

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ-РЕГУЛЯТОР  
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ  
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ**

**ПП-10**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**ПРМК.421457.301 РЭ**

*Данное руководство по эксплуатации является официальной документацией предприятия МИКРОЛ.*

*Продукция предприятия МИКРОЛ предназначена для эксплуатации квалифицированным персоналом, применяющим соответствующие приемы и только в целях, описанных в настоящем руководстве.*

*Коллектив предприятия МИКРОЛ выражает большую признательность тем специалистам, которые прилагают большие усилия для поддержки отечественного производства на надлежащем уровне, за то что они еще сберегли свою силу духа, умение, способности и талант.*

---

---

# КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

## Состав руководства

Глава	Наименование главы	Стр.
1	Введение	6
2	Назначение. Функциональные возможности	7
3	Технические характеристики	8
4	Комплектность поставки ПП-10	12
5	Устройство и принцип работы	14
6	Уровни работы, уровни защиты, уровни конфигурации и настроек	24
7	Коммуникационные функции	30
8	Указание мер безопасности	38
9	Порядок установки и монтажа	39
10	Подготовка к работе. Порядок работы	40
11	Калибровка и проверка прибора	43
12	Техническое обслуживание	48
13	Транспортирование и хранение	48
14	Гарантии изготовителя	48
	<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	49
	Приложение А. Габаритные и присоединительные размеры	49
	Приложение Б. Подключение прибора. Схемы внешних соединений	51
	Приложение В. Сводная таблица параметров преобразователя-регулятора ПП-10	66
	Приложение Г. Основные термины и определения рН-измерений	74
	Приложение Д. рН величины общие промышленных и бытовых применений	75
	Приложение Е. Использование стандартных буферных растворов	76

---

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Введение .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Назначение. Функциональные возможности .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Технические характеристики .....</b>	<b>8</b>
3.1. Аналоговые входные сигналы .....	8
3.2. Аналоговый выходной сигнал .....	8
3.3. Дискретные (импульсные) выходные сигналы .....	9
3.3.1. Транзисторный выход .....	9
3.3.2. Релейный выход .....	9
3.3.3 Выход – твердотельное реле .....	10
3.3.4 Оптосимисторный выход .....	10
3.4. Регулятор .....	10
3.5. Последовательный интерфейс RS-485 .....	11
3.6. Электрические данные .....	11
3.7. Корпус. Условия эксплуатации .....	11
<b>4. Комплектность поставки.</b>	
<b>Модели преобразователь-регулятора ПП-10 .....</b>	<b>12</b>
<b>5. Устройство и принцип работы .....</b>	<b>14</b>
5.1. Конструкция прибора .....	14
5.2. Передняя панель прибора .....	14
5.3. Назначение дисплеев передней панели .....	14
5.4. Назначение светодиодных индикаторов .....	15
5.5. Назначение клавиш .....	15
5.6. Структурная схема преобразователя-регулятора ПП-10 .....	16
5.6.1. Функциональные схемы регуляторов ПП-10-2 .....	16
5.6.2. Логика работы П-регулятора .....	18
5.7. Принцип работы преобразователя-регулятора ПП-10 .....	19
5.8. Распределение входов-выходов структур регулятора ПП-10-2 .....	19
5.9. Расчет ЭДС электродной системы с нормируемыми координатами	
изопотенциальной точки и описание коэффициентов коррекции электродной характеристики .....	20
<b>6. Уровни работы, уровни защиты, уровни конфигурации и настроек ...</b>	<b>24</b>
6.1. Диаграмма уровней работы, уровней защиты и уровней конфигурации .....	24
6.2. Уровни защиты .....	24
6.3. Рабочий уровень. Режим РАБОТА .....	24
6.4. Изменение режимов рабочего уровня, уровни защиты рабочего уровня .....	25
6.4.1. Изменение режима работы преобразователь-регулятора .....	25
Автоматический режим работы. Переход на ручной режим работы .....	25
Ручной режим работы. Переход на автоматический режим работы .....	25
6.4.2. Выбор вида и изменение значения заданной точки .....	26
Выбор вида заданной точки .....	26
Изменение значения внутренней заданной точки .....	26
6.4.3. Изменение значения управляющего воздействия .....	26
6.5. Уровень конфигурации и настроек .....	27
6.5.1. Вызов уровня конфигурации и настроек .....	27
6.5.2. Назначение уровней конфигурации .....	28
6.5.3. Выбор параметров .....	28
6.5.4. Фиксирование настроек .....	28
6.5.5. Уровень разрешения входа в конфигурацию и запись параметров в	
энергонезависимую память .....	29
<b>7. Коммуникационные функции .....</b>	<b>30</b>
7.1. Таблица программнодоступных регистров преобразователя-регулятора ПП-10 .....	31
7.2. MODBUS протокол .....	33
7.3. Пример расчета контрольной суммы (CRC) .....	34
7.4. ФОРМАТ КОМАНД .....	37
<b>8. Указание мер безопасности .....</b>	<b>38</b>

<b>9. Порядок установки и монтажа .....</b>	<b>39</b>
9.1. Требования к месту установки .....	39
9.2. Соединение с внешними устройствами. Входные и выходные цепи .....	39
9.3. Подключение электропитания блоков .....	39
<b>10. Подготовка к работе. Порядок работы .....</b>	<b>40</b>
10.1. Подготовка к работе .....	40
10.2. Конфигурация прибора .....	40
10.3. Режим РАБОТА .....	41
10.4. Ручная установка параметров регулирования по переходной функции .....	42
<b>11. Калибровка и проверка прибора .....</b>	<b>43</b>
11.1. Калибровка микропроцессорного регулятора ПП-10-2 .....	43
11.1.1. Калибровка аналогового входа AI1 .....	43
11.1.2. Порядок калибровки входа AI2 для подключения датчиков термометров сопротивления .....	44
11.1.3. Калибровка аналогового выхода .....	45
11.2. Калибровка измерительного преобразователя ПП-10-1 .....	45
11.3. Комплексная калибровка датчика, измерительного преобразователя ПП-10-1 и микропроцессорного регулятора ПП-10-2 .....	46
<b>12. Техническое обслуживание .....</b>	<b>48</b>
<b>13. Транспортирование и хранение .....</b>	<b>48</b>
<b>14. Гарантии изготовителя .....</b>	<b>48</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>49</b>
<b>Приложение А Габаритные и присоединительные размеры .....</b>	<b>49</b>
А.1 Габаритные и присоединительные размеры преобразователь-регулятора ПП-10-2 .....	49
А.2 Габаритные и присоединительные размеры измерительного преобразователя ПП-10-1 .....	50
<b>Приложение Б Подключение прибора. Схемы внешних соединений ..</b>	<b>51</b>
Б.1 Схема расположения сигналов и габаритные размеры клеммно-блочного соединителя КБЗ-25-11 .....	52
Б.2 Схема расположения сигналов и габаритные размеры клеммно-блочных соединителей КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 .....	53
Б.3 - Схема распайки кабеля клеммно-блочных соединителей КБЗ-25-11-0,75, КБЗ-28Р-11-0,75, КБЗ-28К-11-0,75 и КБЗ-28С-11-0,75 .....	54
Б.4 Подключение датчиков к прибору с помощью КБЗ-25-11 .....	55
Б.5 Подключение датчиков к прибору с помощью КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 или КБЗ-28С-11 .....	56
Б.6 Подключение измерительного преобразователя ПП-10-1 .....	57
Б.7 Подключение исполнительных устройств к аналоговому выходу АО .....	58
Б.8 Схема внешних подключений аналогового выхода модуля расширения МР-51-05 с помощью КБЗ-8-07 .....	59
Б.9 Подключение дискретных нагрузок к КБЗ-25-11 и КБЗ-28Р-11 .....	60
Б.10 Подключение дискретных нагрузок к КБЗ-28К-11 .....	61
Б.11 Подключение дискретных нагрузок к КБЗ-28С-11 .....	62
Б.12 Схема подключения интерфейса RS-485 .....	64
<b>Приложение В. Сводная таблица параметров регулятора ПП-10 .....</b>	<b>66</b>
<b>Приложение Г. Основные термины и определения рН-измерений .....</b>	<b>74</b>
<b>Приложение Д. рН величины общие промышленных и бытовых применений .....</b>	<b>75</b>
<b>Приложение Е. Использование стандартных буферных растворов .....</b>	<b>76</b>

# 1. Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначены для ознакомления потребителей с назначением, моделями, принципом действия, устройством, монтажом, эксплуатацией и обслуживанием **микропроцессорного преобразователя-регулятора потенциометрического ПП-10**, который состоит из измерительного преобразователя ПП-10-1 и микропроцессорного регулятора ПП-10-2 (в дальнейшем - **преобразователь-регулятор потенциометрический ПП-10**).

## **ВНИМАНИЕ !**

Перед использованием изделия, пожалуйста, ознакомьтесь с настоящим руководством по эксплуатации на преобразователь-регулятор потенциометрический ПП-10.

Пренебрежение мерами предосторожности и правилами эксплуатации может стать причиной травмирования персонала или повреждения оборудования!

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей характеристики, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

## **Сокращения, принятые в данном руководстве**

В наименованиях параметров, на рисунках, при цифровых значениях и в тексте использованы сокращения и аббревиатуры (см. таблицу 1.1), означающие следующее:

Таблица 1.1. Сокращения и аббревиатуры

<b>Аббревиатура (символ)</b>	<b>Полное наименование</b>	<b>Значение</b>
PV или X	Process Variable	Измеряемая величина (контролируемый и регулируемый параметр)
SP или W	Setpoint	Заданная точка (задание регулятору)
MV или Y	Manipulated Variable	Манипулируемая переменная, переменная представляющая значение управляющего воздействия, подаваемого на аналоговый выход устройства
Z	External Disturbance	Внешнее возмущающее воздействие
LSP	Local Setpoint	Локальная (внутренняя) заданная точка
T, t	Time	Время, интервал времени
AI	Analogue Input	Аналоговый ввод
AO	Analogue Output	Аналоговый вывод
DO	Discrete Output	Дискретный вывод

---

## 2. Назначение. Функциональные возможности

Микропроцессорный преобразователь-регулятор потенциометрический ПП-10 измеряет и регулирует - в зависимости от конфигурации - величину pH или редокс-потенциал (мВ/ORV) в водных растворах.

Измерительный преобразователь ПП-10-1 имеет вход для подключения:

- измерительной ячейки pH (стеклянного и опорного электрода),
- измерительной ячейки редокс-потенциала (металлического и опорного электрода).

Измерительный преобразователь ПП-10-1 предназначен для преобразования э.д.с. чувствительных элементов первичных преобразователей, применяемых для потенциометрических измерений, в электрический непрерывный выходной сигнал постоянного тока.

Выход преобразователя ПП-10-1 подключается к входу преобразователя-регулятора потенциометрического ПП-10-2. Ко второму аналоговому входу регулятора ПП-10-2 может быть подключен термопреобразователь сопротивления для автоматической коррекции измеряемого параметра по температуре.

Преобразователи-регуляторы потенциометрические ПП-10-2 представляют собой новый класс современных цифровых регуляторов непрерывного действия с импульсным выходом. Преобразователи-регуляторы применяются для управления технологическими процессами в промышленности. Регулятор ПП-10-2 позволяет обеспечить высокую точность поддержания значения измеряемого параметра. *Отличительной особенностью* преобразователь-регулятора ПП-10-2 является наличие трехуровневой гальванической изоляции между входами, выходами и цепью питания.

Преобразователь-регулятор предназначен как для автономного, так и для комплексного использования в АСУТП в энергетике, металлургии, химической, пищевой и других отраслях промышленности и народном хозяйстве.

### ***Преобразователь-регулятор потенциометрический ПП-10 предназначен:***

- для измерения контролируемого входного физического параметра - значения величины pH или редокс-потенциала (мВ/ORV) и температуры среды (раствора), обработки, преобразования и отображения текущих значений на встроенных четырехразрядных цифровых индикаторах,
- преобразователь-регулятор формирует выходной импульсный или аналоговый сигнал управления внешним исполнительным механизмом, обеспечивая импульсное регулирование входного параметра по П, ПИ, ПД или ПИД закону в соответствии с заданной пользователем логикой работы и параметрами регулирования,
- преобразователь-регулятор формирует выходные сигналы технологической сигнализации, на передней панели имеются индикаторы для сигнализации технологически опасных зон, сигналы превышения (занижения) регулируемого или измеряемого параметра.
- гальванически разделенный аналоговый выход измеренного значения 0(4)-20 мА свободно выбираемый и масштабируемый для ретрансмиссии параметров: величины pH, редокс-потенциала, температуры или заданной точки.

***Структура преобразователя-регулятора ПП-10-2 посредством конфигурации может быть изменена для решения следующих задач регулирования:***

- ✓ 2-х, 3-х позиционного, импульсного или аналогового регулятора,
- ✓ Индикатора физических величин: pH или редокс-потенциала (мВ/ORV) и температуры среды.

Внутренняя программная память преобразователь-регулятора ПП-10-2 содержит большое количество стандартных функций необходимых для управления технологическими процессами большинства инженерных прикладных задач, например, таких как:

- сигнализацию отклонений по уставкам минимум и максимум,
- программная калибровка каналов по внешнему образцовому источнику аналогового сигнала,
- цифровая фильтрация,
- масштабирование шкал измеряемых параметров.

Преобразователи-регуляторы потенциометрические ПП-10-2 конфигурируются через переднюю панель прибора или через гальванически разделенный интерфейс RS-485 (протокол ModBus), что также позволяет использовать прибор в качестве удаленного контроллера при работе в современных сетях управления и сбора информации.

Параметры конфигурации преобразователь-регулятора ПП-10-2 сохраняются в энергонезависимой памяти и прибор способен возобновить выполнение задач управления после прерывания напряжения питания. Батарея резервного питания не используется.

Регуляторы могут изготавливаться по индивидуальному техническому заданию для выполнения конкретной технологической задачи.

---

## 3. Технические характеристики

### 3.1. Аналоговые входные сигналы регулятора ПП-10-2

AI1 - входной измеряемый, контролируемый и регулируемый параметр величины рН или редокс-потенциала (мВ/ORV)

AI2 - входной сигнал от термопреобразователя сопротивления для автоматической коррекции измеряемого параметра по температуре

Таблица 3.1. Технические характеристики аналоговых входных сигналов

Техническая характеристика	Значение
Количество аналоговых входов	2
Тип входного аналогового сигнала: AI1 - параметр величины рН или редокс-потенциала (мВ/ORV)	Унифицированные ГОСТ26.011-80 0-5 мА, R <sub>вх</sub> =400 Ом 0-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом 4-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом 0-10В, R <sub>вх</sub> =25 кОм
Тип входного аналогового сигнала: AI2 - входной сигнал от термопреобразователя сопротивления для автоматической коррекции измеряемого параметра по температуре	Унифицированные ГОСТ26.011-80 0-5 мА, R <sub>вх</sub> =400 Ом 0-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом 4-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом 0-10В, R <sub>вх</sub> =25 кОм Термопреобразователи сопротивлений ДСТУ2858-94 ТСМ 50М, W <sub>100</sub> =1,426, -50 ... +200°C ТСМ 100М, W <sub>100</sub> =1,426, -50 ... +200°C ТСП 50П, W <sub>100</sub> =1,391, -50 ... +200°C, Pt50 ТСП 100П, W <sub>100</sub> =1,391, -50 ... +200°C, Pt100
Разрешающая способность АЦП	≤ 0,015 % (16 разрядов)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения входных параметров	≤ 0,2 % для унифицированных аналоговых входов ≤ 0,2 % или ≤ 0,5°C для датчиков ТСМ, ТСП, Pt50, Pt100
Точность индикации	0,01 %
Влияние температуры окружающей среды	≤ 0,04 %/°C
Период измерения	Не более 0,1 сек
Период обновления информации на дисплее	Не более 0,5 сек
Гальваническая развязка аналоговых входов	Каждый вход гальванически изолирован от других входов и остальных цепей

### Типы датчиков, пределы и точность измерения

Таблица 3.1.2 - Типы датчиков, пределы и точность измерения

Код входа (Параметр 3.00)	Тип датчика	Градуировочная характеристика и НСХ	Предельные индицируемые значения при калибровке прибора	Допускаемая основная приведенная погрешность измерения		Предельные значения входного сигнала при калибровке прибора	
						Начальное значение	Конечное значение
0000 0001	0-5 мА 0-20 мА 4-20 мА 0-10 В	Линейная	0,0 ... 100,0 % или в установленных технических единицах	≤ 0,2 %		0 мА 0 мА 4 мА 0 В	5 мА 20 мА 20 мА 10 В
0002	ТСМ	50М, W <sub>100</sub> =1,428	-50,0 °C... +200,0 °C	≤ 0,2 %	≤ 0,5 °C	39,22 ом	92,77 ом
0003	ТСМ	100М, W <sub>100</sub> =1,428	-50,0 °C... +200,0 °C	≤ 0,2 %	≤ 0,5 °C	78,45 ом	185,55 ом
0004	ТСП	50П, W <sub>100</sub> =1,391, Pt50	-50,0 °C... +650,0 °C	≤ 0,2 %	≤ 1,4 °C	40,00 ом	166,61 ом
0005	ТСП	100П, W <sub>100</sub> =1,391, Pt100	-50,0 °C... +650,0 °C	≤ 0,2 %	≤ 1,4 °C	80,00 ом	333,23 ом

#### Примечания.

Второй канал AI2 регулятора ПП-10 может быть сконфигурирован на подключение любого типа датчика.

### 3.2. Аналоговый унифицированный выходной сигнал

АО - выходной аналоговый сигнал измеренного значения для ретрансмиссии параметров: величины рН, редокс-потенциала или температуры

Таблица 3.2. Технические характеристики аналоговых унифицированных выходных сигналов

Техническая характеристика	Значение
Количество аналоговых выходов	1
Тип выходного аналогового сигнала	Унифицированные ГОСТ26.011-80 0-5 мА, $R_n \leq 2000 \text{ Ом}$ 0-20 мА, $R_n \leq 500 \text{ Ом}$ 4-20 мА, $R_n \leq 500 \text{ Ом}$ 0-10В, $R_n \geq 2000 \text{ Ом}$ - по требованию заказчика
Разрешающая способность ЦАП	$\leq 0,0015 \%$ (16 разрядов)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала после калибровки	$\leq 0,2 \%$
Зависимость выходного сигнала от сопротивления нагрузки	$\leq 0,1 \%$
Влияние температуры окружающей среды	$\leq 0,04 \%/^{\circ}\text{C}$
Гальваническая развязка аналогового выхода	Выход гальванически изолирован от других выходов и остальных цепей

**Примечание.** ПП-10 может комплектоваться модулем расширения МР-51-05. При этом в преобразователя-регулятора будет дополнительный аналоговый выход.

### 3.3. Дискретные (импульсные) выходные сигналы

DO1 - сигналы МЕНЬШЕ

DO2 - сигналы БОЛЬШЕ

DO3 - сигналы технологической сигнализации MIN,

DO4 - сигналы технологической сигнализации MAX.

Сигналы DO3 и DO4 могут использоваться в качестве выходов управления двух- и трехпозиционной нагрузкой.

#### 3.3.1. Транзисторный выход

Таблица 3.3.1. Технические характеристики дискретных выходных сигналов. Транзисторный выход

Техническая характеристика	Значение
Количество дискретных выходов	4
Тип выхода	Открытый коллектор (NPN транзистора)
Максимальное напряжение коммутации	$\leq 40 \text{ В}$ постоянного тока
Максимальный ток нагрузки каждого выхода	$\leq 100 \text{ мА}$
Гальваническая развязка дискретных выходов	Выходы связаны в группу из четырех выходов и гальванически изолированы от других выходов и остальных цепей
Сигнал логического "0"	Разомкнутое состояние транзисторного ключа
Сигнал логической "1"	Замкнутое состояние транзисторного ключа.
Вид нагрузки	Активная, индуктивная
Напряжение внешнего источника питания	Нестабилизированное, (20-40)В постоянного тока

#### 3.3.2. Релейный выход, при наличии в заказе клеммно-блочного соединителя с реле КБЗ-28Р-11

Таблица 3.3.2. Технические характеристики дискретных выходных сигналов. Релейный выход

Техническая характеристика	Значение
Количество дискретных выходов	4
Тип выхода	Переключающие контакты реле с искрогасительной цепью
Максимальное напряжение коммутации переменного (действующее значение) или постоянного тока	220В
Максимальный ток нагрузки каждого выхода	$\leq 8 \text{ А}$
Сигнал логического "0"	Разомкнутое состояние контактов реле.
Сигнал логической "1"	Замкнутое состояние контактов реле.
Вид нагрузки	Активная, индуктивная
Максимальное потребление (обмоток реле) четырех включенных каналов от внешнего источника постоянного тока 24В	80 мА
Напряжение внешнего источника питания	Нестабилизированное, (20-28)В постоянного тока

### 3.3.3 Выход – твердотельное (не механическое) реле, при наличии в заказе клеммно-блочного соединителя с твердотельными реле КБЗ-28К-11

Таблица 3.3.3 - Технические характеристики дискретных выходных сигналов. Выход – твердотельное реле.

