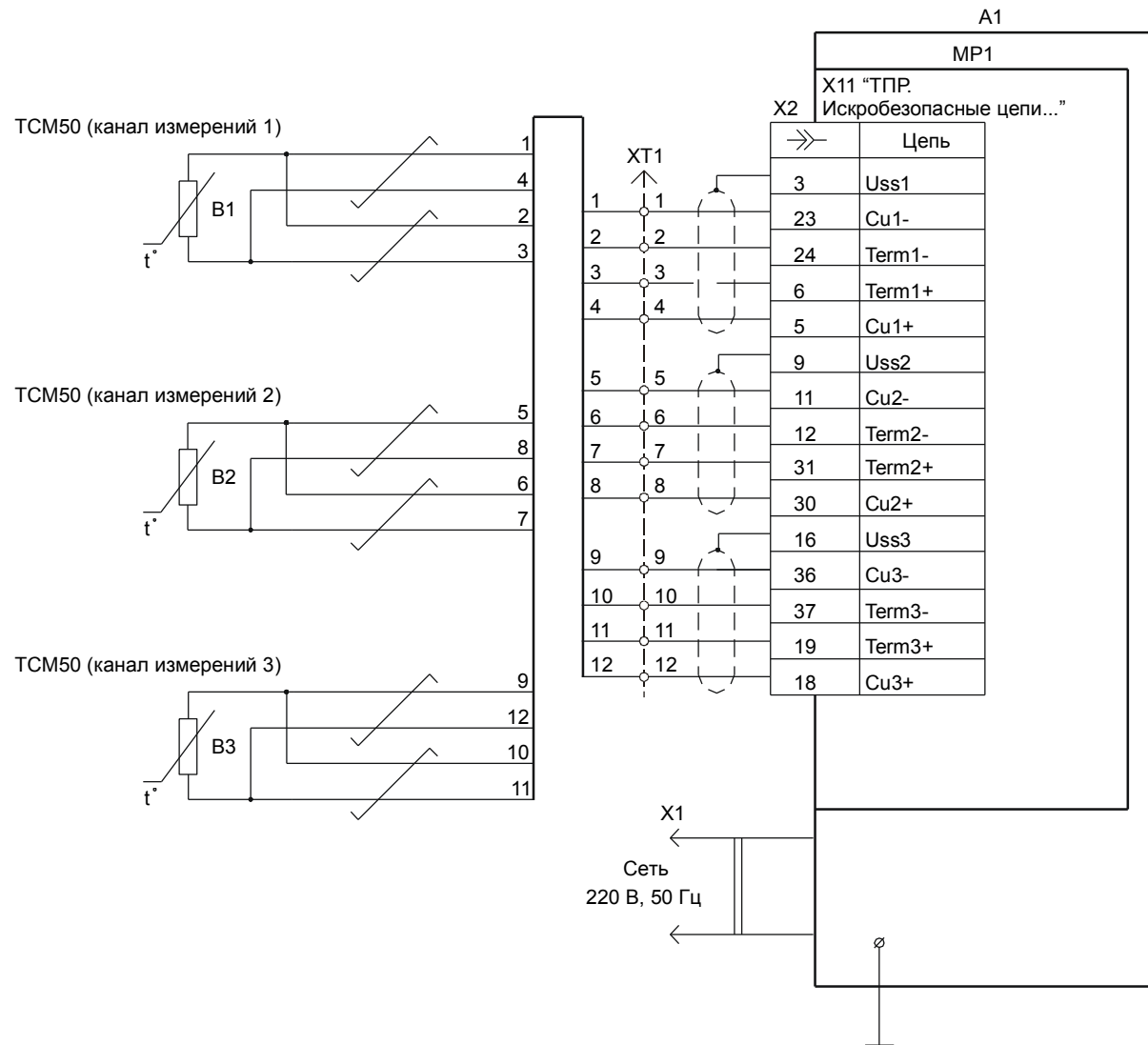
- A1 - блок вычисления расхода ГАММА-9;  
 X1 - кабель питания прибора;  
 X2 - вилка кабельная DV-37P с кожухом (входит в комплект поставки прибора);  
 XT1 - клеммный соединитель пользователя.

Рисунок В.2 – Схема подключения МИД ТПР типа ПСИ-90Ф к модулю MP1 прибора



- A1 - блок вычисления расхода ГАММА-9;
- X1 - кабель питания прибора;
- X2 - вилка кабельная DV-37P с кожухом (входит в комплект поставки прибора);
- XT1 - клеммный соединитель пользователя.

Рисунок В.3 – Схема подключения МИД ТПР типов Норд-И1У, ПСИ-90 к модулю MP1 прибора



- A1 - блок вычисления расхода ГАММА-9;
- B1...B3 - термопреобразователь сопротивления TCM50;
- X1 - кабель питания прибора;
- X2 - вилка кабельная DB-37P с кожухом (входит в комплект поставки прибора);
- XT1 - клеммный соединитель пользователя.