Техническая характеристика	Значение
Количество дискретных выходов	4
Тип выхода	Замыкающие контакты реле
Максимальное напряжение коммутации переменного (действующее значение) или постоянного тока	60В макс.
Максимальный ток нагрузки каждого выхода	$\leq 1$ А (AC) переменного тока, $\leq 1$ А (DC) постоянного тока
Сигнал логического "0" Сигнал логической "1"	Разомкнутое состояние контактов реле. Замкнутое состояние контактов реле.
Вид нагрузки	Активная, индуктивная
Максимальное потребление четырех включенных каналов от внешнего источника постоянного тока 24В	80 мА
Напряжение внешнего источника питания	Нестабилизированное, (20-28)В постоянного тока

### 3.3.4 Оптосимисторный выход, при наличии в заказе клеммно-блочного соединителя с оптосимисторами КБЗ-28С-11

Таблица 3.3.4 - Технические характеристики дискретных выходных сигналов. Оптосимисторный выход

Техническая характеристика	Значение
Количество дискретных выходов	4
Тип выхода	Маломощный оптосимистор, встроенный детектор нулевого напряжения фазы позволяет включать нагрузку только при минимальном напряжении на ней (предотвращает создание помех в сети)
Максимальное напряжение коммутации переменного (действующее значение) или постоянного тока	Не более 600В переменного тока
Максимальный ток нагрузки каждого выхода	- не более 50 мА - в импульсном режиме частотой 50 Гц с длительностью импульса не более 5 мс – до 1 А - пиковый ток перегрузки с длительностью импульса 100 мкс и частотой 120 имп/с – до 1 А
Сигнал логического "0" Сигнал логической "1"	Отключенное состояние оптосимистора. Включенное состояние оптосимистора.
Вид нагрузки	Активная, индуктивная
Максимальное потребление четырех включенных каналов от внешнего источника постоянного тока 24В	80 мА
Напряжение внешнего источника питания	Нестабилизированное, (20-28)В постоянного тока

## 3.4. Регулятор

Таблица 3.4. Технические характеристики регулятора

Техническая характеристика	Значение
Число контуров регулирования	1
Вид регулятора	Импульсный регулятор (с импульсным выходом) Аналоговый регулятор (с аналоговым выходом) Двухпозиционный регулятор (с дискретным выходом) Трехпозиционный регулятор (с дискретным выходом)
Режимы работы регулятора	Локальный, дистанционный, ручной, автоматический
Метод установки заданной точки	Локальный (цифровой), дистанционный (интерфейсный)
Структура регулятора (законы регулирования)	П, ПИ, ПД, ПИД, двухпозиционный, трехпозиционный
Контролируемые параметры	Измеряемая величина, заданная точка, значение выхода или положение исполнительного механизма
Вид балансировки узла задатчика	Статическая, динамическая

### 3.5. Последовательный интерфейс RS-485

Таблица 3.5. Технические характеристики последовательного интерфейса RS-485

Техническая характеристика	Значение
Конфигурации сети	Многоточечная
Количество приемопередатчиков	32 приемопередатчика на одном сегменте
Максимальная длина линии в пределах одного сегмента сети	1200 метров (4000 футов)
Количество активных передатчиков	1 (только один передатчик активный)
Максимальное количество узлов в сети	250 с учетом магистральных усилителей
Характеристика скорости обмена/длина линии связи (зависимость экспоненциальная):	62,5 кбит/с      1200 м      (одна витая пара) 375 кбит/с      300 м      (одна витая пара) 2400 кбит/с      100 м      (две витых пары) 10000 кбит/с      10 м      (две витых пары) <i>Примечание. Скорости обмена 62,5 кбит/с, 375 кбит/с, 2400 кбит/с оговорены стандартом RS-485. На скоростях обмена свыше 500 кбит/с рекомендуется использовать экранированные витые пары.</i>
Тип приемопередатчиков	Дифференциальный, потенциальный
Вид кабеля	Витая пара, экранированная витая пара
Гальваническая развязка	Интерфейс гальванически изолирован от входов-выходов и остальных цепей
Протокол связи	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)
Назначение интерфейса	Для конфигурирования прибора, для использования в качестве удаленного контроллера при работе в современных сетях управления и сбора информации (приема-передачи команд и данных)

### 3.6. Электрические данные

Таблица 3.6. Технические характеристики электропитания

Техническая характеристика	Значение
Электропитание (подключение к сети)	~220 (+22 –33)В, (50 ± 1) Гц или = 24В ± 4 В
Потребляемая мощность	≤ 8,5 Вт (~220В) ≤ 200 мА (=24 В)
Защита данных	EEPROM, сегнетоэлектрическая NVRAM
Подключение	С задней стороны прибора с помощью клеммно-блочного соединителя

### 3.7. Корпус. Условия эксплуатации

Таблица 3.7. Условия эксплуатации

Техническая характеристика	Значение
Тип корпуса	Корпус для утепленного щитового монтажа
Размеры фронтальной рамки	96 x 96 мм
Монтажная глубина	190 мм max
Вырез на панели	92 <sup>+0,8</sup> x 92 <sup>+0,8</sup> мм
Крепление корпуса	В электрощитах
Температура окружающей среды	от минус 40 °С до 70 °С
Климатическое исполнение	исполнение группы 4 согласно ГОСТ 22261, но для работы при температуре от минус 40 °С до 70 °С
Атмосферное давление	от 85 до 106,7 кПа
Вибрация	исполнение 5 согласно ГОСТ 22261
Помещение	закрытое, взрыво-, пожаробезопасное. Воздух в помещении не должен содержать пыли и примеси агрессивных паров и газов, вызывающих коррозию (в частности: газов, содержащих сернистые соединения или аммиак).
Положение при монтаже	Любое
Степень защиты	ПП-10-1 IP65 ПП-10-2 IP30; клеммно-блочные соединители IP20 по ГОСТ 14254-96
Вес	Не более 0,6 кг для ПП-10-1 Не более 1,0 кг для ПП-10-2

## 4. Комплектность поставки

### 4.1. Объем поставки преобразователя-регулятора потенциметрического ПП-10

Таблица 4.1. Объем поставки регулятора ПП-10

Наименование изделия	Количество
Микропроцессорный преобразователь-регулятор потенциметрический ПП-10-2, в комплекте с измерительным преобразователем ПП-10-1	1
Комплект крепежных зажимных элементов	1
Руководство по эксплуатации (из расчета - 1 экземпляр на любое количество изделий при поставке в один адрес)	1
Клеммно-блочный соединитель КБЗ-25-11-0,75	*
Клеммно-блочный соединитель КБЗ-28Р-11-0,75	*
Клеммно-блочный соединитель КБЗ-28К-11-0,75	*
Клеммно-блочный соединитель КБЗ-28С-11-0,75	*
Клеммно-блочный соединитель КБЗ-8-07-0,75	*

\* поставляется по отдельному заказу

### 4.2. Модели преобразователя-регулятора ПП-10

**Обозначение при заказе:** *Измерительный преобразователь ПП-10-1-Е-С,*

где:

**Е** - тип и марка подключаемого электрода:**С** - код выходного аналогового сигнала: 2 - 0-20 мА.

**Обозначение при заказе:** *Микропроцессорный регулятор ПП-10-2-АА-ВВ-С-ДД-У-Р-ТТ,*

где:

**АА** код входа 1-го канала измерения рН или редокс потенциала (сигнал от измерительного преобразователя)  
**02** - 0-20 мА**ВВ** код входа 2-го канала измерения температуры**01** - 0-5 мА, **02** - 0-20 мА, **03** - 4-20 мА, **04** - 0-10 В**05** - ТСМ 50М,  $W_{100}=1,428$ , -50 ... +200°C**06** - ТСМ 100М,  $W_{100}=1,428$ , -50 ... +200°C**07** - ТСП 50П,  $W_{100}=1,391$ , -50 ... +200°C, Pt50**08** - ТСП 100П,  $W_{100}=1,391$ , -50 ... +200°C, Pt100**С** - код выходного аналогового сигнала: **1** - 0-5 мА, **2** - 0-20 мА, **3** - 4-20 мА, **4** - 0-10В**ДД** - тип и длина клеммно-блочного соединителя входных и выходных сигналов:**Т 0** - КБЗ отсутствует,**Р 0,75** - транзисторными выходами КБЗ-25-11-0,75,**Р 0,75** - с релейными выходами КБЗ-28Р-11-0,75,**С 0,75** - с симисторными выходами КБЗ-28С-11-0,75,**К 0,75** - с твердотельными реле КБЗ-28К-11-0,75.*Буква соответствует типу выходного сигнала и типу соединителя:**Цифра 0,75 соответствует стандартной длине соединителя в метрах.**КБЗ заказывается отдельно и в стоимость прибора не входит.***У** - напряжение питания:**220** - 220В переменного тока, **24** - 24В постоянного тока**Р** - код выходного аналогового сигнала модуля расширения МР-51-05:**0** - модуль УСО отсутствует, **1** - 0-5мА, **2** - 0-20мА, **3** - 4-20мА, **4** - 0-10В**ТТ** - тип и длина клеммно-блочного соединителя модуля расширения УСО:**0** - КБЗ отсутствует, **0,75** - КБЗ-8-07-0,75 для МР-51-05*Цифра 0,75 соответствует стандартной длине соединителя в метрах.**КБЗ заказывается отдельно и в стоимость прибора не входит.*

**Внимание!** При заказе прибора необходимо указывать его полное название, в котором присутствуют характеристики подключаемых датчиков, тип аналогового выхода, наличие и длина клеммно-блочного соединителя.

**Исполнение клеммно-блочного соединителя: КБЗ-25-11-0,75**-----  
1 2

где: 1 - КБЗ-25-11 – модель и исполнение клеммно-блочного соединителя  
2 – длина клеммно-блочного соединителя в метрах (по-умолчанию 0,75м).

**Исполнение клеммно-блочного соединителя: КБЗ-28Р-11-0,75**-----  
1 2

где: 1 - КБЗ-28Р-11 – модель и исполнение клеммно-блочного соединителя  
2 – длина клеммно-блочного соединителя в метрах (по-умолчанию 0,75м).

**Исполнение клеммно-блочного соединителя: КБЗ-28К-11-0,75**-----  
1 2

где: 1 - КБЗ-28К-11 – модель и исполнение клеммно-блочного соединителя  
2 – длина клеммно-блочного соединителя в метрах (по-умолчанию 0,75м).

**Исполнение клеммно-блочного соединителя: КБЗ-28С-11-0,75**-----  
1 2

где: 1 - КБЗ-28С-11 – модель и исполнение клеммно-блочного соединителя  
2 – длина клеммно-блочного соединителя в метрах (по-умолчанию 0,75м).

**Исполнение клеммно-блочного соединителя: КБЗ-8-07-0,75**-----  
1 2

где: 1 - КБЗ-8-07 – модель и исполнение клеммно-блочного соединителя  
2 – длина клеммно-блочного соединителя в метрах (по-умолчанию 0,75м).

**Внимание!** При заказе прибора необходимо указывать его полное название, в котором присутствуют типы входов и выходов.

**Например, заказано изделие: "ПП-10-2-03-08-2-Р0,75-220-0-0"**

При этом изготовлению и поставке потребителю подлежит:

- 1) микропроцессорный преобразователь-регулятор ПП-10-2,
- 2) работающий с первичным измерительным преобразователем ПП-10-1, который формирует унифицированный выходной сигнал и подключаются к входу "Параметр" (код 03),
- 3) работающий с датчиком типа ТСП 100П,  $W_{100}=1,391$ ,  $-50 \dots +200^{\circ}\text{C}$  на входе "Температурная коррекция" (код 08),
- 4) формирующий выходной аналоговый сигнал 0-20мА (выход аналогового регулятора или при ретрансмиссии) (код 2)
- 5) клеммно-блочный соединитель КБЗ-28Р-11-0,75 с длиной соединителя 0,75 метра (код Р0,75)
- 6) напряжение питания 220 В
- 7) модуль УСО и КБЗ к нему отсутствуют.

## 5. Устройство и принцип работы

### 5.1. Конструкция прибора

Микропроцессорный преобразователь-регулятор потенциометрический ПП-10-2, в комплекте с измерительным преобразователем ПП-10-1, сконструирован по блочному принципу и включает:

- 1) измерительный преобразователь ПП-10-1
- 2) преобразователь-регулятор потенциометрический ПП-10-2

### 5.2. Передняя панель прибора

Для лучшего наблюдения и управления технологическим процессом преобразователь-регулятор ПП-10-2 оборудован активной четырехразрядной цифровой индикацией для отображения измеряемой величины - дисплей **ПАРАМЕТР**, температуры - дисплей **Т°С**, значения выходного аналогового сигнала - дисплей **ВИХІД**, подаваемого на аналоговый выход устройства, необходимым количеством клавиш обслуживания и сигнализационных светодиодных индикаторов для различных статусных режимов и сигналов. Внешний вид передней панели преобразователь-регулятора ПП-10-2 приведен на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1. Внешний вид передней панели преобразователь-регулятора ПП-10

### 5.3. Назначение дисплеев передней панели

- **Дисплей ПАРАМЕТР** В режиме РАБОТА индицирует значение измеряемой величины (рН, рХ, mV). В режиме КОНФИГУРИРОВАНИЕ индицирует значение выбранного параметра.
- **Дисплей ЗАВДАННЯ** В режиме РАБОТА индицирует значение заданной точки или значение температуры (в режиме ручной или автоматической коррекции). В режиме КОНФИГУРИРОВАНИЕ индицирует номер параметра конфигурации.
- **Дисплей ВИХІД** Индицирует значение управляющего воздействия (в %):
  - подаваемого на аналоговый исполнительный механизм,
  - значение аналоговой ячейки памяти импульсного выхода, сигнал положения исполнительного механизма
  - значение аналогового выхода в режиме ретрансмиссии.

#### 5.4. Назначение светодиодных индикаторов

- **Индикатор MAX** Светится, если значение измеряемой величины превышает значение уставки сигнализации отклонения **MAX**.
- **Индикатор MIN** Светится, если значение измеряемой величины меньше значения уставки сигнализации отклонения **MIN**.
- **Индикатор РТК** Горит при выбранном режиме «Ручная Температурная Коррекция»
- **Индикатор ЗВД** Горит, если в рабочем режиме в окне «ЗВД/Т°С» осуществляется индикация значения заданной точки.
- **Индикатор РУЧ** Светится, если регулятор находится в ручном режиме управления, и не светится, если регулятор находится в автоматическом режиме управления.
- **Индикатор ИНТ** Мигает, если происходит передача данных по интерфейсному каналу связи.
- **Индикатор mV** Горит при использовании редоксометрической электродной системы Eh (mV)
- **Индикатор Т°С** Горит, если в рабочем режиме в окне «ЗВД/Т°С» осуществляется индикация значения температуры коррекции.
- **Индикатор ▲** Светодиодный индикатор состояния ключа БОЛЬШЕ импульсного или трехпозиционного регулятора. Светится при включенном ключе БОЛЬШЕ.
- **Индикатор ▼** Светодиодный индикатор состояния ключа МЕНЬШЕ импульсного или трехпозиционного регулятора. Светится при включенном ключе МЕНЬШЕ.

#### 5.5. Назначение клавиш

- **Клавиша [P/A]** Каждое нажатие клавиши вызывает переход из автоматического режима работы в режим ручного управления и обратно (с последующим нажатием клавиши [↵], для подтверждения выполнения операции перехода).
- **Клавиша [ЗВД]** Клавиша предназначена для вызова индицируемого значения внутренней заданной точки (задания) для редактирования.
- **Клавиша [▲]** Клавиша БОЛЬШЕ. При каждом нажатии этой клавиши осуществляется увеличение значений, заданной точки, выходного сигнала управления регулятора (управляющего воздействия в ручном режиме) или значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении увеличение значений происходит непрерывно.
- **Клавиша [▼]** Клавиша МЕНЬШЕ. При каждом нажатии этой клавиши осуществляется уменьшение значений, заданной точки, выходного сигнала управления регулятора (управляющего воздействия в ручном режиме) или значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении уменьшение значений происходит непрерывно.
- **Клавиша [↵]** Клавиша предназначена для подтверждения выполняемых действий или операций, для фиксации вводимых значений. Например, подтверждение перехода из автоматического режима работы в режим ручного управления и обратно, фиксация ввода измененной заданной точки, подтверждение входа в режим конфигурации, продвижение по уровням конфигурации и т.п.
- **Клавиша [↻]** Клавиша предназначена для вызова меню конфигурации, а также продвижения по меню конфигурации.  
В рабочем режиме в окне «ЗВД/Т°С» осуществляет переключение индикации значения заданной точки или значения температуры коррекции.

## 5.6. Структурная схема преобразователь-регулятора ПП-10

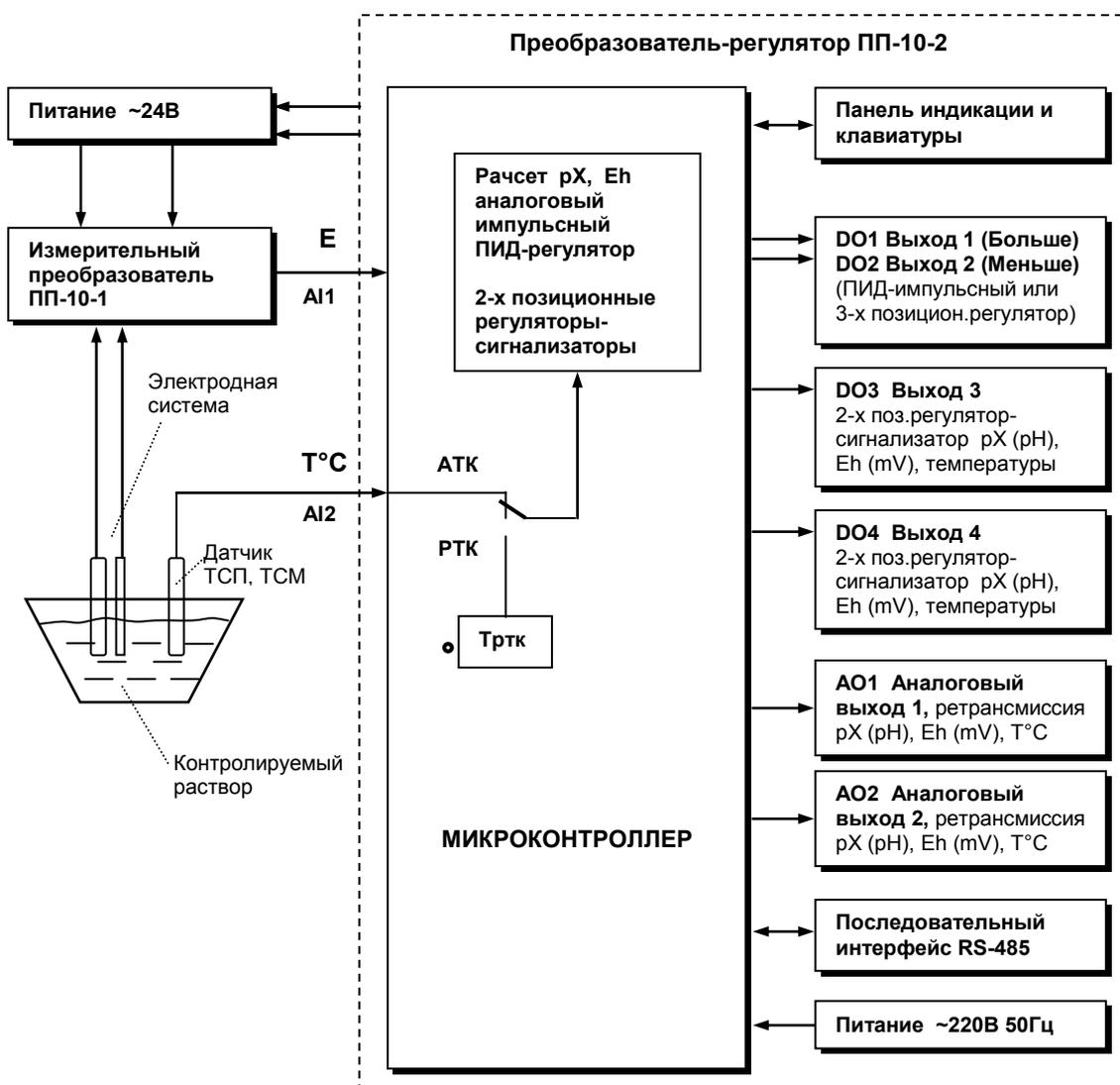


Рисунок 5.2. Структурная схема микропроцессорного преобразователь-регулятора потенциометрического ПП-10-2, в комплекте с измерительным преобразователем ПП-10-1

### 5.6.1 Функциональные схемы регуляторов ПП-10-2

Преобразователь-регулятор ПП-10-2 имеет шесть типов регулирования:

- 0001 – аналоговый регулятор с внутренней обратной связью
- 0002 – импульсный регулятор с внутренней обратной связью
- 0003 – импульсный с внешней обратной связью - с концевыми выключателями
- 0004 – 3-х позиционный регулятор
- 0005 – 2-х позиционный регулятор
- 0006 – импульсный П-регулятор

Функциональные схемы регулятора представлены на рисунке 5.2.1.

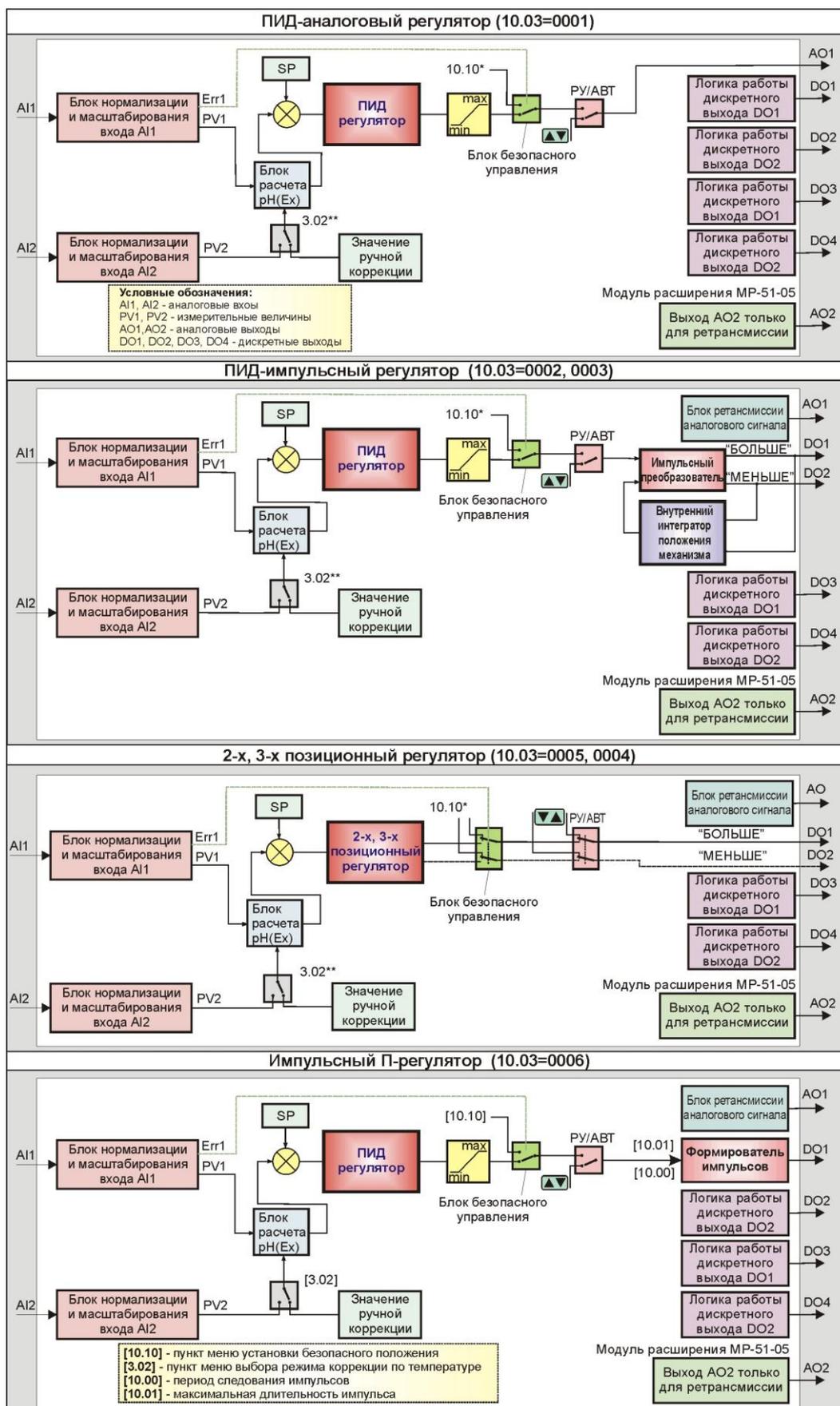
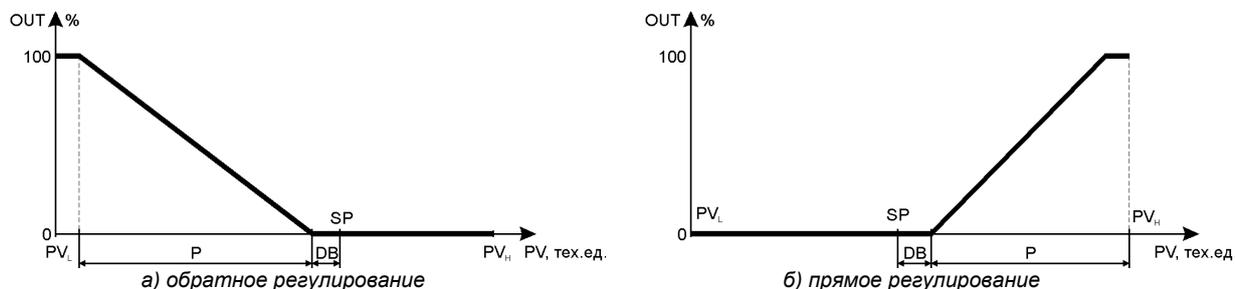


Рисунок 5.2.1 – Функциональные схемы типов регулятора ПП-10-2

## 5.6.2 Логика работы П-регулятора

При выборе параметра 10.03=0006 регулирование параметра осуществляется по пропорциональному закону регулирования с импульсным выходом. В отличие от ШИМ-регулятора для импульсного П-регулятора задается два периода:  $T_p$  – период следования импульсов и  $T_{max}$  – максимальная длительность импульса, что дает возможность выдерживать паузу после управляющего воздействия в случае управления инерционными объектами. График работы обратного и прямого П-регулятора представлен на рисунке 5.2.2.



где,

$OUT$  - значение выхода П-регулятора в процентах;

$PV$  - значение измеряемого параметра;

$PV_L$  - начальное значение шкалы измерения [2.03];

$PV_H$  - конечное значение шкалы измерения [2.04];

$P$  - зона пропорциональности – величина изменения входного сигнала необходимая для формирования управляющего воздействия (0-100%) и зависит от настройки регулятора:

$$P = \frac{PV_H - PV_L}{K_p};$$

$SP$  - задание П-регулятора (задается с передней панели);

$DB$  - зона нечувствительности (мертвая зона) [10.02];

$K_p$  - коэффициент усиления [1.00].

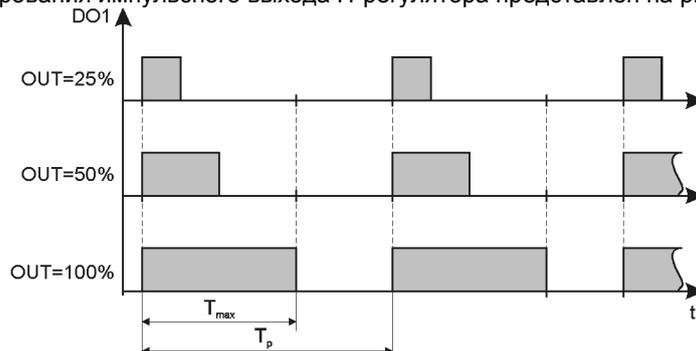
Рисунок 5.2.2 – График регулирования П-регулятора

Выходной сигнал будет формироваться согласно формулы:

$$OUT(\%) = \frac{((SP - DB) - PV)}{P} \cdot 100\% \text{ - для обратного регулирования;}$$

$$OUT(\%) = \frac{(PV - (SP - DB))}{P} \cdot 100\% \text{ - для прямого регулирования;}$$

График формирования импульсного выхода П-регулятора представлен на рисунке 5.2.3.



где,

$T_{max}$  - максимальная длительность импульса [10.01];

$T_p$  - период следования импульсов [10.00].

Рисунок 5.2.3 – График формирования импульсного выхода П-регулятора

Пример. Для регулирования pH заданы следующие параметры:

[1.00]=3 - коэффициент усиления;

[10.00]=3 сек - период следования импульсов;

[2.03]=2 pH - начальное значение шкалы измерения;

[10.01]=2 сек - максимальная длительность импульса;

[2.04]=10 pH - конечное значение шкалы измерения;

[10.02]=0,5 pH - зона нечувствительности.

Рассчитываем зону пропорциональности  $P = \frac{10 - 2}{3} = 2.6666 \text{ pH}$ . При обратном регулировании,

задании 6 и параметре 4 выход будет составлять  $OUT = \frac{((6 - 0.5) - 4)}{2.6666} \cdot 100\% = 56.25\%$ . Графически срабатывание

дискретного выхода при этом представлено на рисунке 5.2.4.

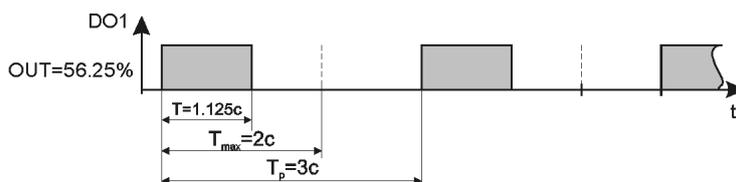


Рисунок 5.2.4 – График формирования выхода П-регулятора

### 5.7. Принцип работы регулятора ПП-10-2

Преобразователь-регулятор ПП-10-2, структурная схема которого приведена на рисунке 5.2, представляет собой устройство измерения значения входного параметра, обработки и преобразования входного сигнала и выдачи управляющих воздействий.

Преобразователь-регулятор ПП-10-2 работает под управлением современного, высокоинтегрированного микроконтроллера RISC архитектуры, изготовленного по высокоскоростной КМОП технологии с низким энергопотреблением. В постоянном запоминающем устройстве располагается большое количество функций для решения задач контроля и регулирования. Посредством конфигурирования пользователь может самостоятельно настраивать регулятор на решение определенных задач.

Преобразователь-регулятор ПП-10-2 оснащен аналого-цифровым преобразователем, узлами дискретно-цифрового ввода и цифро-дискретного вывода, сторожевыми схемами для контроля циклов работы программы, энергонезависимой памятью EEPROM, NVRAM для сохранения пользовательских параметров конфигурации и данных.

Внутренняя программа преобразователь-регулятора ПП-10-2 функционирует с постоянным временным циклом. В начале каждого цикла внутренней рабочей программы считываются значения аналоговых входов, производится считывание и обработка клавиатуры (подавление дребезга и обнаружение достоверности), прием команд и данных из последовательного интерфейса. При помощи этих входных сигналов осуществляются, в соответствии с запрограммированными функциями и пользовательскими параметрами конфигурации, все расчеты. После этого осуществляется вывод информации на дискретные выходы, на индикационные элементы, а так же фиксации вычисленных величин для режима передачи последовательного интерфейса.

### 5.8. Распределение входов-выходов структур регулятора ПП-10-2

Структура регулятора, определяемая параметром [10.03]	Аналоговый вход AI1	Аналоговый вход AI2	Аналоговый выход AO1	Дискретный выход DO1	Дискретный выход DO2	Дискретный выход DO3	Дискретный выход DO4
0000 – индикатор	Параметр 1	Параметр 2	Ретрансмиссия <sup>3)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>
0001 – аналоговый регулятор с внутренней обратной связью	Регулируемый параметр рХ/Еh	Вход температурной коррекции	Выход регулятора	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>
0002 – импульсный регулятор с внутренней обратной связью	Регулируемый параметр рХ/Еh	Вход температурной коррекции	Ретрансмиссия <sup>3)</sup>	Выход Больше	Выход Меньше	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>
0003 – импульсный с внешней обратной связью - с концевыми выключателями	Регулируемый параметр рХ/Еh	Вход температурной коррекции	Ретрансмиссия <sup>3)</sup>	Выход Больше	Выход Меньше	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>
0004 – 3-х позиционный регулятор	Регулируемый параметр рХ/Еh	Вход температурной коррекции	Ретрансмиссия <sup>3)</sup>	Выход Больше	Выход Меньше	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>
0005 – 2-х позиционный регулятор	Регулируемый параметр рХ/Еh	Вход температурной коррекции	Ретрансмиссия <sup>3)</sup>	Выход 2-х поз. регулятора	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>
0005 – импульсный П-регулятор	Регулируемый параметр рХ/Еh	Вход температурной коррекции	Ретрансмиссия <sup>3)</sup>	Выход П-регулятора	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>	Своб. прогр. <sup>1)</sup>

**Примечания.**

1). Сигналы DO1-DO4 являются свободно-программируемыми. Т.е. если какой-либо из сигналов DO1-DO4 не задействован в структуре выбранного типа регулятора (см. параметр 10.03), то свободный

дискретный выход может в соответствии с выбранной логикой работы и уставками управляться одним из выбранных аналоговых сигналов (см. параметры 4.00, 5.00, 6.00, 7.00).

2) При использовании функции ретрансмиссии на аналоговый выход прибора распределяются следующие аналоговые сигналы регулятора (см. параметры уровня 9):

- значение аналогового входа AI1, AI2; рассогласование регулятора, текущее задание регулятора, только для функции ретрансмиссии (во всех структурах регуляторов кроме 10.03=0001).
- положение механизма импульсного регулятора. Внутренняя переменная слежения за выходом без обратной связи.

## 5.9 Расчет ЭДС электродной системы с нормируемыми координатами изопотенциальной точки и описание коэффициентов коррекции электродной характеристики

Формула зависимости ЭДС электродной системы E от уровня рХ раствора имеет вид:

Для построения электродной характеристики используется таблица 5.1.

$$E = E_i + ((54,196 + 0,1984 \cdot T_p) / N) \cdot (pX - pX_i), \quad (5.1)$$

где  $E_i$  и  $pX_i$  – номинальные значения координат изопотенциальной точки электродной системы,

$T_p$  – температура контролируемой среды (раствора),

$N$  – валентность измеряемого иона.

### Пример расчета ЭДС измерительной электродной системы.

Примем такие значения основных характеристик измерительного электрода и раствора:

$E_i = -50,00$  мВ,  $pX_i = 7,00$  ед.  $N = -1$ .

Таблица 5.1. Зависимость  $E = f(pX)$  для различных значений температуры измеряемой среды  $T_p$ .

Знач. рХ	Температура контролируемой среды (раствора) $T_p$ , °С								
	-20,00	0,00	20,00	25,00	40,00	60,00	80,00	100,00	150,00
-2,00	402,052	437,764	473,476	482,404	509,188	544,900	580,612	616,324	705,604
-1,00	351,824	383,568	415,312	423,248	447,056	478,800	510,544	542,288	621,648
0,00	301,596	329,372	357,148	364,092	384,924	412,700	440,476	468,252	537,692
1,00	251,368	275,176	298,984	304,936	322,792	346,600	370,408	394,216	453,736
2,00	201,140	220,980	240,820	245,780	260,660	280,500	300,340	320,180	369,780
3,00	150,912	166,784	182,656	186,624	198,528	214,400	230,272	246,144	285,824
4,00	100,684	112,588	124,492	127,468	136,396	148,300	160,204	172,108	201,868
5,00	50,456	58,392	66,328	68,312	74,264	82,200	90,136	98,072	117,912
6,00	0,228	4,196	8,164	9,156	12,132	16,100	20,068	24,036	33,956
6,25	-12,329	-9,353	-6,377	-5,633	-3,401	-0,425	2,551	5,527	12,967
6,50	-24,886	-22,902	-20,918	-20,422	-18,934	-16,950	-14,966	-12,982	-8,022
6,75	-37,443	-36,451	-35,459	-35,211	-34,467	-33,475	-32,483	-31,491	-29,011
7,00	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000
7,25	-62,557	-63,549	-64,541	-64,789	-65,533	-66,525	-67,517	-68,509	-70,989
7,50	-75,114	-77,098	-79,082	-79,578	-81,066	-83,050	-85,034	-87,018	-91,978
7,75	-87,671	-90,647	-93,623	-94,367	-96,599	-99,575	-102,551	-105,527	-112,967

На рисунке 5.3 изображены несколько электродных характеристик для различных значений температуры контролируемой среды (раствора)  $T_p$ .

Прямая 1 для  $T_p = -20$  °С, прямая 2 для  $T_p = 25$  °С, для  $T_p = 60$  °С.

Как видно из характеристик: чем больше температура контролируемой среды, тем больше угол наклона характеристики к оси рХ. Все прямые, независимо от угла наклона, проходят через точку с координатами (7; -50 мВ), которая называется **изопотенциальной точкой** электродной характеристики. У каждого типа электрода с нормируемыми характеристиками есть своя изопотенциальная точка – одинаковая для различных  $T_p$ .

Из формулы (5.1)

$$S = (54,196 + 0,1984 \cdot T_p) / N, \quad (5.2)$$

где  $S$  – крутизна электродной характеристики. Формула (5.1) приобретает вид:

$$E = E_i + S \cdot (pX - pX_i) \quad (5.3)$$

$$S = (E - E_i) / (pX - pX_i) \quad (5.4)$$

$$S = \operatorname{tg} \alpha \quad (5.5)$$

Как видно из формулы (5.4)  $S$  прямопропорционально углу наклона  $\alpha$  прямой электродной характеристики, то есть чем больше  $S$ , тем больше угол наклона  $\alpha$ .

При калибровке прибора-измерителя  $pX$  с помощью буферных растворов (приложение Е) можно заметить, что на практике очень часто реальные характеристики электродов ( $S$ ,  $pX_i$ ,  $E_i$ ) почти во всех случаях разбежны с указанными на электрод в паспорте. Поэтому необходимо использовать коррекцию электродной характеристики.

Коррекцию можно проводить как для крутизны  $S$  характеристики (изменение угла наклона прямой), так и координаты  $pX_i$  изопотенциальной точки (смещение прямой по оси  $pX$ ). Формула (5.3) с показателями коррекции приобретает вид:

$$E = E_i + (S + S_{\text{КОР}}) \cdot (pX - (pX_i + pX_{\text{СМ}})), \quad (5.6)$$

где  $S_{\text{КОР}}$  – корректирующее значение крутизны электродной характеристики,  
 $pX_{\text{СМ}}$  – корректирующее значение координаты изопотенциальной точки.

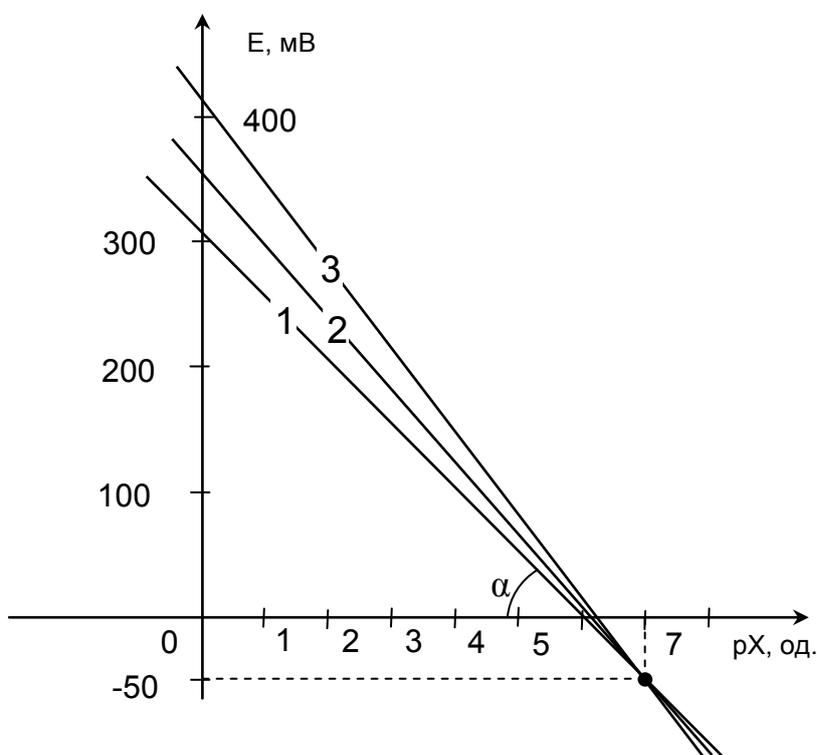


Рисунок 5.3. Электродные характеристики для различных значений  $T_r$ .

На рисунке 5.4 изображены прямые, которые показывают коррекцию крутизны  $S$ , то есть изменение  $S_{\text{КОР}}$ .

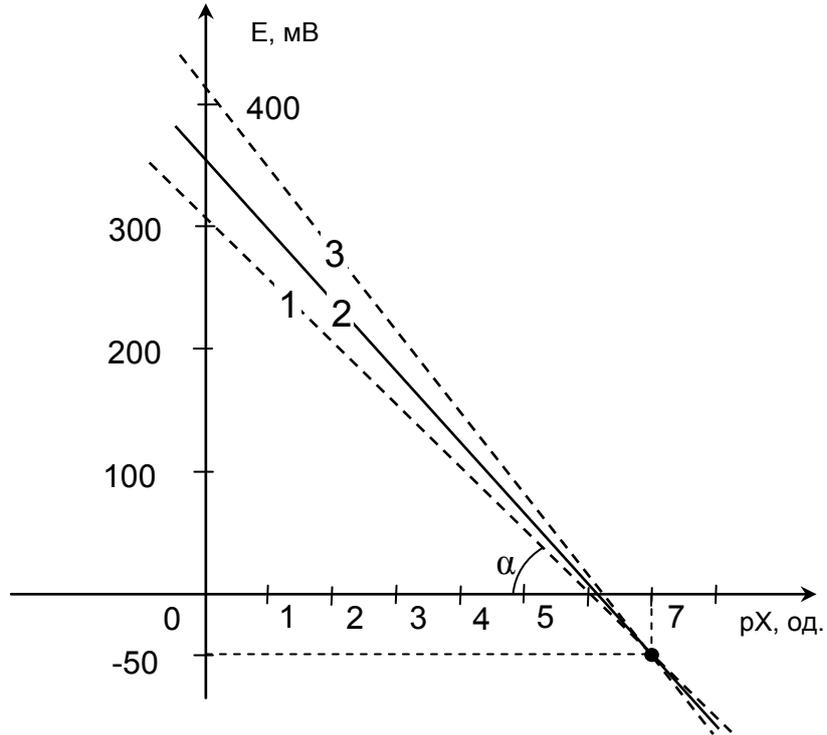


Рисунок 5.4. Коррекция крутизны  $S$  электродной характеристики.  
 $S_{КОР1} < S_{КОР2} < S_{КОР3}$

Как видно из графика (рисунок 5.4) чем больше значение корректирующего воздействия  $S_{КОР}$ , тем больше угол наклона  $\alpha$  электродной характеристики. При этом стоит заметить, что все три прямые проходят через изопотенциальную точку, то есть изменение  $S_{КОР}$  не влияет на изменение координат изопотенциальной точки.

На рисунке 5.5 изображены прямые, которые показывают коррекцию  $pX_{СМ}$ .

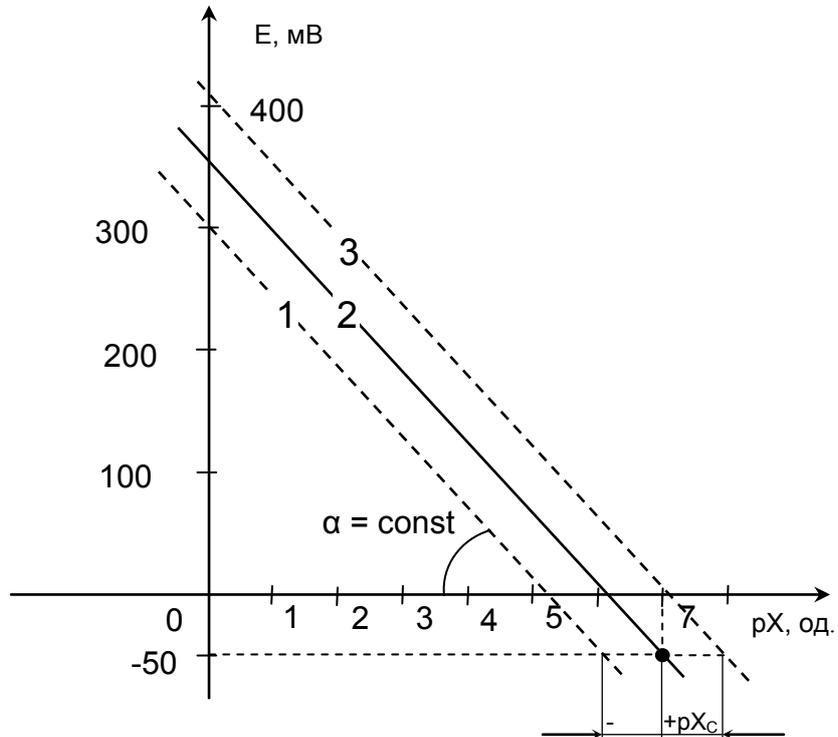


Рисунок 5.5. Коррекция смещения  $pX_{СМ}$  электродной характеристики.

---

Как видно из графика (рисунок 5.5) если смещение  $pX_{CM} > 0$ , то прямая смещается вправо (прямая 3), а если  $pX_{CM} < 0$ , то смещение происходит влево (прямая 1). При этом следует заметить, что угол наклона на прямой остается постоянным, то есть  $pX_{CM}$  не влияет на угол наклона характеристики.

На практике часто используют сочетание обоих методов коррекции ( $pX_{CM}$  и  $S_{КОР}$ ), для более точного приближения прямой электродной характеристики к реальной, чтобы достичь наименьшей погрешности на всем диапазоне измерения рХ.