Рисунок В.4 – Схема подключения термопреобразователей сопротивления типа TCM50 к модулю MP1 прибора

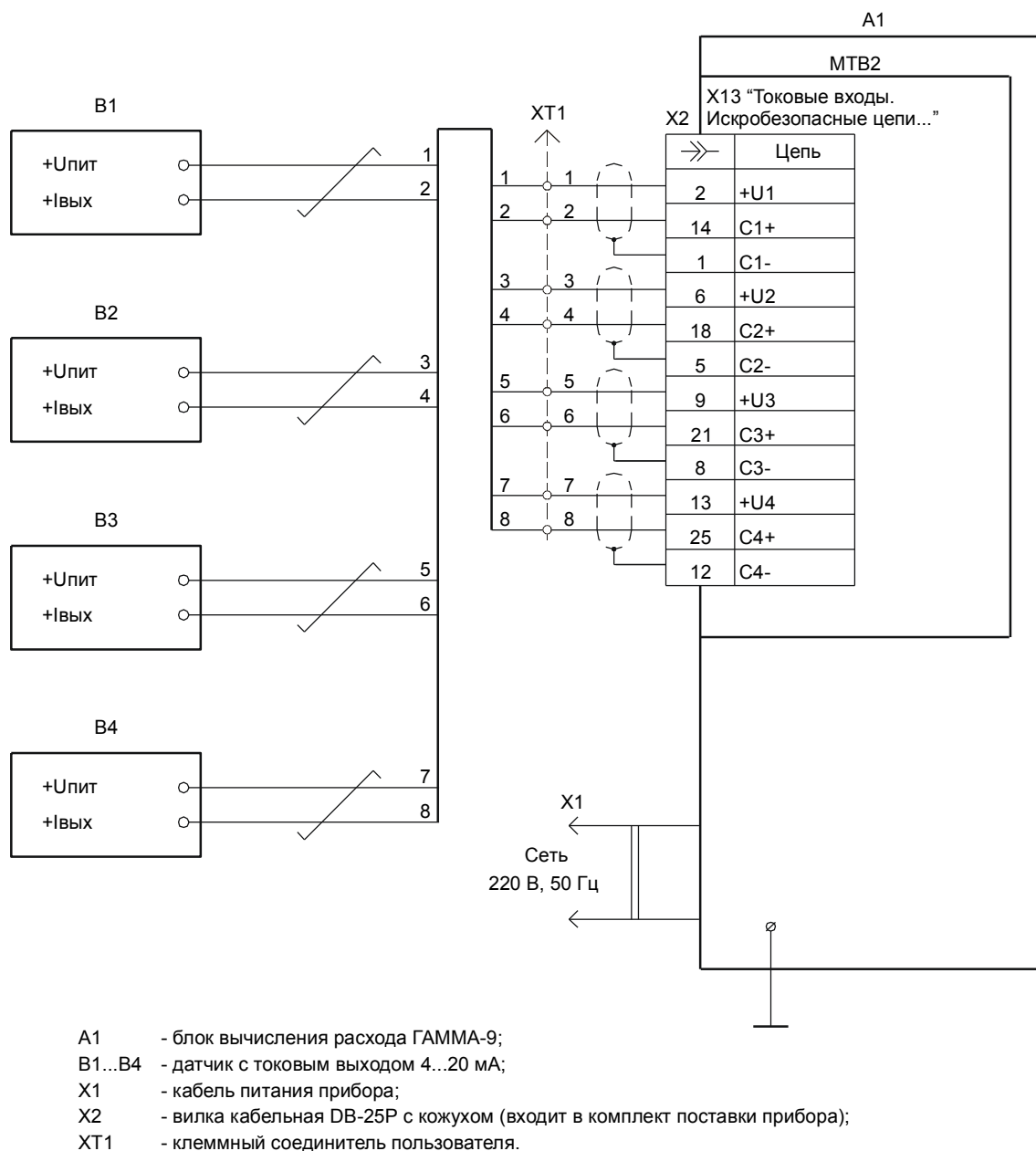


Рисунок В.5 – Схема подключения датчиков с токовым выходом к модулю МТВ2 прибора



## 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	2.6.3
ГОСТ 14192-96	8.7
ГОСТ 14254-96	1.5, 8.2
ГОСТ 15150-69	1.5, 15.2
ГОСТ 18678-73	8.8
ГОСТ Р 8.595-2004	3.8
ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98)	1.6
	1.1, 1.6
МИ 2153-2001	3.8.2
ПУЭ-86 Правила устройства электроустановок. Издание шестое, переработанное и дополненное, с изменениями. Москва, Главгосэнергоиздат, 1998 г.	1.1, 1.6, 11.1
Инструкция по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон ВСН332-74/ММСС СССР	11.1

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:  
 Екатеринбург +7(343)384-55-89, Казань +7(843)206-01-48, Краснодар +7(861)203-40-90,  
 Москва +7(495)268-04-70, Санкт-Петербург +7(812)309-46-40,  
 Единый адрес: [ats@nt-rt.ru](mailto:ats@nt-rt.ru)