Если выбран тип измеряемого параметра входа А11 рХ, (Приложение В: 2.00 = 0000), то согласно формул (5.1), (5.2) и (5.6) вытекает формула расчета рХ с показателями коррекции статической характеристики для преобразователя-регулятора:

$$pX = \frac{N*(E-E_i)}{(54,196+0,1984*Tp) + N*S_{КОР}} + (pX_i + pX_{CM}) \quad (5.7)$$

## 6. Уровни работы, уровни защиты, уровни конфигурации и настроек

### 6.1. Диаграмма уровней работы, уровней защиты и уровней конфигурации

Более детально уровни работы, уровни защиты и уровни конфигурации описаны в последующих разделах данной главы. Диаграмма уровней работы, защиты и настроек преобразователь-регулятора ПП-10 приведена на рисунке 6.1.

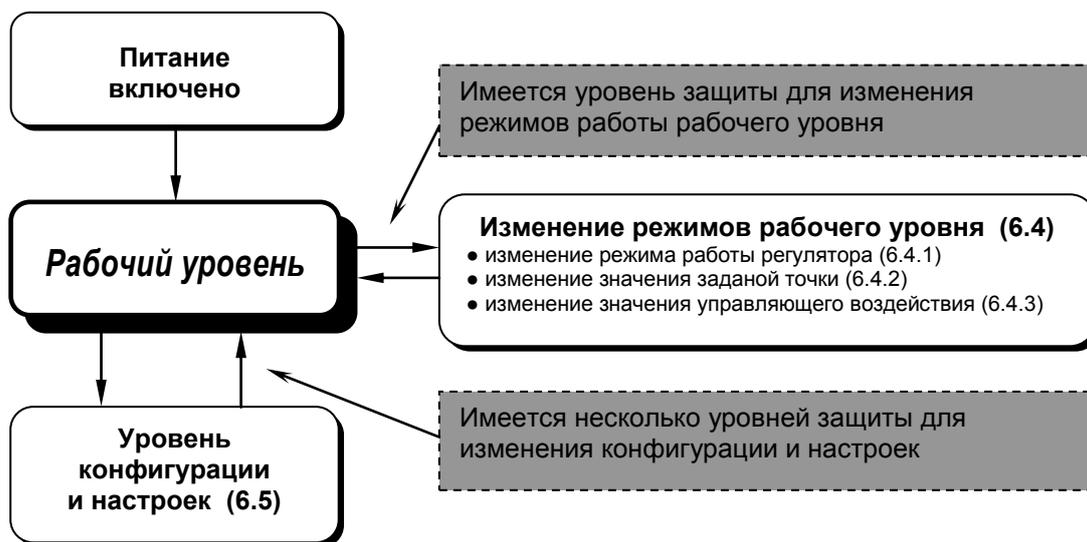


Рисунок 6.1. Диаграмма уровней работы, защиты и настроек преобразователь-регулятора ПП-

10

### 6.2. Уровни защиты



Уровни защиты в той или иной степени запрещают выполнение нежелательных действий. Данные уровни защиты предназначены для защиты оборудования, технологического процесса и в конечном итоге пользователя: от неверного или случайного ввода значений и переключений режимов работы, от несанкционированного или нежелательного доступа посторонних лиц к системе управления.

**Имеется несколько уровней защиты:**

<b>Уровни защиты рабочего уровня</b>	1) Уровень защиты изменения режимов рабочего уровня 2) Уровень защиты изменения вида и значения заданной точки
<b>Уровни защиты изменения конфигурации и настроек</b>	1) Уровень защиты при входе в режим конфигурации для доступа к параметрам 1-й группы 2) Уровень защиты при входе в режим конфигурации для доступа к параметрам 2-16-й групп

### 6.3. Рабочий уровень. Режим РАБОТА

Прибор переходит на этот уровень всякий раз, когда включается питание.

Из этого уровня можно перейти на изменение режимов рабочего уровня или на уровень конфигурации и настроек.

Обычно этот уровень выбирается во время работы для управления контуром регулирования. В процессе работы можно осуществлять мониторинг, т.е. визуально отслеживать измеряемую величину, заданную точку и значение управляющего воздействия. Кроме того, можно отслеживать на светодиодных индикаторах вид выбранной заданной точки, сигналы технологической сигнализации при превышении верхнего и нижнего пределов отклонения.

## 6.4. Изменение режимов рабочего уровня, уровни защиты рабочего уровня

На рабочем уровне возможно изменение режима работы преобразователя-регулятора – осуществление перехода из автоматического режима управления в ручной режим управления и обратно, осуществлять изменение значение заданной точки, изменять значение управляющего воздействия (в ручном режиме управления регулятором). Имеется уровень защиты для изменения режимов работы рабочего уровня.

### 6.4.1. Изменение режима работы регулятора

В регуляторе ПП-10 имеется два режима работы управления объектом регулирования:

- автоматический режим работы и ручной режим работы.

Режим работы регулятора - автоматический или ручной является *запоминаемым состоянием*. После включения питания регулятор находится в том режиме, в котором он находился на момент отключения.



#### Автоматический режим работы. Переход на ручной режим работы

##### Автоматический режим работы

○ РУЧ

- В автоматическом режиме работы регулятор управляет объектом регулирования согласно выбранного закона регулирования и с соответствующими настройками пользователя.

☞ [P/A]

- В автоматическом режиме работы индикатор **РУЧ** на передней панели погашен.
- Для перехода в ручной режим управления необходимо нажать клавишу **[P/A]** на передней панели регулятора.

☀ РУЧ

- Индикатор **РУЧ** на передней панели начинает мигать.

☞ [Ф]

● РУЧ

- Если оператор нажал клавишу **[Ф]** в процессе мигания индикатора **РУЧ** (приблизительно 3-4 секунды) – произойдет *фиксация выбранного режима* и регулятор перейдет в режим ручного управления, индикатор **РУЧ** будет светиться – что будет в дальнейшем указывать на ручной режим работы.

##### Уровень защиты

- Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[Ф]**, то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное переключение режима работы.
- Это и представляет *уровень защиты* от случайного переключения режима работы, индикатор **РУЧ** перестанет мигать и погаснет, а регулятор останется в автоматическом режиме управления.

#### Ручной режим работы. Переход на автоматический режим работы

##### Ручной режим работы

● РУЧ

- В ручном режиме работы оператор с передней панели с помощью клавиш **[▲]** “больше” и **[▼]** “меньше”, управляет выходом регулятора, тем самым формирует значение управляющего воздействия, подаваемое на исполнительный механизм.
- Индикатор **РУЧ** на передней панели светится.

☞ [P/A]

- Для перехода в автоматический режим управления необходимо нажать клавишу **[P/A]** на передней панели регулятора.

☀ РУЧ

- Индикатор **РУЧ** на передней панели начинает мигать, если оператор нажал клавишу **[Ф]** в процессе мигания индикатора **РУЧ** (приблизительно 3-4 секунды) – произойдет *фиксация выбранного режима* и регулятор перейдет в режим автоматического управления, индикатор **РУЧ** погаснет – что будет в дальнейшем указывать на автоматический режим работы.

☞ [Ф]

○ РУЧ

##### Уровень защиты

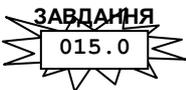
- Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши **[Ф]**, то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное переключение режима работы.
- Это и представляет *уровень защиты* от случайного переключения режима работы, индикатор **РУЧ** перестанет мигать и погаснет, а регулятор останется в автоматическом режиме управления.

## 6.4.2. Выбор и изменение значения заданной точки

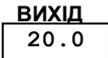
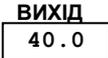
При включении преобразователь-регулятор ПП-10 устанавливается режим РАБОТА. На дисплей pH/mV ПАРАМЕТР выводится значение измеряемой величины, а на дисплей ЗВД/Т°С — значение заданной точки или значение температуры при ручной или автоматической коррекции.

В преобразователь-регуляторе ПП-10 имеется заданная точка, используемая только в автоматическом режиме управления. Внутренняя заданная точка изменяется с передней панели прибора. Значение внутренней заданной точки является *запоминаемым значением*. После включения питания регулятор начинает работу с тем значением заданной точки, которое было на момент отключения.

### Изменение значения внутренней заданной точки

- ЗВД
  - Прибор находится в режиме внутренней (локальной) заданной точки, о чем свидетельствует свечение индикатора ЗВД. Индикатор ЗВД должен светиться (или мигать) на всем протяжении операции по изменению значения внутренней заданной точки.
- ☞ [ЗВД]
  - Для изменения значения внутренней (локальной) заданной точки необходимо нажать клавишу [ЗВД].
- ☀ ЗВД
  - На передней панели начинают мигать индикатор ЗВД и дисплей ЗВД/Т°С. На данном этапе при мигающем индикаторе ЗВД и дисплее ЗВД/Т°С возможно изменение значения внутренней (локальной) заданной точки.
- 
  - С передней панели с помощью клавиш [▲] “больше” и [▼] “меньше”, установить необходимое значение внутренней заданной точки, индицируемой на дисплее ЗВД/Т°С.
- ☞ [▲]  
☞ [▼]
  - Если оператор нажал клавишу [☞] в процессе мигания индикатора ЗВД (приблизительно 3-4 секунды) - регулятор перейдет на режим управления с новым значением внутренней заданной точки.
- ЗВД
  - Индикатор ЗВД перестает мигать и светится ровным светом, указывая тем самым, что индицируется заданная точка.
- Уровень защиты
  - Если оператор *не подтверждает* своих действий нажатием клавиши [☞] в процессе мигания индикатора ЗВД (приблизительно 3-4 секунды), то данные действия оператора воспринимаются как неверное действие или случайное изменение значения.
  - Это и представляет *уровень защиты* от случайного изменения значения внутреннего задания, индикатор ЗВД перестанет мигать и начнет светиться, а регулятор вернется в работу с прежним значением внутренней (локальной) заданной точки.

## 6.4.3. Изменение значения управляющего воздействия

- РУЧ
  - Для изменения значения управляющего воздействия регулятор должен находиться в ручном режиме управления. Если регулятор находится в автоматическом режиме, его необходимо перевести в ручной режим управления – см. раздел 6.4.1. Индикатор РУЧ на передней панели светится. Выбран ручной режим управления.
- ☞ [▲]  
☞ [▼]
  - В ручном режиме работы оператор с передней панели с помощью клавиш [▲] “больше” и [▼] “меньше”, управляет выходом регулятора, тем самым формирует значение управляющего воздействия, подаваемое на исполнительный механизм через ключи БОЛЬШЕ-МЕНЬШЕ.
- 
  - На дисплее ВИХІД индицируется значение выходного сигнала (в %), выдаваемого на аналоговый выход или мощности выдаваемой на выходные ключи Больше-Меньше.
- 
  - При изменении значения управляющего воздействия после первого нажатия любой из клавиш [▲] “больше” или [▼] “меньше” начинает мигать дисплей ВИХІД, указывая тем самым оператору какой параметр в данный момент изменяется.
- 
  - После окончания изменения значения управляющего воздействия, по отпуске клавиш [▲] “больше” или [▼] “меньше” по истечении 3-4 секунд дисплей ВИХІД перестает мигать, а значение выхода фиксируется в энергонезависимой памяти.

## 6.5. Уровень конфигурации и настроек

- С помощью этого уровня вводят параметры и константы регулятора, параметры сигнализации отклонений, параметры фильтра, параметры задания типа входа, типа управления, вида заданной точки, параметры сетевого обмена, параметры калибровки, а также режимы разрешения входа в меню конфигурации и записи параметров.

- Параметры разделены по группам, каждая из которых называется "уровень". Каждое заданное значение (элемент настройки) в этих уровнях называется "параметром". Параметры, используемые в регуляторе ПП-10, сгруппированы в следующие 16 уровней и представлены на диаграмме – см. рисунок 6.2. Индикация значения параметров конфигурации и их номеров указаны на рисунке 6.3.

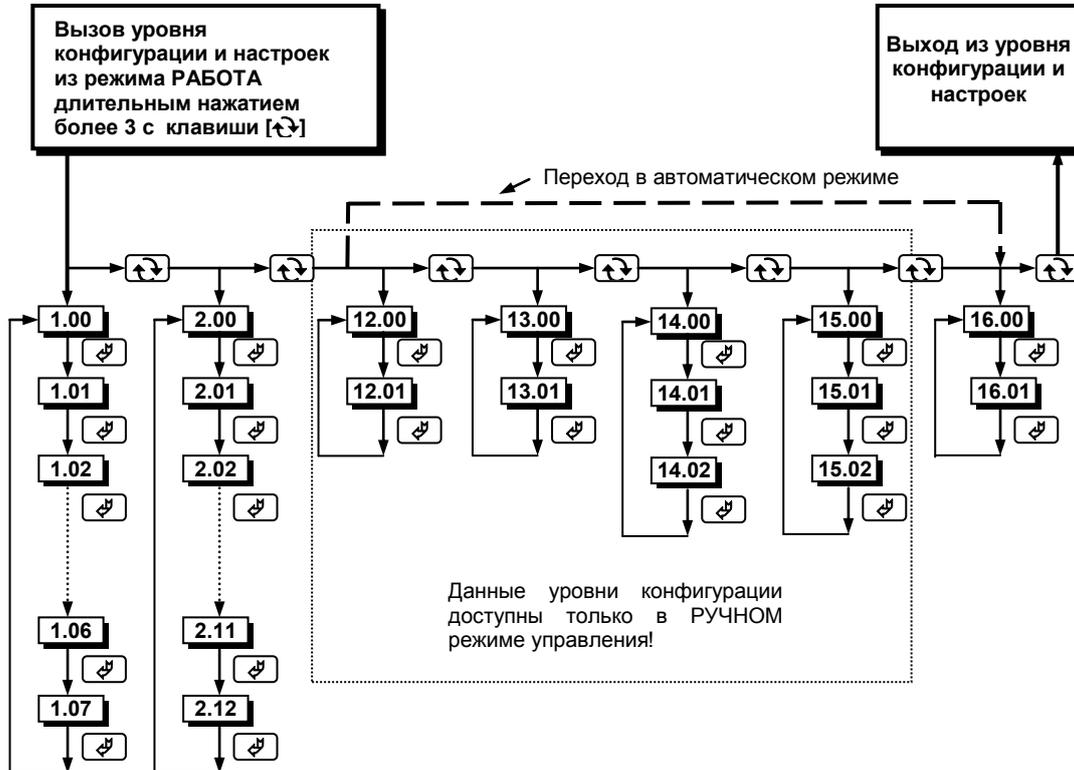


Рисунок 6.2. Диаграмма уровней конфигурации и настроек



Рисунок 6.3. Индикация значения параметров конфигурации и их номеров.

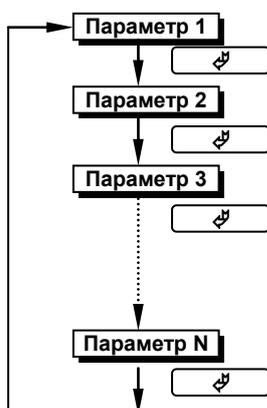
### 6.5.1. Вызов уровня конфигурации и настроек

Вызов уровня конфигурации и настроек осуществляется из режима РАБОТА длительным, более 3-х секунд, нажатием клавиши [↔]. Преобразователь-регулятор ПП-10 может находиться в одном из режимов – ручном или автоматическом. Отличие в количестве вызываемых уровней конфигурации в различных режимах – см. диаграмму приведенную на рисунке 6.2.

### 6.5.2. Назначение уровней конфигурации

Номер УРОВНЯ	Назначение УРОВНЯ	Доступ к УРОВНЮ в режимах	
		В автоматическом	В ручном
1	Настройка параметров регулятора	+	+
2	Конфигурация входа "параметр рХ, Еh" (AI1)	+	+
3	Конфигурация входа "температура коррекции" (AI2)	+	+
4	Конфигурация дискретного выхода DO1	+	+
5	Конфигурация дискретного выхода DO2	+	+
6	Конфигурация дискретного выхода DO3	+	+
7	Конфигурация дискретного выхода DO4	+	+
8	Резерв	+	+
9	Конфигурация аналогового выхода АО	+	+
10	Конфигурация структуры регулятора	+	+
11	Параметры сетевого обмена	+	+
12	Калибровка входа "параметр рХ, Еh" (AI1)	-	+
13	Калибровка входа "температура коррекции" (AI2)	-	+
14	Калибровка первого аналогового выхода (АО1)	-	+
15	Калибровка второго аналогового выхода (АО2)	-	+
16	Разрешение программирования. Запись	+	+

### 6.5.3. Выбор параметров



- Для выбора параметров на каждом уровне необходимо нажать клавишу [↵]. При каждом нажатии клавиши [↵] происходит переход к следующему параметру.

- Если нажать клавишу [↵] на последнем параметре, дисплей вернется к первому параметру текущего уровня.

### 6.5.4. Фиксирование настроек

- Чтобы изменить настройки параметров или установки, пользуйтесь клавишами [▲] или [▼], а затем нажмите клавишу [↵]. В результате настройка будет зафиксирована.

- Необходимо помнить, что фиксация изменений происходит только по клавише [↵].

- Если на уровне конфигурации и настроек был вызван параметр для модификации и не нажималась ни одна из клавиш в течение около 2-х минут, прибор перейдет в режим РАБОТА. Даже если параметр был модифицирован и не нажималась клавиша [↵], то в течение около 2-х минут, прибор перейдет в режим РАБОТА и изменение *не будет зафиксировано*.

- При переходе на другой уровень с помощью клавиши [↻] параметр и настройка, измененные до перехода без нажатия клавиши [↵], *не фиксируются*.

- Перед отключением питания следует сначала зафиксировать настройки или установки параметров (нажатием клавиши [↵]). Настройки и установки параметров иногда невозможно изменить простым нажатием клавиш [▲] или [▼].

- *Необходимо помнить*, что после проведения модификации необходимо произвести запись параметров (коэффициентов) в энергонезависимую память (см. раздел 6.5.5), в противном случае введенная информация не будет сохранена при отключении питания регулятора.

### 6.5.5. Уровень разрешения входа в конфигурацию и запись параметров в энергонезависимую память

1) Вызов уровня конфигурации и настроек осуществляется из режима РАБОТА длительным, более 3-х секунд, нажатием клавиши [↻]. Пользователь получает доступ только к УРОВНЮ 1 (с наиболее часто используемыми оперативными параметрами).

2) Для перехода на УРОВНИ конфигурации 2-16 необходимо на УРОВНЕ 1 выбрать параметр 1.07 и с помощью клавиш клавиш [▲] и [▼] ввести пароль 0002. Нажать клавишу [↻]. После этого, путем нажатия клавиши [↻], возможен вход на УРОВНИ 2 - 16.

3) При частом редактировании параметров, имеется возможность отключить уровень системы защиты (предназначенный для защиты от модификации параметров при случайном или нежелательном доступе) установкой параметра 16.00=0001.

Значение установочных параметров защиты следующие:

Параметр 16.00. Разрешение входа на УРОВНИ 2 - 16

Значение параметра 16.00	Вход на уровень конфигурации
0000	Вызов уровня конфигурации и настроек из режима РАБОТА осуществляется длительным более 3-х секунд нажатием клавиши [↻], с доступом только на УРОВЕНЬ 1.
0001	Разрешение программирования. Вызов уровня конфигурации и настроек из режима РАБОТА осуществляется длительным более 3-х секунд нажатием клавиши [↻], с доступом на все УРОВНИ, без ввода пароля в параметре 1.07.

Параметр 16.01. Запись параметров в энергонезависимую память

Значение параметра 16.01	Вход на уровень конфигурации
0000	Запись параметров в энергонезависимую память <i>не производится</i>
0001	Запись параметров в энергонезависимую память <i>производится</i> следующим образом:  1) Произвести модификацию всех необходимых параметров.  2) Установить значение параметра 16.01 = 0001.  3) Нажать клавишу [↻].  4) На дисплее <b>ЗВДТ°С</b> появятся символы "ЗП", указывая о том, что происходит операция записи в энергонезависимую память.  5) После указанных операций будет произведена запись всех модифицированных параметров в энергонезависимую память. После проведения записи параметров прибор перейдет в режим РАБОТА. После записи параметр 16.01 автоматически устанавливается в 0000.

## 7. Коммуникационные функции

Микропроцессорный преобразователь-регулятор ПП-10 может обеспечить выполнение коммуникационной функции по интерфейсу RS-485, позволяющей контролировать и модифицировать его параметры при помощи внешнего устройства (компьютера, микропроцессорной системы управления).

Интерфейс предназначен для конфигурирования прибора, для использования в качестве удаленного контроллера при работе в современных сетях управления и сбора информации (приема-передачи команд и данных), SCADA системах и т.п..

Протоколом связи по интерфейсу RS-485 является протокол Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit).

Для работы необходимо настроить коммуникационные характеристики преобразователь-регулятора ПП-10 таким образом, чтобы они совпадали с настройками обмена данными главного компьютера. Характеристики сетевого обмена настраиваются на УРОВНЕ 11 конфигурации.

При обмене по интерфейсному каналу связи, если происходит передача данных от контроллера в сеть, на передней панели преобразователь-регулятора мигает индикатор ИИТ.

Программнодоступные регистры преобразователь-регулятора ПП-10 приведены в таблице 7.1 раздела 7.1. Доступ к регистрам оперативного управления No 0-11 разрешен постоянно. Доступ к регистрам программирования и конфигурации No 12-33 разрешается в случае установки в «1» регистра разрешения программирования No 11, которое возможно осуществить как с передней панели преобразователь-регулятора ПП-10, так и с персональной ЭВМ.

Количество запрашиваемых регистров не должно превышать 16. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, преобразователь-регулятор ПП-10 в ответе ограничивает их количество до первых 16-ти регистров.

При программировании с ЭВМ необходимо контролировать диапазоны изменения значений параметров, указанные в таблице 7.1 раздела 7.1.

Для обеспечения минимального времени реакции на запрос от ЭВМ в контроллере существует параметр – 11.02. «Тайм-аут кадра запроса в системных тактах контроллера 1такт = 250 мкс». Минимально возможные тайм-ауты для различных скоростей следующие:

Скорость, бит/с	Время передачи кадра запроса, мсек	Тайм-аут, в системных тактах 1 такт = 250 мкс (Time out [с.т.])
2400	36,25	145
4800	18,13	73
9600	9,06	37
14400	6,04	25
19200	4,53	19
28800	3,02	13
38400	2,27	10
57600	1,51	7
76800	1,13	5
115200	0,76	4
230400	0,38	3
460800	0,2	2
921600	0,1	1

Время передачи кадра запроса - пакета из 8-ми байт определяется соотношением (где: один передаваемый байт = 1 старт бит+ 8 бит + 1стоп бит = 10 бит):

$$T_{\text{передачи}} = 1000 * \frac{10 \text{ бит} * 8 \text{ байт}}{V \text{ бит/сек}}, \text{ мсек}$$

Если наблюдаются частые сбои при передаче данных от контроллера, то необходимо увеличить значение его тайм-аута, но при этом учесть, что необходимо увеличить время повторного запроса от ЭВМ, т.к. всегда время повторного запроса должно быть больше тайм-аута контроллера.

## 7.1. Таблица программнодоступных регистров регулятора ПП-10

Таблица 7.1. Программнодоступные регистры преобразователь-регулятора ПП-10

Функциональный код операции	Адрес регистра	Наименование параметра [Параметр уровня конфигурации]	Диапазон изменения (десятичные значения)
03	0	Регистр идентификации изделия [11.03]: Мл.байт - код и модель изделия 60 DEC, Ст.байт - версия прогр. обеспечения XX DEC	XX.60 DEC (по-байтно) XX.3C HEX (по-байтно)
-	1, 2	Не используются (резервные регистры)	-
03	3	Значение аналогового входа AI1, параметр	-9999 – 9999
03	4	Значение аналогового входа AI2, термокомпенсация	-9999 – 9999
03 / 06	5, 6, 7, 8	Состояние дискретных выходов DO1 - DO4	0 – отключен, 1 – включен
03 / 06	9	Значение управляющего воздействия, подаваемого на аналоговый выход АО регулятора	0 – 999
03 / 06	10	Режим работы регулятора	1 – ручной, 0 – автоматич.
-	11	Не используется (резервный регистр)	-
03 / 06	12	Заданная точка	-9999 – 9999
-	13	Не используется (резервный регистр)	-
-	14	Не используется (резервный регистр)	-
03 / 06	15	Положение механизма: внутренняя переменная слежения за выходом без обратной связи.	0 – 999
03 / 06	16	Коэффициент усиления [1.00]	1 – 500
03 / 06	17	Время интегрирования [1.01]	0 – 6000
03 / 06	18	Время дифференцирования [1.02]	0 – 6000
03 / 06	19, 20, 21, 22	Уставка MIN DO1-DO4 [4.02], [5.02], [6.02], [7.02]	-9999 – 9999
03 / 06	23, 24, 25, 26	Уставка MAX DO1-DO4 [4.03], [5.03], [6.03], [7.03]	-9999 – 9999
-	27	Не используется (резервный регистр)	-
-	28	Не используется (резервный регистр)	-
03 / 06	29	Разрешение программирования [16.00]	0 – запрещено, 1 – разрешено
03 / 06	30, 31	Тип шкалы аналоговых входов AI1, AI2 [2.01], [3.00]	0 – 0 – 5, 0 – 20 мА 1 – 4 – 20 мА 2 – TCM 50М 3 – TCM 100М 4 – ТСП 50П 5 – ТСП 100П
03 / 06	32, 33	Постоянная времени цифрового фильтра аналоговых входов AI1, AI2 [2.02], [3.01]	0 – 600
03 / 06	34	Нижний предел размаха шкалы входов AI1 [2.03]	-9999 – 9999
03 / 06	35	Верхний предел размаха шкалы входов AI1 [2.04]	-9999 – 9999
03 / 06	36	Резерв	-
03 / 06	37	Резерв	-
03 / 06	38	Сигнализация отклонения MIN [1.04]	-9999 – 9999
03 / 06	39	Сигнализация отклонения MAX [1.05]	-9999 – 9999
03 / 06	40	Тип измеряемого параметра рХ, Еh входа AI1	0000 – рХ, 0001 – Еh
03 / 06	41	Координата изопотенциальной точки Ei [2.05]	-9999 – 9999
03 / 06	42	Координата изопотенциальной точки рXi [2.06]	-19,99 – 99,99
03 / 06	43	Валентность измеряемого иона [2.07]	-002 - 002
03 / 06	44	Режим коррекции по температуре [3.02]	0 – автоматич. 1 – ручн.
03 / 06	45	Значение температуры в режиме автоматической коррекции [3.03]	- 50 – 200 °С
03 / 06	46	Смещение [2.08]	-9999 – 9999
03 / 06	47	Коррекция крутизны [2.10]	- 2 – 2
03 / 06	48, 49, 50, 51	Номер аналогового входа для управления дискретным выходом [4.00], [5.00], [6.00], [7.00]	0000 – 0004
03 / 06	52, 53, 54, 55	Значение аналогового входа для управления дискретным выходом	-9999 – 9999
03 / 06	56, 57, 58, 59	Логика работы выходных устройств DO1, DO2, DO3, DO4 [4.01], [5.01], [6.01], [7.01]	0000 – 0004
03 / 06	60, 61, 62, 63	Гистерезис выходных устройств DO1, DO2, DO3, DO4 [4.04], [5.04], [6.04], [7.04]	0 – 9999
-	64, 65, 66	Не используются (резервные регистры)	-
03 / 06	67	Источник аналогового сигнала для управления аналоговым выходом АО (функция ретрансмиссии) [9.00]	0000 – 0004
03 / 06	68	Направление выходного сигнала АО [9.03]	0 – прямой (АО = у) 1 – инверсн. (АО = 100% - у)

Таблица 7.1. Программнодоступные регистры преобразователь-регулятора ПП-10

(ОКОНЧАНИЕ)

Функциональный код операции	Адрес регистра	Наименование параметра [Параметр уровня конфигурации]	Диапазон изменения (десятичные значения)
03 / 06	69	Начальное значение входного сигнала равно 0% выходного сигнала АО [9.01]	-9999 – 9999
03 / 06	70	Конечное значение входного сигнала равно 100% выходного сигнала АО [9.02]	-9999 – 9999
03 / 06	71	Статическая балансировка [10.05]	0 – отключена, 1 – включена
03 / 06	72	Скорость динамической балансировки в сторону увеличения [10.06]	0 – 9999
03 / 06	73	Скорость динамической балансировки в сторону уменьшения [10.07]	0 – 9999
03 / 06	74	Ограничение МИН аналогового выхода (или аналоговой ячейки импульсного регулятора) [10.08]	0 – 999
03 / 06	75	Ограничение МАКС аналогового выхода (или аналоговой ячейки импульсного регулятора) [10.09]	0 – 999
03 / 06	76	Функция линейного изменения заданной точки [1.03]	0 – 999,9
03 / 06	77, 78	Калибровка нуля входов AI1, AI2 [12.00], [13.00]	-9999 – 9999
03 / 06	79, 80	Калибровка макс. входов AI1, AI2 [12.01], [13.01]	-9999 – 9999
-	81	Не используется (резервный регистр)	-
03 / 06	82	Тип регулятора [10.03]	0 – 5
03 / 06	83	Направление действия регулятора [10.04]	0000 – обратное (E=SP-PV) 0001 – прямое (E=PV-SP)
03 / 06	84	Время механизма Т <sub>м</sub> или период следования импульсов Т <sub>р</sub> [10.00]	0 – 9999
03 / 06	85	Мин. (макс) длительность импульса Т <sub>мин</sub> [10.01]	0 – 9999
03 / 06	86	Гистерезис технологической сигнализации, 2-х позицион. и 3-х позицион. регулятора [1.06]	0 – 900
03 / 06	87	Калибровка нуля аналог. выхода АО1 [14.01]	0 – 200
03 / 06	88	Калибровка макс. аналог. выхода АО1 [14.02]	500 – 1500
03 / 06	89	Зона нечувствительности 3-х позиционного регулятора (мертвая зона) [10.02]	0 – 9999
03 / 06	90	Безопасное положение выхода регулятора в случае отказа датчика, линии связи или измерительного канала [10.10]	0 – последнее положение 1 – 0% (откл.) 2 – 100% (вкл.) 3 – безопасное положение установлив. пользователем
03 / 06	91, 92, 93, 94	Безопасное положение выходных устройств DO1, DO2, DO3, DO4 в случае отказа датчика, линии [4.05], [5.05], [6.05], [7.05]	0 – последнее положение 1 – откл. 2 – вкл.
03 / 06	95	Значение безопасного положения устанавливаемого пользователем [10.11]	0 – 999
03 / 06	96	Коэффициент фильтрации (от импульсных помех) [2.13]	0000 – 0050
-	97	Не используется (резервный регистр)	-
03 / 06	98, 99	Нижний и верхний предел размаха шкалы входа термокомпенсации AI2 [3.04], [3.05]	-9999 – 9999
03 / 06	100	Структура регулятора [10.12]	0000, 0001
03 / 06	101	Модели устройства [16.02]	0 – 7
03 / 06	102	Калибровка нуля аналог. выхода АО2 [15.01]	0 – 200
03 / 06	103	Калибровка макс. аналог. выхода АО2 [15.02]	500 – 1500
03	104	Тайм-аут кадра запроса в системных тактах 1такт = 250мкс [11.02]	0001 – 0200
03	105	Сетевой адрес (номер прибора в сети) [11.00]	0000 – 0255
03	106	Скорость обмена [11.01]	0000 – 0012

**Примечание.** Регулятор ПП-10 обменивается данными по протоколу Modbus RTU в режиме "No Group Write" - стандартный протокол без поддержки группового управления дискретными сигналами.

## 7.2. MODBUS протокол

### 7.2.1. Формат каждого байта, который принимается и передается контроллерами следующий:

1 start bit, 8 data bits, 1 Stop Bit (No Parity Bit)  
 LSB (Least Significant bit) младший бит передается первым.

Кадр Modbus сообщения следующий:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA	CRC CHECK
8 BITS	8 BITS	k x 8 BITS	16 BITS

Где k≤16 – количество запрашиваемых регистров. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, преобразователь-регулятор ПП-10 в ответе ограничивает их количество до первых 16-ти регистров.

### 7.2.2. Device Address. Адрес устройства

Адрес контроллера (slave-устройства) в сети (1-255), по которому обращается SCADA система (master-устройство) со своим запросом. Когда удаленный контроллер посылает свой ответ, он размещает этот же (собственный) адрес в этом поле, чтобы master-устройство знало какое slave-устройство отвечает на запрос.

### 7.2.3. Function Code. Функциональный код операции

ПП-10 поддерживает следующие функции:

Function Code	Функция
03	Чтение регистра(ов)
06	Запись в один регистр

### 7.2.4. Data Field. Поле передаваемых данных

Поле данных сообщения, посылаемого SCADA системой удаленному контроллеру содержит добавочную информацию, которая необходима slave-устройству для детализации функции. Она включает:

- начальный адрес регистра и количество регистров для функции 03 (чтение)
- адрес регистра и значение этого регистра для функции 06 (запись).

Поле данных сообщения, посылаемого в ответ удаленным контроллером содержит:

- количество байт ответа на функцию 03 и содержимое запрашиваемых регистров
- адрес регистра и значение этого регистра для функции 06.

### 7.2.5. CRC Check. Поле значения контрольной суммы

Значение этого поля - результат контроля с помощью циклического избыточного кода (Cyclical Redundancy Check -CRC).

После формирования сообщения (**address, function code, data**) передающее устройство рассчитывает CRC код и помещает его в конец сообщения. Приемное устройство рассчитывает CRC код принятого сообщения и сравнивает его с переданным CRC кодом. Если CRC код не совпадает, это означает что имеет место коммуникационная ошибка. Устройство не выполняет действий и не дает ответ в случае обнаружения CRC ошибки.

Последовательность CRC расчетов:

1. Загрузка CRC регистра (16 бит) единицами (FFFFh).
2. Исключающее ИЛИ с первыми 8 бит байта сообщения и содержимым CRC регистра.
3. Сдвиг результата на один бит вправо.
4. Если сдвигаемый бит = 1, исключающее ИЛИ содержимого регистра с A001h значением.
5. Если сдвигаемый бит нуль, повторить шаг 3.
6. Повторять шаги 3, 4 и 5 пока 8 сдвигов не будут иметь место.
7. Исключающее ИЛИ со следующими 8 бит байта сообщения и содержимым CRC регистра.
8. Повторять шаги от 3 до 7 пока все байты сообщения не обработаются.
9. Конечное содержимое регистра и будет значением контрольной суммы.

Когда CRC размещается в конце сообщения, младший байт CRC передается первым.

### 7.3. Пример расчета контрольной суммы (CRC)

Адрес устройства 06, операция чтение (код 03), начальный регистр 0008, число регистров 0001  
Device address 06, read (03), starting register 0008, number of registers 0001

#### Расчет контрольной суммы. CRC Calculation

Function code	Two byte (16 bit) Register				Overflow Bit
	HB		LB		
Load 16 bit register to all 1 1111	1111	1111	1111	0	
<b>First byte is address 06</b>			0000	0110	
Exclusive OR	1111	1111	1111	1001	
1st shift	0111	1111	1111	1100	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	1111	1111	1101	
2nd shift	0110	1111	1111	1110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	1111	1111	1111	
3rd shift	0110	0111	1111	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	0111	1111	1110	
4th shift	0110	0011	1111	1111	0
5th shift	0011	0001	1111	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0001	1111	1110	
6th shift	0100	1000	1111	1111	0
7th shift	0010	0100	0111	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1000	0100	0111	1110	
8th shift	0100	0010	0011	1111	0
<b>Second byte Read 03</b>			0000	0011	
Exclusive OR	0100	0010	0011	1100	
1st shift	0010	0001	0001	1110	0
2nd shift	0001	0000	1000	1111	0
3rd shift	0000	1000	0100	0111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1010	1000	0100	0110	
4th shift	0101	0100	0010	0011	0
5th shift	0010	1010	0001	0001	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1000	1010	0001	0000	
6th shift	0100	0101	0000	1000	0
7th shift	0010	0010	1000	0100	0
8th shift	0001	0001	0100	0010	0
<b>Third byte Starting reg 00</b>			0000	0000	
Exclusive OR	0001	0001	0100	0010	
1st shift	0000	1000	1010	0001	0
2nd shift	0000	0100	0101	0000	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1010	0100	0101	0001	
3rd shift	0101	0010	0010	1000	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1111	0010	0010	1001	
4th shift	0111	1001	0001	0100	1
40.41					
A001	1010	0000	0000	0001	
<b>Function code</b>	<b>Two byte (16 bit) Register</b>				<b>Overflow Bit</b>
	<b>HB</b>		<b>LB</b>		
Exclusive OR	1101	1001	0001	0101	
5th shift	0110	1100	1000	1010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	1100	1000	1011	
6th shift	0110	0110	0100	0101	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	0110	0100	0100	
7th shift	0110	0011	0010	0010	0
8th shift	0011	0001	1001	0001	0

<b>Fourth Byte 08</b>			0000	1000	
Exclusive OR	0011	0001	1001	1001	
1st shift	0001	1000	1100	1100	1
A001	1010	0000	0000	001	
Exclusive OR	1011	1000	1100	1101	
2nd shift	0101	1100	0110	0110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1111	1100	0110	0111	
3rd shift	0111	1110	0011	0011	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	1110	0011	0010	
4th shift	0110	1111	0001	1001	0
5th shift	0011	0111	1000	1100	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0111	1000	1101	
6th shift	0100	1011	1100	0110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1110	1011	1100	0111	
7th shift	0111	0101	1110	0011	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	0101	1110	0010	
8th shift	0110	1010	1111	0001	0
<b>Fifth Byte 00</b>			0000	0000	
Exclusive OR	0110	1010	1111	0001	
1st shift	0011	0101	0111	1000	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0101	0111	1001	
2nd shift	0100	1010	1011	1100	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1110	1010	1011	1101	
3rd shift	0111	0101	0101	1110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	0101	0101	1111	
4th shift	0110	1010	1010	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	1010	1010	1110	
5th shift	0110	0101	0101	0111	0
6th shift	0011	0010	1010	1011	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0010	1010	1010	
7th shift	0100	1001	0101	0101	0
8th shift	0010	0100	1010	1010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1000	0100	1010	1011	
<b>Sixth Byte 01</b>			0000	0001	
Exclusive OR	1000	0100	1010	1010	
1st shift	0100	0010	0101	0101	0
2nd shift	0010	0001	0010	1010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
<b>Function code</b>		<b>Two byte (16 bit) Register</b>			<b>Overflow Bit</b>
		<b>HB</b>	<b>LB</b>		
Exclusive OR	1000	0001	0010	1011	
3rd shift	0100	0000	1001	0101	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1110	0000	1001	0100	
4th shift	0111	0000	0100	1010	0
5th shift	0011	1000	0010	0101	0
6th shift	0001	1100	0001	0010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1011	1100	0001	0011	
7th shift	0101	1110	0000	1001	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1111	1110	0000	1000	
8th shift	0111	1111	0000	0100	0
<b>CRC code</b>	<b>7</b>	<b>F</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	

Передаваемое сообщение. Transmitted Message:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	STARTING REGISTER	NUMBER OF REGISTERS	CRC
06	03	00 08	00 01	04 7F

Где «NUMBER OF REGISTERS»  $\leq 16$  – количество запрашиваемых регистров. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, преобразователь-регулятор ПП-10 в ответе ограничивает их количество до первых 16-ти регистров.

## Пример расчета контрольной суммы на языке СИ

### Example of CRC calculation in "C" language

```

unsigned int crc_calculation (unsigned char *buff, unsigned char number_byte)
{
    unsigned int crc;
    unsigned char bit_counter;

    crc = 0xFFFF; // initialize crc

    while ( number_byte>0 )
    {
        crc ^= *buff++ ; // crc XOR with data
        bit_counter=0; // reset counter
        while ( bit_counter < 8 )
        {
            if ( crc & 0x0001 )
            {
                crc >>= 1; // shift to the right 1 position
                crc ^= 0xA001; // crc XOR with 0xA001
            }
            else
            {
                crc >>=1; // shift to the right 1 position
            }
            bit_counter++; // increase counter
        }
        number_byte--; // adjust byte counter
    }
    return (crc); // final result of crc
}

```

## 7.4. ФОРМАТ КОМАНД

### Чтение нескольких регистров. Read Multiple Register (03 )

Следующий формат используется для передачи запросов от компьютера и ответов от удаленного контроллера.

#### Запрос устройству SENT TO DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 03	DATA		CRC
		STARTING REGISTERS	NUMBER OF REGISTERS	
1 BYTE	1 BYTE	HB LB	HB LB	LB HB

#### Ответ устройства. RETURNED FROM DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 03	DATA				CRC
		NUMBER OF BYTES	FIRST REGISTER	...	N REGISTER	
1 BYTE	1 BYTE	1 BYTE	HB LB	...	HB LB	LB HB

Где «NUMBER OF REGISTERS» и  $n \leq 16$  – количество запрашиваемых регистров. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, преобразователь-регулятор ПП-10 в ответе ограничивает их количество до первых 16-ти регистров.

### Пример 1:

#### 1. Чтение регистра

Запрос устройству. SENT TO DEVICE: Address 1, Read (03) register 1 (Setpoint)

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA		CRC
		STARTING REGISTERS	NUMBER OF REGISTERS	
01	03	00 01	00 01	D5 CA

Ответ устройства. RETURNED FROM DEVICE: Setpoint set to 100.0

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	NUMBER OF BYTES	VALUE OF REGISTERS	CRC
01	03	02	03 E8	B8 FA

03E8 Hex = 1000 Dec

#### 2. Запись в регистр

Следующая команда записывает определенное значение в регистр. Write to Single Register (06)

Запрос и Ответ устройства. Sent to/Return from device :

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 06	DATA		CRC
		REGISTER	DATA/ VALUE	
1 BYTE	1 BYTE	HB LB	HB LB	LB HB

### Пример 2:

Установить время дифференцирования регулятора 74 секунды в устройстве с адресом 20. Set Td to 74 sec ( 004A Hex ) on Device address 20.

Запрос устройству. SEND TO DEVICE: Address 20 (Hex 14), write (06) to register 8, data 4A

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA		CRC
		REGISTER	DATA/ VALUE	
14	06	00 08	00 4A	8B 3A

Ответ устройства. RETURNED FROM DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA		CRC
		REGISTER	DATA/ VALUE	
14	06	00 08	00 4A	8B 3A

## 8. Указание мер безопасности

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**1. Пренебрежение мерами предосторожности и правилами эксплуатации может стать причиной травмирования персонала или повреждения оборудования!**

**2. Для обеспечения безопасного использования оборудования неукоснительно выполняйте указания данной главы!**

8.1. К эксплуатации преобразователь-регулятора ПП-10 допускаются лица, имеющие разрешение для работы на электроустановках напряжением до 1000 В, и изучившие руководство по эксплуатации в полном объеме.

8.2. Эксплуатация преобразователь-регулятора ПП-10 разрешается при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной предприятием-потребителем в установленном порядке и учитывающей специфику применения регулятора на конкретном объекте. При эксплуатации необходимо соблюдать требования действующих правил ПТЭ и ПТБ для электроустановок напряжением до 1000В.

8.3. Преобразователь-регулятор ПП-10 должен эксплуатироваться в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ).

8.4. Используйте напряжения питания (220В/50Гц переменного тока), соответствующие требованиям к электропитанию для преобразователь-регулятора ПП-10. При подаче напряжения питания необходимое его значение должно устанавливаться не более, чем за 2-3 сек.

8.5. Все монтажные и профилактические работы должны проводиться при отключенном электропитании.

8.6. Запрещается подключать и отключать соединители при включенном электропитании.

8.7. Тщательно производите подключение с соблюдением полярности выводов. Неправильное подключение или подключение разъемов при включенном питании может привести к повреждению электронных компонентов прибора.

8.8. Не подключайте неиспользуемые выводы.

8.9. При разборке прибора для устранения неисправностей преобразователь-регулятор ПП-10 должен быть отключен от сети электропитания.

8.10. При извлечении прибора из корпуса не прикасайтесь к его электрическим компонентам и не подвергайте внутренние узлы и части ударам.

8.11. Располагайте преобразователь-регулятор ПП-10 как можно далее от устройств, генерирующих высокочастотные излучение (например, ВЧ-печи, ВЧ-сварочные аппараты, машины, или приборы использующие импульсные напряжения) во избежание сбоев в работе.

---

## 9. Порядок установки и монтажа

### 9.1. Требования к месту установки

9.1.1. Преобразователь-регулятор ПП-10 рассчитан на монтаж на вертикальной панели электрощитов.

9.1.2. Преобразователь-регулятор должен устанавливаться в закрытом взрывобезопасном и пожаробезопасном помещении. Используйте прибор при температуре и влажности, отвечающих требованиям и условиям эксплуатации указанным в главе 3 настоящего руководства.

9.1.3. Не загромождайте пространство вокруг устройства для нормального теплообмена. Отведите достаточно места для естественной вентиляции устройства. Не закрывайте вентиляционные отверстия на корпусе устройства. Если прибор подвергается нагреванию, для его охлаждения до температуры ниже 50°C используйте вентилятор.

9.1.4. Габаритные и присоединительные размеры преобразователь-регулятора ПП-10 приведены в приложении А.

### 9.2. Соединение с внешними устройствами. Входные и выходные цепи

9.2.1. **ВНИМАНИЕ!!!** При подключении преобразователь-регулятора ПП-10 соблюдать указания мер безопасности раздела 8 настоящего руководства.

9.2.2. Кабельные связи, соединяющие преобразователь-регулятор ПП-10, подключаются через клеммные колодки соответствующих клеммно-блочных соединителей в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок".

9.2.3. Подключение входов-выходов к преобразователь - регулятору ПП-10 производят в соответствии со схемами внешних соединений, приведенных в приложении Б.

9.2.4. При подключении линий связи ко входным и выходным клеммам принимайте меры по уменьшению влияния наведенных шумов: *используйте* входные и (или) выходные шумоподавляющие фильтры для регулятора (в т.ч. сетевые), шумоподавляющие фильтры для периферийных устройств, используйте внутренние цифровые фильтры аналоговых входов преобразователь-регулятора ПП-10.

9.2.5. Не допускается объединять в одном кабеле (жгуте) цепи, по которым передаются аналоговые, интерфейсные сигналы и силовоточные сигнальные или силовоточные силовые цепи. Для уменьшения наведенного шума отделите линии высокого напряжения или линии, проводящие значительные токи, от других линий, а также избегайте параллельного или общего подключения с линиями питания при подключении к выводам.

9.2.6. Необходимость экранирования кабелей, по которым передается информация, зависит от длины кабельных связей и от уровня помех в зоне прокладки кабеля. Рекомендуется использовать изолирующие трубки, каналы, лотки или экранированные линии.

9.2.7. Применение экранированной витой пары в промышленных условиях является предпочтительным, поскольку это обеспечивает получение высокого соотношения сигнал/шум и защиту от синфазной помехи.

9.2.8. Подключайте стабилизаторы или шумоподавляющие фильтры к периферийным устройствам, генерирующим электромагнитные и импульсные помехи (в частности, моторам, трансформаторам, соленоидам, магнитным катушкам и другим устройствам, имеющим излучающие компоненты).

### 9.3. Подключение электропитания блоков

9.3.1. **ВНИМАНИЕ!!!** При подключении электропитания преобразователь-регулятора ПП-10 соблюдать указания мер безопасности раздела 8 настоящего руководства.

9.3.2. Для преобразователь-регуляторов ПП-10 с исполнением для питания от сети переменного тока 220В: Провода электропитания сети переменного тока 220В подключаются к клеммам колодки 220В, расположенной на задней панели преобразователь-регулятора ПП-10. На клеммную колодку "~220В" устанавливается специальная защитная крышка, входящая в комплект поставки.

9.3.3. Устанавливая шумоподавляющий фильтр (сигнальный или сетевой), обязательно уточните его параметры (используемое напряжение и пропускаемые токи). Располагайте фильтр как можно ближе к регулятору.

---

## 10. Подготовка к работе. Порядок работы

### 10.1. Подготовка к работе

Подключение входов-выходов к преобразователь-регулятору ПП-10 производят в соответствии со схемами внешних соединений, приведенных в приложении Б.

### 10.2. Конфигурация прибора

Преобразователь-регулятор представляет собой свободно программируемый компактный прибор. Пользователь, не имеющий знаний и навыков программирования, может просто вызывать и исполнять различные функции путем конфигурации преобразователь-регулятора ПП-10. Преобразователь-регуляторы ПП-10 очень гибкие в использовании и могут быстро и легко, изменив конфигурацию, выполнить большинство встречаемых требований и задач управления технологическими процессами.

Преобразователь-регуляторы ПП-10 конфигурируются через переднюю панель прибора или через гальванически разделенный интерфейс RS-485 (протокол ModBus), что также позволяет использовать прибор в качестве удаленного контроллера при работе в современных сетях управления и сбора информации.

Параметры конфигурации преобразователь-регулятора ПП-10 сохраняются в энергонезависимой памяти и прибор способен возобновить выполнение задач управления после прерывания напряжения питания. Батарея резервного питания не используется.

Программа конфигурации преобразователь-регулятора ПП-10 должна быть составлена заранее и оформлена в виде таблицы (см. приложение В), что избавит пользователя от ошибок при вводе параметров конфигурации.

Назначение элементов передней панели, назначение светодиодных индикаторов и клавиш - представлено в соответствующих разделах главы 5. Порядок конфигурации изложен в главе 6.

#### 10.2.1 Порядок настройки аналоговых входов

При настройке и перестройке с одного типа входного сигнала на другой тип, необходимо привести в соответствие следующее:

- параметры меню конфигурации, отвечающие типу входного сигнала,
- положения переключателей на клеммно-блочном соединителе,
- положения переключателей на модуле универсальных входов (установленном внутри прибора).

Типы входных сигналов, и положения переключателей приведены в таблице 10.2.1.

Таблица 10.2.1

Тип входного сигнала	Код входа при заказе изделия	Параметр меню конфигурации	Положение переключателей на КБЗ-25-11, КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11	Положение переключателей на модуле универсальных входов (рис.10.2.1)
<b>Аналоговый вход AI1</b>				
0-5 мА R <sub>вх</sub> =400 Ом	01	[2.01]=0000	JP1 [1-2], [7-8]	J1 [3-4], J3 [5-6]
0-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом	02	[2.01]=0000	JP1 [1-2], [5-6]	J1 [3-4], J3 [5-6]
4-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом	03	[2.01]=0001	JP1 [1-2], [5-6]	J1 [3-4], J3 [5-6]
0-10В, R <sub>вх</sub> =25 кОм	04	[2.01]=0000	JP1 [2-4], [5-7]	J1 [3-4], J3 [5-6]

Продолжение таблицы 10.2.1

Аналоговый вход AI2				
0-5 мА, R <sub>вх</sub> =400 Ом	01	[3.00]=0000	JP2 [1-2], [7-8]	J2 [3-4], J4 [5-6]
0-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом	02	[3.00]=0000	JP2 [1-2], [5-6]	J2 [3-4], J4 [5-6]
4-20 мА, R <sub>вх</sub> =100 Ом	03	[3.00]=0001	JP2 [1-2], [5-6]	J2 [3-4], J4 [5-6]
0-10В, R <sub>вх</sub> =25 кОм	04	[3.00]=0000	JP2 [2-4], [5-7]	J2 [3-4], J4 [5-6]
ТСМ 50М, -50 ... +200°C	05	[3.00]=0002	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]
ТСМ 100М, -50 ... +200°C	06	[3.00]=0003	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]
ТСП 50П, Pt50, -50 ... +650°C	07	[3.00]=0004	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]
ТСП 100П, Pt100, -50 ... +650°C	08	[3.00]=0005	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]

**Примечания.**

1. Положение перемычек на клеммно-блочном соединителе для настройки аналоговых входов должно соответствовать положению перемычек на аналоговом входе на плате процессора, а также соответствовать номеру параметра меню конфигурации аналогового входа отвечающего за тип входного сигнала.

2. Смещение входного сигнала 4-20мА устанавливается программно.

3. Характеристики типов входных сигналов приведены в разделе 3.

4. Порядок калибровки входных аналоговых сигналов приведен в разделе 11.

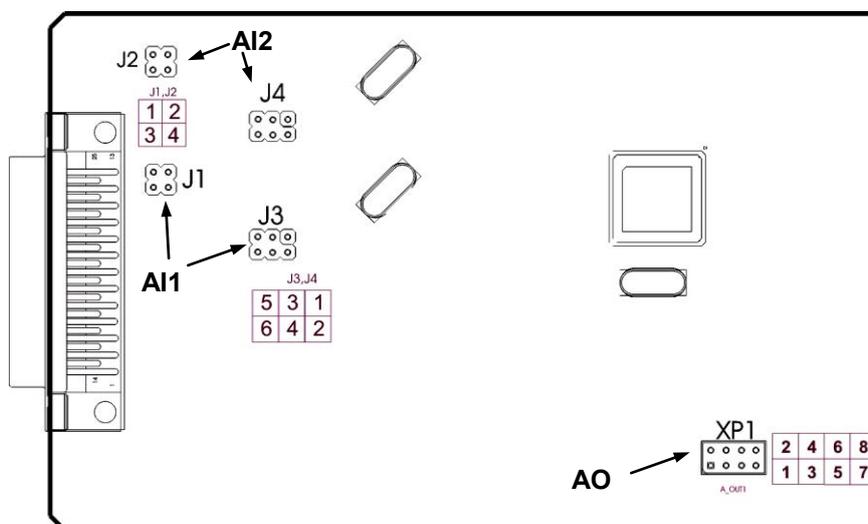


Рисунок 10.2.1 – Положение перемычек на плате процессора

### 10.3. Режим РАБОТА

После выполнения операций конфигурации, преобразователь-регулятор переводят в режим РАБОТА (см. главу 6) нажимая клавишу [↻]. Этот переход также осуществляется автоматически по истечении около 2-х минут, даже если параметры не были модифицированы и не нажималась ни одна клавиша, прибор перейдет в режим РАБОТА. В режиме РАБОТА происходит измерение и обработка входных сигналов по заданной программе, а также формирование выходного управляющего воздействия.

Для восстановления параметров настройки предприятия изготовителя (установка значений по умолчанию) необходимо:

- отключить питание регулятора,
- нажать клавишу [↻],
- удерживая нажатой клавишу [↻] включить питание,
- отпустить клавишу [↻].

Однако, необходимо помнить, что данная функция не имеет обратного действия.

## 10.4 Ручная установка параметров регулирования по переходной функции

Если задана переходная функция объекта регулирования или она может быть определена, то параметры регулирования могут быть установлены согласно установочным директивам, указанным в справочниках. Переходная функция в положении регулятора «Ручной режим» может быть записана через скачкообразное изменение управляющего воздействия и характер регулируемой величины может регистрироваться самописцем. При этом получается переходная функция, приблизительно соответствующая указанной на рисунке 10.1.

Хорошие средние величины из установочных параметров регулятора дают следующие эмпирические формулы:

### П - регулятор:

Коэффициент усиления  $K_p \approx L / [D * K_0]$

### ПИ - регулятор:

Коэффициент усиления  $K_p \approx 0,8 * (L / [D * K_0])$

Время интегрирования  $T_i \approx 3 * D$

### ПИД - регулятор:

Коэффициент усиления  $K_p \approx 1,2 * (L / [D * K_0])$

Время интегрирования  $T_i \approx D$

Время дифференцирования  $T_D \approx 0,4 * D$

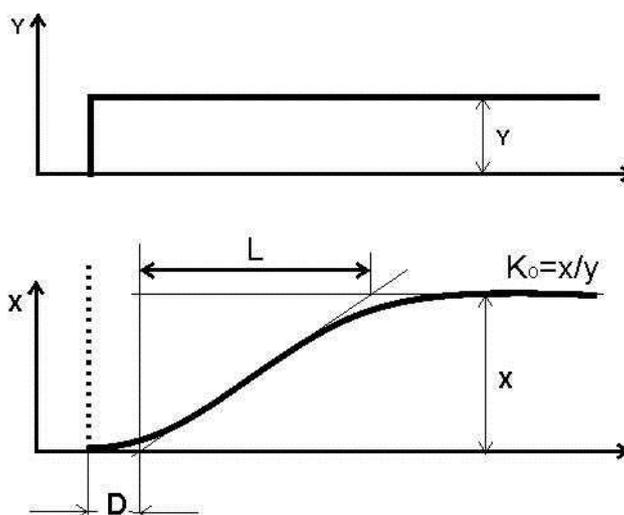


Рисунок 10.1 - Переходная функция объекта регулирования с самовыравниванием

Y – управляющее воздействие

y – управляющее воздействие

x – регулируемая величина

t – время

D – время задержки

L - время выравнивания

$K_0$  – передаточный коэффициент объекта регулирования.

# 11. Калибровка и проверка прибора

Калибровка прибора осуществляется:

- На заводе-изготовителе при выпуске прибора
- Пользователем:
  - при смене типа датчика (переконфигурации прибора)
  - при замене датчика
  - при изменении длины линий связи
- Полная калибровка прибора производится в три этапа:
  - калибровка микропроцессорного регулятора ПП-10-2
  - калибровка измерительного преобразователя ПП-10-1
  - калибровка датчик – измерительный преобразователь ПП-10-1 – микропроцессорный регулятор ПП-10-2
- Каждый этап калибровки выполняется отдельно и может быть пропущен пользователем, в случае полной уверенности в работоспособности узла системы для которого должна выполняться калибровка.

## 11.1. Калибровка микропроцессорного регулятора ПП-10-2

### 11.1.1. Калибровка аналогового входа AI1

1) Установите на КБЗ-25-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 или КБЗ-28Р-11 перемычки в положение которое соответствует входному сигналу 0 – 20 мА согласно табл. 10.2.1 и рисунка 10.2.1. Подключите к клеммам КБЗ-25-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 или КБЗ-28Р-11 образцовый источник тока с выходным диапазоном от 0 до 20 мА, клемма 1 «+» клемма 2 «-». Подайте с источника тока ток 0 мА.

2) Перейдите в режим конфигурации нажмите клавишу [↺] и удерживайте клавишу до тех пор пока в окне «**ВИХІД**» не появятся символы «**ПР**» нажимая клавишу [↺] в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**02.00**» (Уровень 2), нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите тип измеряемого параметра «**0000**» - рХ (рН) или «**0001**» - Ен (mV), нажмите клавишу [↵]. Далее рассмотрим как пример калибровка прибора при измерении рН. Для пункта меню:

«**02.01**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите тип входа «**0000**» - 0-20 мА, нажмите клавишу [↵].

«**02.02**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите постоянную времени цифрового фильтра «**000,5**» - 0,5 сек., нажмите клавишу [↵].

«**02.03**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите нижний предел размаха шкалы «**-1886**»мВ - для датчика ЭСТ0401 это значение соответствует температуре раствора 100°C и рН равно 00,00 нажмите клавишу [↵].

«**02.04**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите верхний предел размаха шкалы «**-2701**»мВ - для датчика ЭСТ0401 это значение соответствует температуре раствора 100°C и рН равно 11,00, нажмите клавишу [↵].

«**02.05**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите координату изопотенциальной точки «**-2042**»мВ - для датчика ЭСТ0401, нажмите клавишу [↵].

«**02.06**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите координату изопотенциальной точки «**02.10**» рН - для датчика ЭСТ0401, нажмите клавишу [↵].

«**02.07**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите валентность измеряемого иона «**-001**» - для датчика ЭСТ0401, нажмите клавишу [↵].

«**02.08**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите смещение входа AI1 «**00.00**», нажмите клавишу [↵]., нажмите клавишу [↵], нажмите клавишу [↵], нажмите клавишу [↵].

«**02.12**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите корректирующие значение крутизны характеристики «**00.00**», нажмите клавишу [↵].

«**02.13**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите коэффициент фильтрации «**0005**», нажмите клавишу [↵].

3) Нажмите клавишу [↺] в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**03.00**» (Уровень 3), нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите тип входа AI2 «**0005**» - для датчика температуры с градуировкой 100П или другое значение в зависимости от подключаемого датчика температуры для автоматической коррекции, нажмите клавишу [↵]. Для пункта меню:

«**03.01**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите постоянную времени цифрового фильтра «**000,5**» - 0,5 сек., нажмите клавишу [↵].

«**03.02**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите режим коррекции по температуре «**0001**» - ручной, нажмите клавишу [↵].

«**03.03**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение температуры «**100.0**», нажмите клавишу [↵].

«**03.04**» и «**03.05**» используются в случае если выходной сигнал датчика температуры токовый. В пункте «**03.04**» ставим нижний предел шкалы датчика термокомпенсации, а в «**03.05**» соответственно – верхний.

4) Нажмите клавишу [↺] в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**12.00**» (Уровень 12), нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**00.00**» - что соответствует нулевому значению входного сигнала, нажмите клавишу [↵]. Установите сигнал от источника тока равный 20 мА и для пункта меню:

«**12.01**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**11.00**» - что соответствует конечному значению сигнала для выбранного нами датчика ЭСТ0401, нажмите клавишу [↵]. При необходимости повторите пункт 4) несколько раз.

5) Возможна также автоматическая калибровка. При нажатии клавиши **ЗВД** включается автоматическая калибровка, что сопровождается миганием параметра 00 (при калибровке нуля). При мигании 00 на дисплее **ЗАВДАННЯ** нужно подать на вход сигнал который соответствует началу шкалы и нажать клавишу **ВВІД**. Клавиша **ВВІД** фиксирует новое значение калибровки. На индикаторе начнет мигать 01. Подайте на вход сигнал который соответствует концу шкалы. Нажмите клавишу **ВВІД** для запоминания значения калибровки. Калибровку рекомендовано пройти два раза.

6) Нажмите клавишу [↺] в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**16.00**» (Уровень 16), нажмите клавишу [↵]. Для пункта меню:

«**16.01**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**0001**» - запись параметров в энергонезависимую память, нажмите клавишу [↵].

### 11.1.2. Порядок калибровки входа AI2 для подключения датчиков термометров сопротивления

При использовании входа AI2 для подключения преобразователей температуры с унифицированным выходным сигналом, калибровка производится согласно п.11.1.1.

*Порядок калибровки входов для подключения датчиков термопреобразователей сопротивления, в качестве примера, приведен для датчика ТСП 100П:*

1) Установите на КБ3-25-11, КБ3-28К-11, КБ3-28С-11 или КБ3-28Р-11 переключатели в положение которое соответствует входному сигналу от датчика ТСП 100П согласно табл. 10.2.1 и рисунка 10.2.1.. Подключить магазин сопротивлений МСР-63 (МСР-60М или аналогичный прибор с аналогичными характеристиками не хуже указанных) к входу AI2 вместо подключаемого датчика термопреобразователя сопротивления согласно схеме внешних соединений (см. приложение Б.4, Б.5). На магазине сопротивления установите значение 79,98 Ом, что соответствует "**-50,0°C**" для датчика ТСП 100П

2) Перейдите в режим конфигурации нажмите клавишу [↺] и удерживайте клавишу до тех пор пока в окне «**ВІХІД**» не появятся символы «**ПР**» нажимая клавишу [↺] в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**03.00**» (Уровень 3), нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите тип входа AI2 «**0005**» - для датчика температуры с градуировкой 100П или другое значение в зависимости от подключаемого датчика температуры для автоматической коррекции, нажмите клавишу [↵].

«**03.01**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите постоянную времени цифрового фильтра «**000,5**» - 0,5 сек., нажмите клавишу [↵].

«**03.02**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите режим коррекции по температуре «**0001**» - ручной, нажмите клавишу [↵].

«**03.03**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение температуры «**100.0**», нажмите клавишу [↵].

3) Нажмите клавишу [↺] в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**13.00**» (Уровень 13), нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**-050.0**» - что соответствует начальному значению входного сигнала датчика термосопротивления, нажмите клавишу [↵]. Установите на магазине сопротивления значение 177,03 Ом, что соответствует "**200,0°C**" для датчика ТСП 100П и для пункта меню:

«**13.01**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**200,0**» - что соответствует конечному значению входного сигнала датчика термосопротивления, нажмите клавишу [↵]. При необходимости повторите пункт 3) несколько раз.

4) Нажмите клавишу [↺] в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**16.00**» (Уровень 16), нажмите клавишу [↵]. Для пункта меню:

«**16.01**» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**0001**» - запись параметров в энергонезависимую память, нажмите клавишу [↵].

Таблица 11.1. Рекомендуемые диапазоны калибровки входа измерения температуры

Код входа	Тип датчика	Градуировочная характеристика и НСХ	Диапазон калибровки входов, °С	Предельные значения измеряемых сопротивлений при калибровке прибора, Ом	
				Рнач.калибр.	Ркон.калибр.
0002	ТСМ	50М, $W_{100}=1,428$ (осн.)	-50 °С... +200 °С	39,24	92,79
0003	ТСМ	100М, $W_{100}=1,428$ (осн.)	-50 °С... +200 °С	78,48	185,58
0004	ТСП Pt50	50П, $W_{100}=1,391$ (осн.) $\alpha = 0,00390, 0,00392$	-50 °С... +200 °С	39,99	88,52
0005	ТСП Pt100	100П, $W_{100}=1,391$ (осн.) $\alpha = 0,00390, 0,00392$	-50 °С... +200 °С	79,98	177,03

### 11.1.3. Калибровка аналогового выхода

1) Подключите к аналоговому выходу АО регулятора ПП-10-2 образцовый измерительный прибор - миллиамперметр постоянного тока с пределом измерения 0-20 мА.

2) Перейдите в режим конфигурации нажмите клавишу [↺] и удерживайте клавишу до тех пор пока в окне «ВИХІД» не появятся символы «ПР» нажимая клавишу [↻] в окне «ЗАДАНИЕ» установите значение «14.00» (Уровень 14), нажмите клавишу [↵].

«14.01» нажимая клавиши [▲] или [▼] и контролируя выходной токовый сигнал по внешнему миллиамперметру установите минимальное (нулевое) значение токового выхода, нажмите клавишу [↵].

«14.02» нажимая клавиши [▲] или [▼] и контролируя выходной токовый сигнал по внешнему миллиамперметру установите максимальное (конечное) значение токового выхода, нажмите клавишу [↵].

3) Нажмите клавишу [↺] в окне «ЗАДАНИЕ» установите значение «16.00» (Уровень 16), нажмите клавишу [↵]. Для пункта меню:

«16.01» нажимая клавиши [▲] или [▼] в окне «рН/мV» (ПАРАМЕТР) установите значение «0001» - запись параметров в энергонезависимую память, нажмите клавишу [↵].

## 11.2. Калибровка измерительного преобразователя ПП-10-1

1) Подключите к клеммам 1 и 3 измерительного преобразователя «Имитатор Электродной Системы И-02», к клеммам 4 и 5 миллиамперметр постоянного тока с пределом измерения 0-20 мА, к клеммам 6 и 7 источник переменного или постоянного тока с выходным напряжением 24В с выходным током не менее 100 мА ( в качестве источника тока можно применить микропроцессорный регулятор ПП-10-2, клеммы подключения 11, 12 для КБЗ-25-11 и 10, 11 для КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 или КБЗ-28Р-11) включите питание измерительного преобразователя.

2) Подайте с имитатора электродной системы сигнал соответствующий начальному значению входного сигнала датчика для температуры измеряемой среды 100°С (нижний предел размаха шкалы -1886 мВ - для датчика ЭСТ0401 это значение соответствует температуре раствора 100°С и рН равном 00,00). Вращая переменное сопротивление R11 (Уст. «0») установите по миллиамперметру значение 0 мА.

3) Подайте с имитатора электродной системы сигнал соответствующий конечному значению входного сигнала датчика для температуры измеряемой среды 100°С (верхний предел размаха шкалы -2701 мВ - для датчика ЭСТ0401 это значение соответствует температуре раствора 100°С и рН равном 11,00). Вращая переменное сопротивление R19 (Уст. «мах») установите по миллиамперметру значение 20 мА.

4) При необходимости повторите пункты 2), 3) несколько раз.

### 11.3. Комплексная калибровка датчика, измерительного преобразователя ПП-10-1 и микропроцессорного регулятора ПП-10-2

Комплексная калибровка проводится как в лабораторных так и в производственных условиях по месту в зависимости от условий эксплуатации прибора и периодичности калибровки.

- 1) Выполните все подключения прибора согласно **ПРИЛОЖЕНИЯ Б**.
- 2) Промойте датчик в дистиллированной воде. Поместите датчик в буферный раствор с минимальным значением рН (например рН=4). Измерьте термометром температуру раствора.
- 3) Перейдите в режим конфигурации нажмите клавишу  и удерживайте клавишу до тех пор пока в окне «**ВИХІД**» не появятся символы «**ПР**» нажимая клавишу  в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**03.00**» (Уровень 3), нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите тип входа AI2 «**0005**» - для датчика температуры с градуировкой 100П или другое значение в зависимости от подключаемого датчика температуры для автоматической коррекции, нажмите клавишу . Для пункта меню:
  - «**03.01**» нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите постоянную времени цифрового фильтра «**000,5**» - 0,5 сек., нажмите клавишу .
  - «**03.02**» нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите режим коррекции по температуре «**0001**» - ручной, нажмите клавишу .
  - «**03.03**» нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение температуры раствора измеренное ранее термометром например «**025.0**», нажмите клавишу .
- 4) Нажмите клавишу  в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**16.00**» (Уровень 16), нажмите клавишу . Для пункта меню:
  - «**16.01**» нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**0001**» - запись параметров в энерго независимую память, нажмите клавишу .
- 5) Перейдите в режим конфигурации нажмите клавишу  и удерживайте клавишу до тех пор пока в окне «**ВИХІД**» не появятся символы «**ПР**» нажимая клавишу  в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**02.00**» (Уровень 2), нажимая клавишу  в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**02.09**» клавишами  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение измеряемого параметра равному рН раствора в нашем случае «**04.00**», нажмите клавишу .
- 6) Промойте датчик в дистиллированной воде. Поместите датчик в буферный раствор с максимальным значением рН (например, рН=9). Измерьте термометром температуру раствора. Нажимая клавишу  в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**02.11**» клавишами  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение измеряемого параметра равному рН раствора в нашем случае «**09.00**», нажмите клавишу , при необходимости повторите пункты 5), 6) несколько раз.
- 7) Перейдите в режим конфигурации нажмите клавишу  и удерживайте клавишу до тех пор пока в окне «**ВИХІД**» не появятся символы «**ПР**» нажимая клавишу  в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**03.00**» (Уровень 3), нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите тип входа AI2 «**0005**» - для датчика температуры с градуировкой 100П или другое значение в зависимости от подключаемого датчика температуры для автоматической коррекции, нажмите клавишу .
- «**03.01**» нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите постоянную времени цифрового фильтра соответствующую помехоустойчивости объекта который контролируете в секундах, нажмите клавишу .
- «**03.02**» нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите режим коррекции по температуре «**0000**» - автоматический (если подключен датчик измерения температуры для автоматической коррекции), нажмите клавишу .
- 8) Нажмите клавишу  в окне «**ЗАДАНИЕ**» установите значение «**16.00**» (Уровень 16), нажмите клавишу . Для пункта меню:
  - «**16.01**» нажимая клавиши  или  в окне «**pH/mV**» (ПАРАМЕТР) установите значение «**0001**» - запись параметров в энерго независимую память, нажмите клавишу .

---

**ЗАМЕЧАНИЯ ПО ОПЕРАЦИЯМ КАЛИБРОВКИ**

В процессе калибровки не требуется точного равенства сигналов 0% и 100% диапазона. Например, можно проводить калибровку для сигналов 2% и 98% диапазона. Важно лишь то, чтобы по цифровому индикатору установить значение, максимально близкое к установленному значению входного или выходного сигнала.

Для повышения точности измерения входных аналоговых сигналов, а также формирования выходных аналоговых сигналов, допускается калибровку производить для всей цепи преобразования сигнала с учетом вторичных преобразователей сигналов.

Например, для входной цепи: *датчик – преобразователь – регулятор ПП-10* источник образцового сигнала подключается вместо датчика, а операция калибровки входного сигнала производится на регуляторе ПП-10-2. Аналогично для выходной цепи: *регулятор ПП-10 – преобразователь – исполнительный механизм*, измерительный прибор подключить вместо исполнительного механизма, а операцию калибровки выходного сигнала произвести с регулятора ПП-10.

---

---

## 12. Техническое обслуживание

12.1. При правильной эксплуатации преобразователь-регулятор ПП-10 не требует повседневного обслуживания.

12.2. Периодичность профилактических осмотров и ремонтов преобразователь-регулятора ПП-10 устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже двух раз в год.

12.3. При длительных перерывах в работе рекомендуется отключать преобразователь-регулятор ПП-10 от сети электропитания.

12.4. Во время профилактических осмотров: проверять и чистить кабельные части соединений (вскрытие преобразователь-регулятора ПП-10 не допускается); клеммно-блочные соединители, проверять прочность крепления блока, монтажных жгутов; проверять состояние заземляющих проводников в местах соединений.

12.5. Очистка прибора: Не используйте растворители и подобные вещества. Для очистки устройства пользуйтесь спиртом.

## 13. Транспортирование и хранение

13.1. Транспортирование преобразователь-регулятора ПП-10 допускается только в упаковке предприятия-изготовителя и может производиться любым видом транспорта.

13.2. При получении преобразователь-регулятора ПП-10 убедиться в полной сохранности тары.

13.3. После транспортирования преобразователь-регулятора ПП-10 необходимо выдержать в помещении с нормальными условиями не менее 6-ти часов, только после этого произвести распаковку.

13.4. Предельный срок хранения - один год.

13.5. Преобразователь - регуляторы ПП-10 должны храниться в сухом отапливаемом и вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от минус 40°С до плюс +70°С и относительной влажности от 30 до 80% (без конденсации влаги). Данные требования являются рекомендуемыми.

13.6. Воздух в помещении не должен содержать пыли и примеси агрессивных паров и газов, вызывающих коррозию (в частности: газов, содержащих сернистые соединения или аммиак).

13.7 В процессе хранения или эксплуатации не кладите тяжелые предметы на преобразователь-регулятор ПП-10 и не подвергайте его никакому механическому воздействию, так как устройство может деформироваться и повредиться.

## 14. Гарантии изготовителя

14.1. Гарантийный срок устанавливается 24 месяца со дня продажи преобразователь-регулятора ПП-10.

14.2. Изготовитель гарантирует соответствие преобразователь-регулятора ПП-10 техническим условиям ТУ У 33.2-13647695-006:2006 при соблюдении условий хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации, указанных в руководстве по эксплуатации на преобразователь-регуляторы ПП-10. При несоблюдении потребителем данных требований - потребитель лишается права на гарантийный ремонт преобразователь-регуляторов ПП-10.

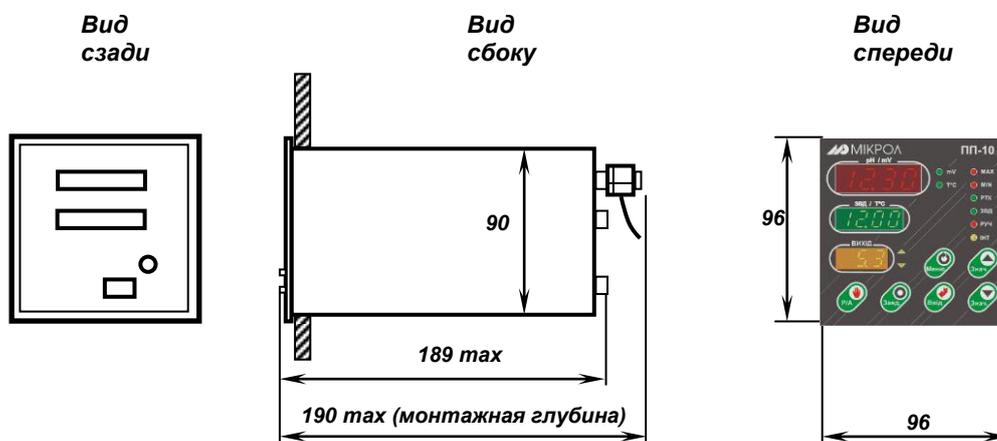
14.3. По договоренности с потребителем предприятие-изготовитель осуществляет послегарантийное техническое обслуживание, техническую поддержку и технические консультации по всем видам своей продукции.

---

## Приложение А.

### Приложение А.1. Габаритные и присоединительные размеры преобразователя-регулятора ПП-10-2

#### Габаритные размеры



Рекомендуемая толщина щита от 1 до 5 мм.

Рисунок А.1 - Габаритные размеры ПП-10-2

#### Разметка отверстий на щите

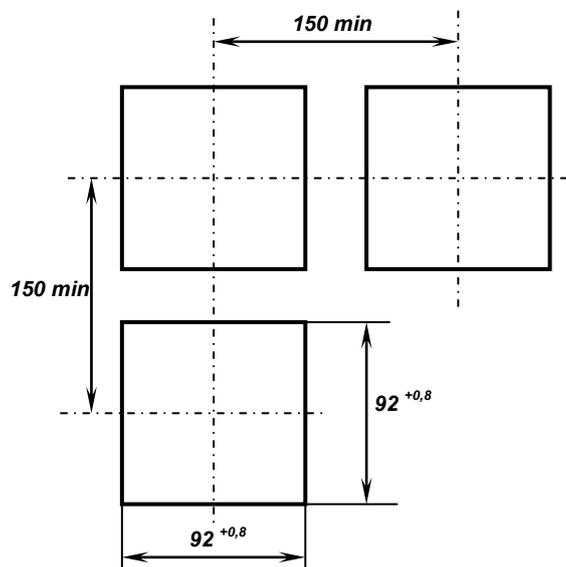


Рисунок А.2 - Разметка отверстий на щите

Приложение А.2. Габаритные и присоединительные размеры измерительного преобразователя ПП-10-1

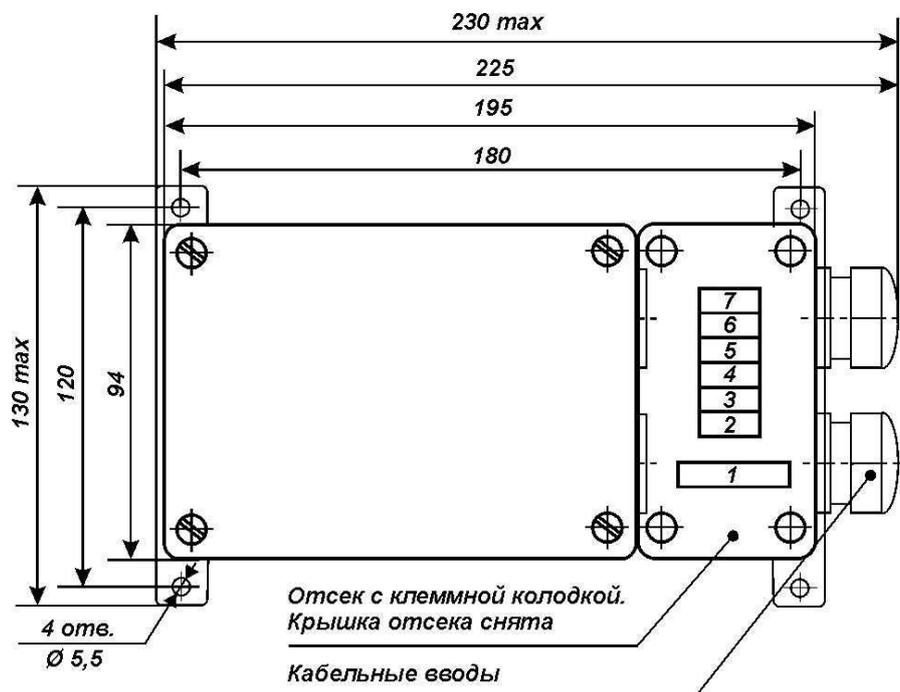


Рисунок А.3 - Габаритные размеры ПП-10-1

## Приложение Б - Подключение прибора. Схемы внешних соединений

ПП-10. Вид сзади

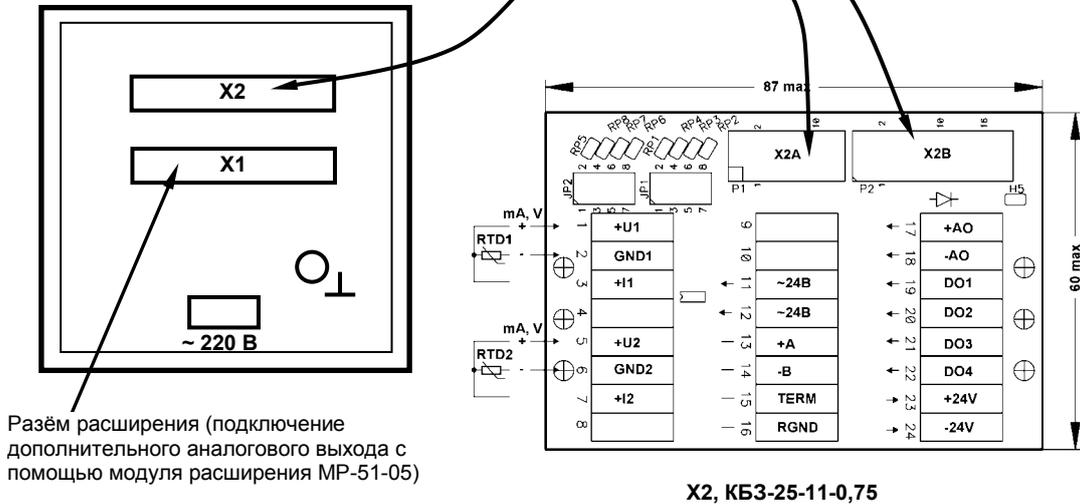


Рисунок Б.1 - Подключение клеммно-блочного соединителя КБ3-25-11-0,75 к регулятору ПП-10

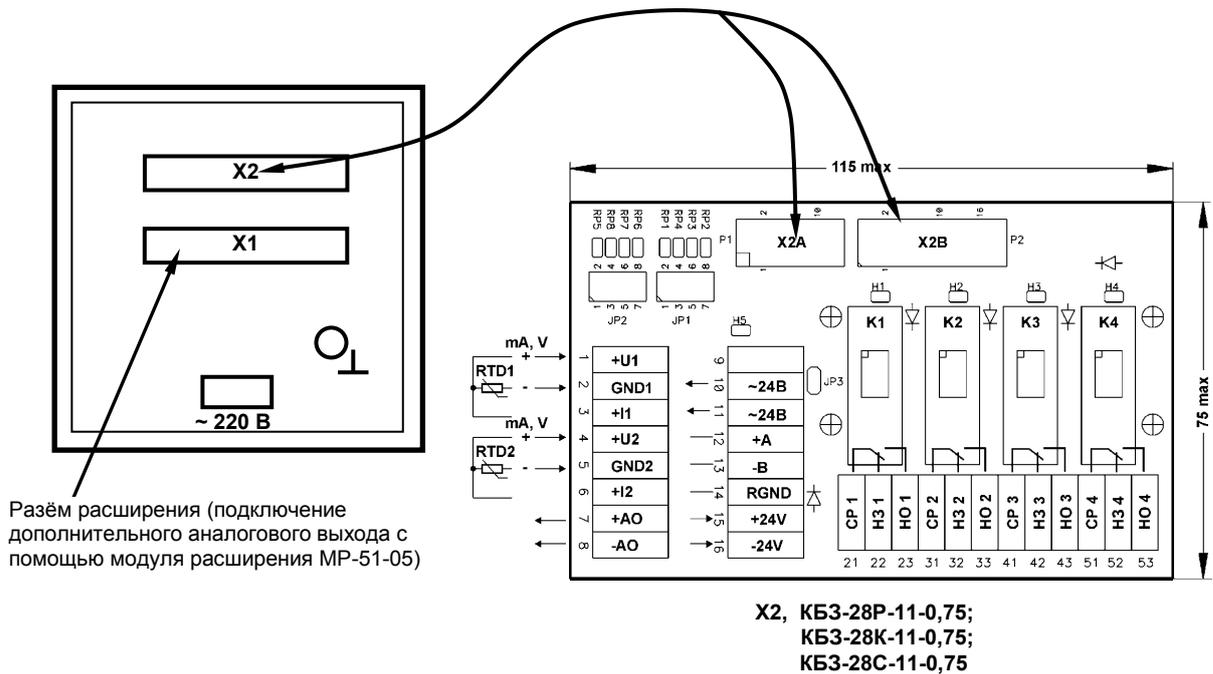


Рисунок Б.2 - Подключение клеммно-блочного соединителя

- КБ3-28P-11-0,75 (с реле),
- КБ3-28K-11-0,75 (с твердотельными реле),
- КБ3-28C-11-0,75 (с оптосимисторами)

к регулятору ПП-10

## Б.1 Схема расположения сигналов и габаритные размеры клеммно-блочного соединителя КБ3-25-11

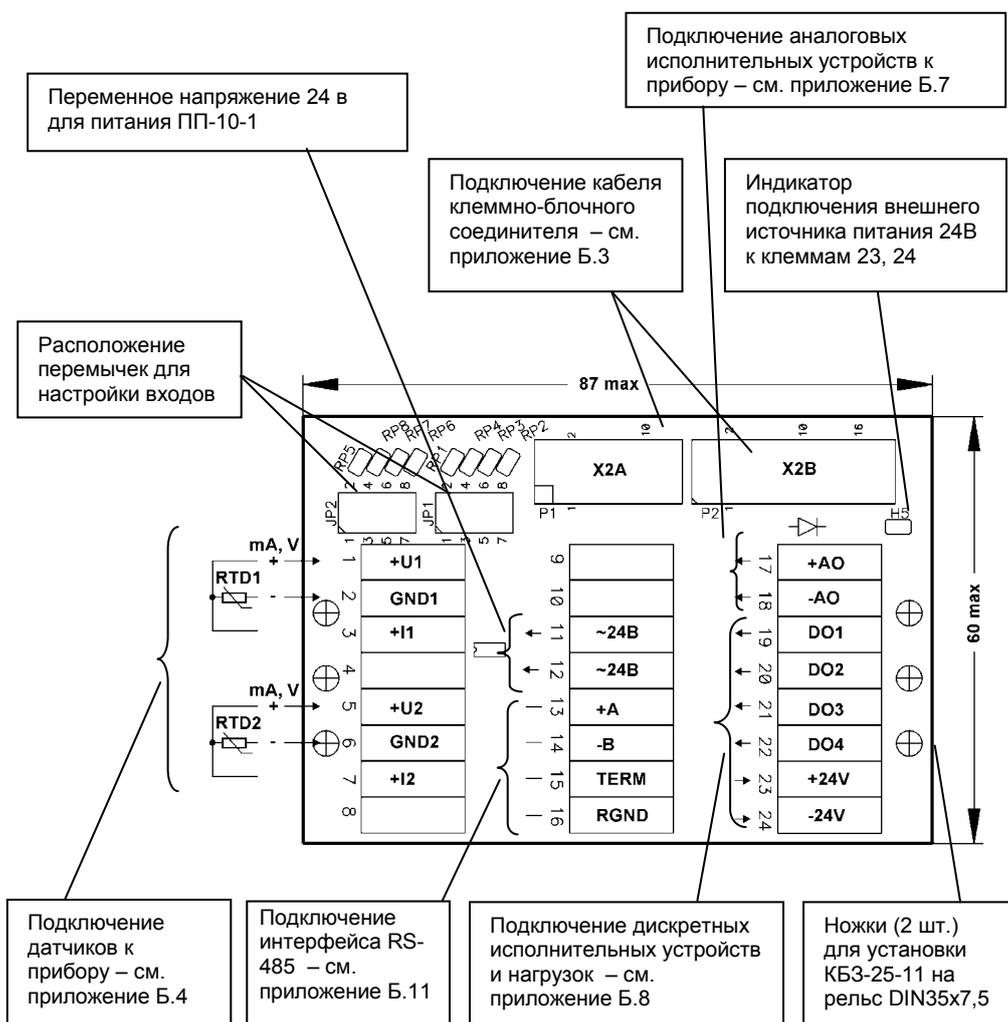


Рисунок Б.3 - Схема расположения сигналов и габаритные размеры клеммно-блочного соединителя КБ3-25-11

### Примечания.

1. Клеммно-блочный соединитель КБ3-25-11 предназначен для монтажа на рельс DIN35x7,5.
2. Неиспользуемые клеммы клеммно-блочного соединителя КБ3-25-11 не подключать.
3. Назначение перемычек настройки входов JP1, JP2 – см. раздел 10.2.1.

## Б.2 Схема расположения сигналов и габаритные размеры клеммно-блочных соединителей КБ3-28Р-11, КБ3-28К-11, КБ3-28С-11

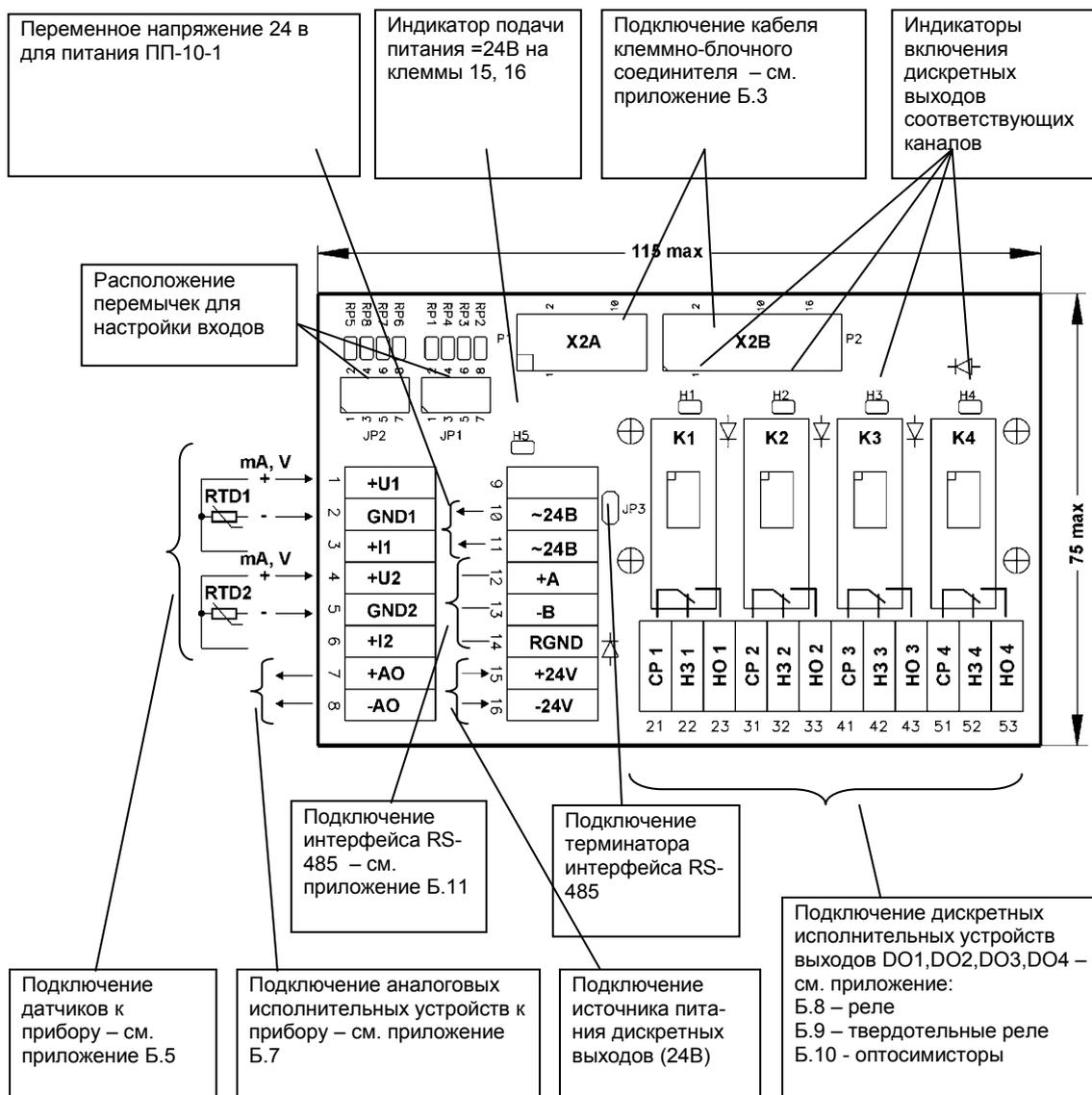


Рисунок Б.4 - Диаграмма расположения сигналов и габаритные размеры клеммно-блочных соединителей КБ3-28Р-11, КБ3-28К-11, КБ3-28С-11

### Примечания.

1. Клеммно-блочные соединители КБ3-28Р-11, КБ3-28К-11 и КБ3-28С-11 предназначены для монтажа на рельс DIN35x7,5.
2. Неиспользуемые клеммы клеммно-блочных соединителей КБ3-28Р-11, КБ3-28К-11 и КБ3-28С-11 не подключать.
3. Назначение перемычек настройки входов JP1, JP2 – см. раздел 10.2.1.
4. Перемычка JP3 предназначена для подключения терминатора (120 Ом), установленного на плате КБ3-28Р-11, КБ3-28К-11 или КБ3-28С-11. Замкнутое состояние JP3 соответствует подключенному терминатору.

### Б.3 - Схема распайки кабеля клеммно-блочных соединителей КБЗ-25-11-0,75, КБЗ-28Р-11-0,75, КБЗ-28К-11-0,75 и КБЗ-28С-11-0,75

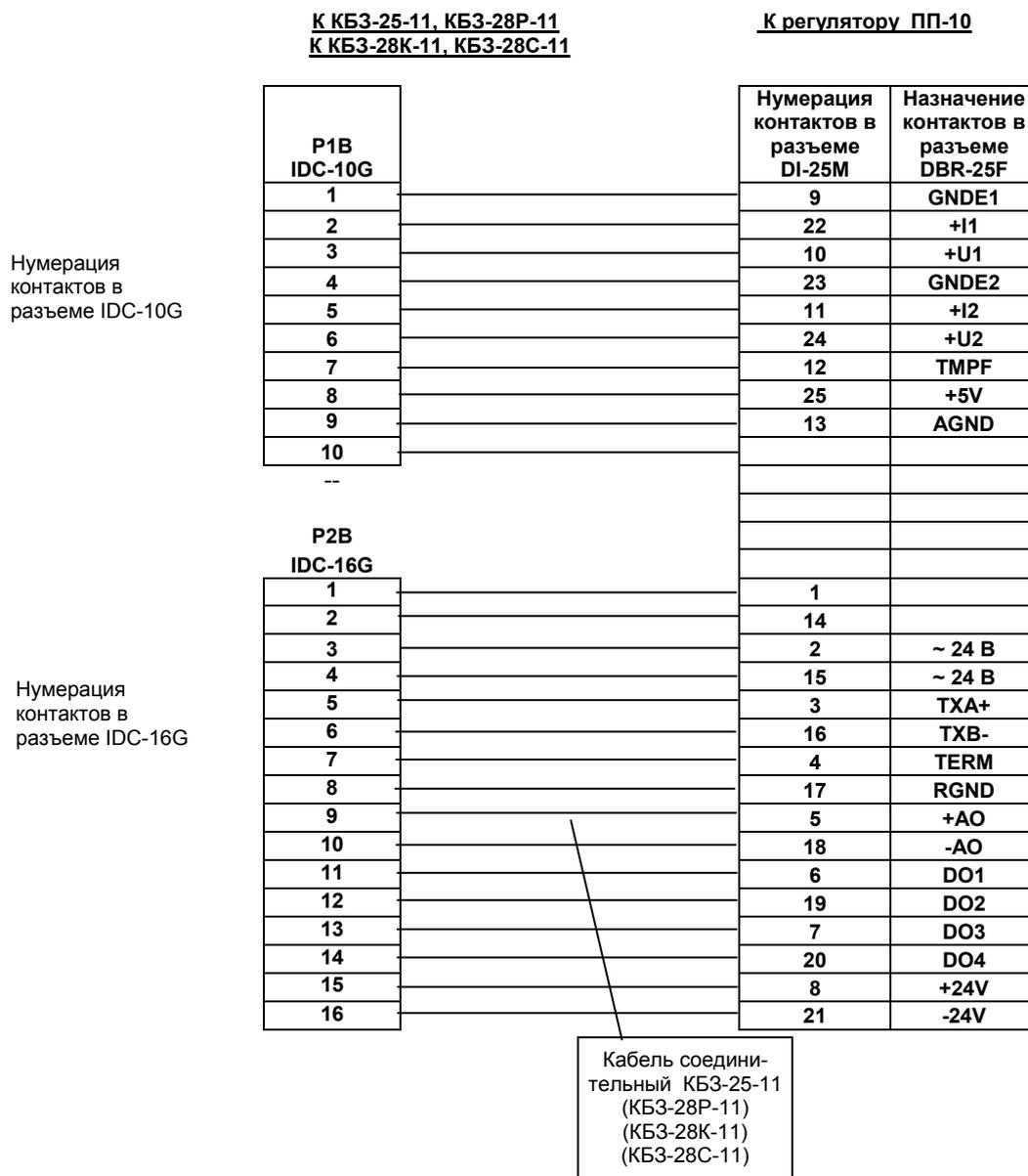
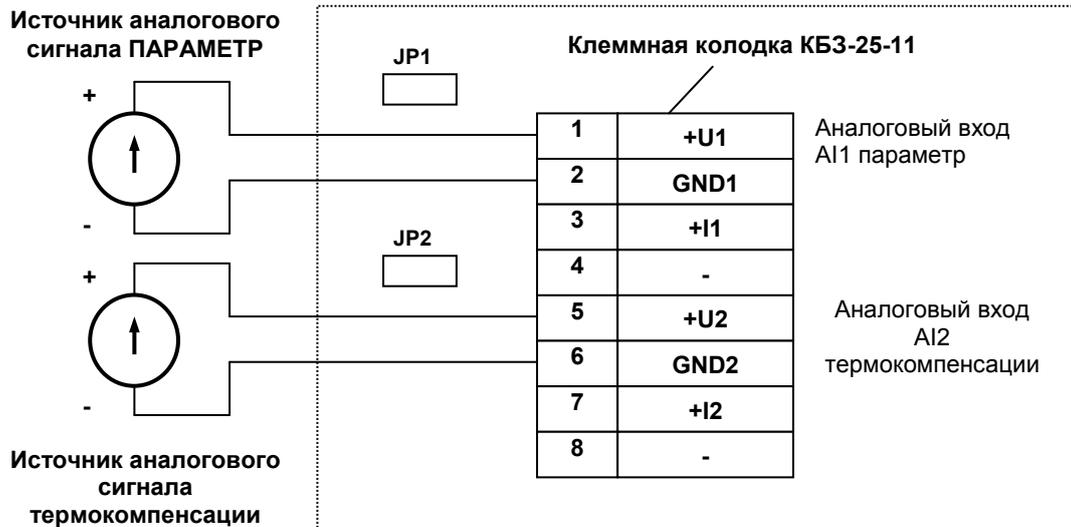


Рисунок Б.5 - Схема распайки кабеля клеммно-блочных соединителей КБЗ-25-11-0,75, КБЗ-28Р-11-0,75, КБЗ-28К-11-0,75 и КБЗ-28С-11-0,75

#### Примечание.

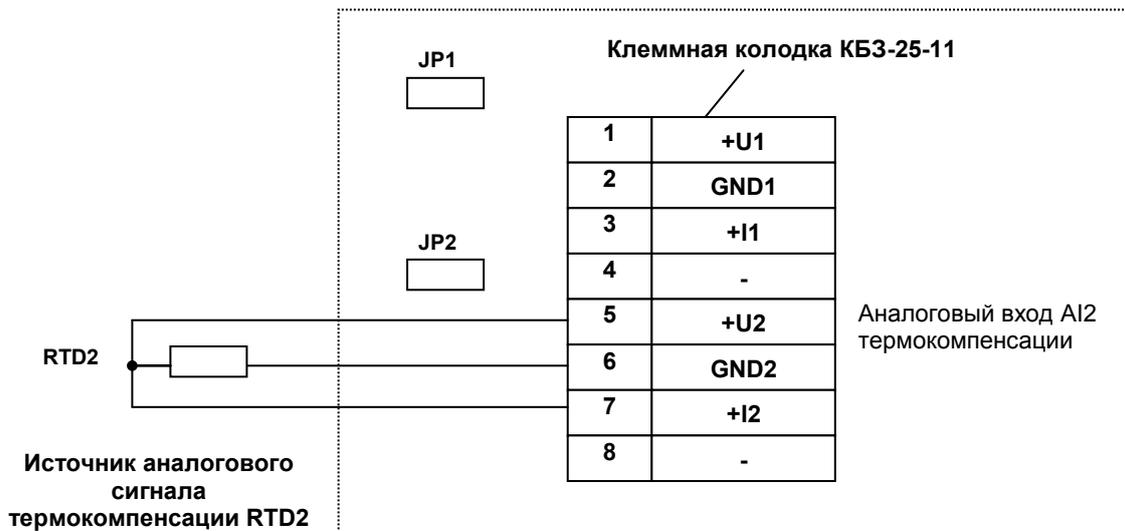
Кабель соединителя КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 или КБЗ-28С-11 аналогичен кабелю соединителя КБЗ-25-11.

## Б.4 Подключение датчиков к прибору с помощью КБ3-25-11



Где JP1 и JP2 – перемычки, установленные на клеммной колодке КБ3-25-11.

Рисунок Б.6 - Подключение унифицированных аналоговых входов регулятора ПП-10



Где JP1 и JP2 – перемычки, установленные на клеммной колодке КБ3-25-11.

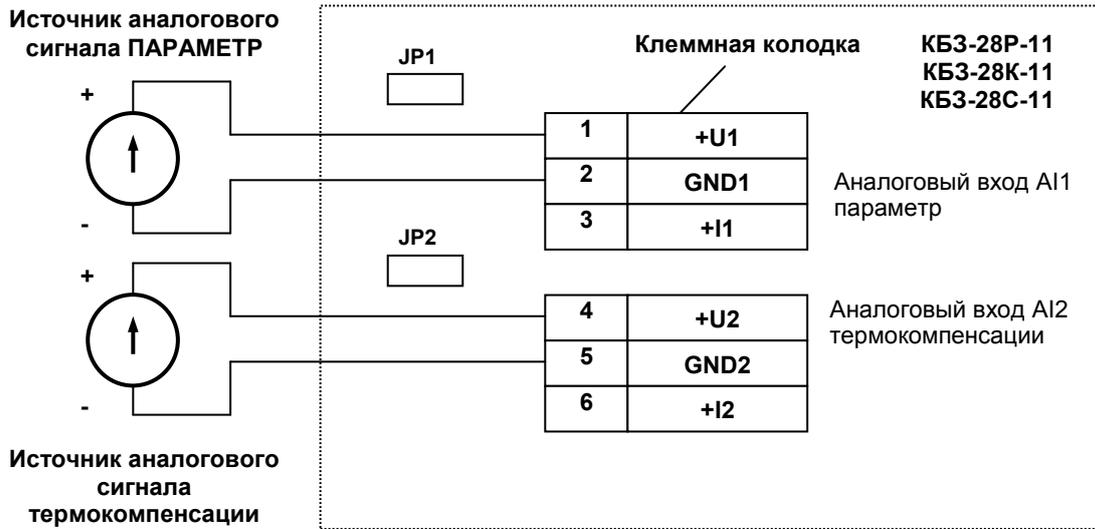
Рисунок Б.7 - Подключение датчиков температуры типа TCM, ТСП к аналоговому входу AI2 регулятора ПП-10

Положение перемычек JP1 и JP2 для настройки входов приведено в таблице:

Диапазон входного сигнала	Вход AI1 Положение перемычки JP1	Вход AI2 Положение перемычки JP2
0 – 5 мА	[1-2], [7-8]	[1-2], [7-8]
0 – 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
4 – 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
0 – 10 В	[2-4], [5-7]	[2-4], [5-7]
TCM, ТСП, Pt	-	[1-2], [5-7]

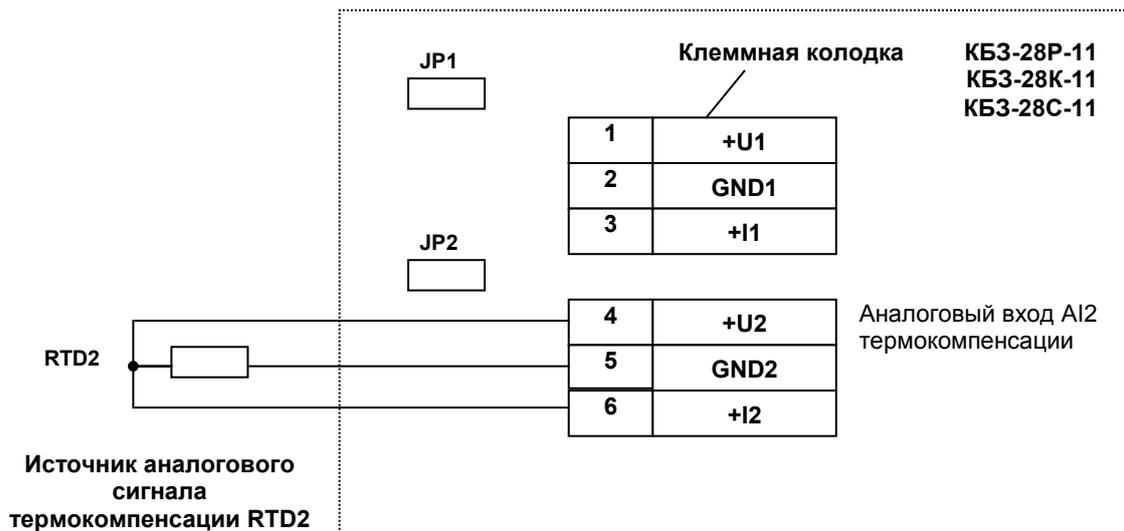
**Примечание.** Смещение входного сигнала AI1 4-20мА устанавливается программно, см. п.2.01 конфигурации.

## Б.5 Подключение датчиков к прибору с помощью КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 или КБЗ-28С-11



Где JP1 и JP2 – переключки, установленные на клеммной колодке КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11.

Рисунок Б.8 - Подключение унифицированных аналоговых входов регулятора ПП-10



Где JP1 и JP2 – переключки, установленные на клеммной колодке КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11.

Рисунок Б.9 - Подключение датчиков температуры типа ТСМ, ТСП к аналоговому входу регулятора ПП-10

Положение переключки JP1 и JP2 для настройки входов приведено в таблице:

Диапазон входного сигнала	Вход AI1 Положение переключки JP1	Вход AI2 Положение переключки JP2
0 - 5 мА	[1-2], [7-8]	[1-2], [7-8]
0 - 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
4 - 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
0 - 10 В	[2-4], [5-7]	[2-4], [5-7]
ТСМ, ТСП, Pt	-	[1-2], [5-7]

**Примечание.** Смещение входного сигнала AI1 4-20мА устанавливается программно, см. п.2.01 конфигурации.

## Б.6 Подключение измерительного преобразователя ПП-10-1

1) Назначение контактов клеммного соединителя измерительного преобразователя ПП-10-1: (расположение клеммной колодки – см. приложение А.2)

Но контакта	Назначение контакта	Подключаемые цепи
1	Основной электрод	Подключение электродной системы
2	Общий электродной системы	
3	Вспомогательный электрод	
4	+ I <sub>вых</sub>	Подключение выходного сигнала преобразователя
5	- I <sub>вых</sub>	
6	~24В	Подключение напряжения питания
7	~24В	

2) Подключение электродной системы к измерительному преобразователю ПП-10-1

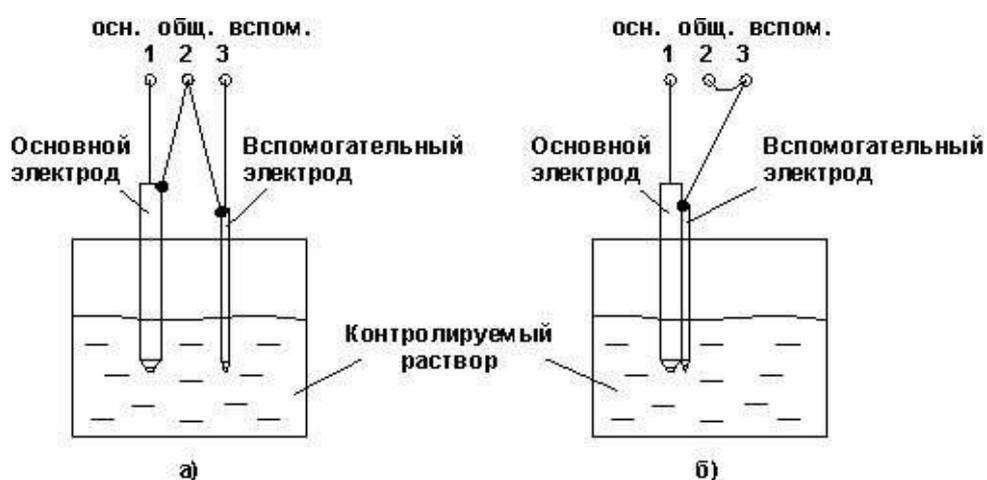
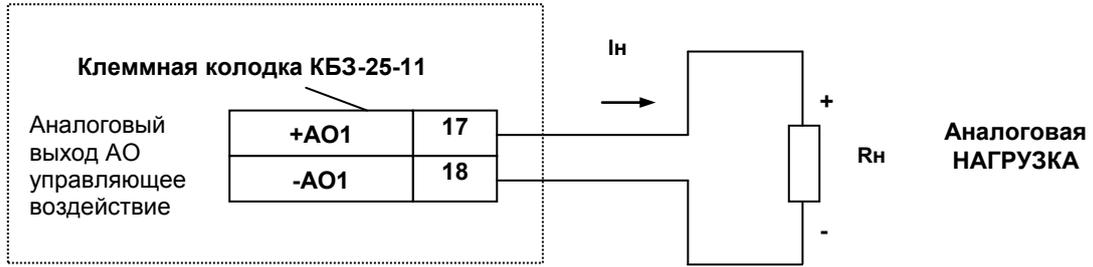


Рисунок Б.10 - Подключение электродной системы к измерительному преобразователю ПП-10-1

### Примечания.

1. На схеме а) указано дифференциальное (симметричное) подключение рН или редокс электродной системы.
2. На схеме б) указано недифференциальное (асимметричное) подключение рН или редокс комбинированной электродной системы.

## Б.7 Подключение исполнительных устройств к аналоговому выходу АО1



$I_n$  – выходной ток аналогового выхода,  $R_n$  - нагрузка

Рисунок Б.11 - Подключение аналоговых нагрузок с помощью KB3-25-11

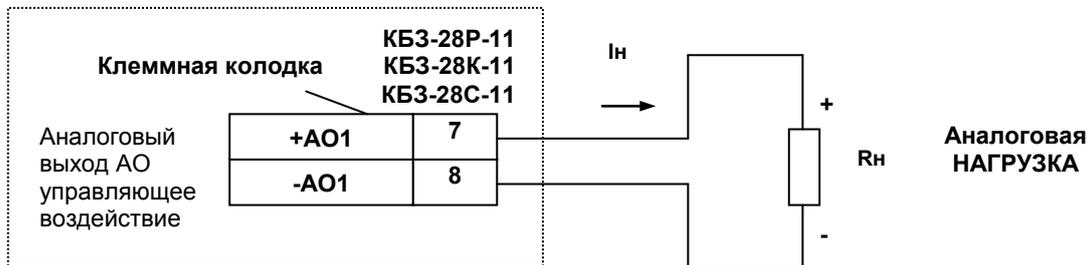
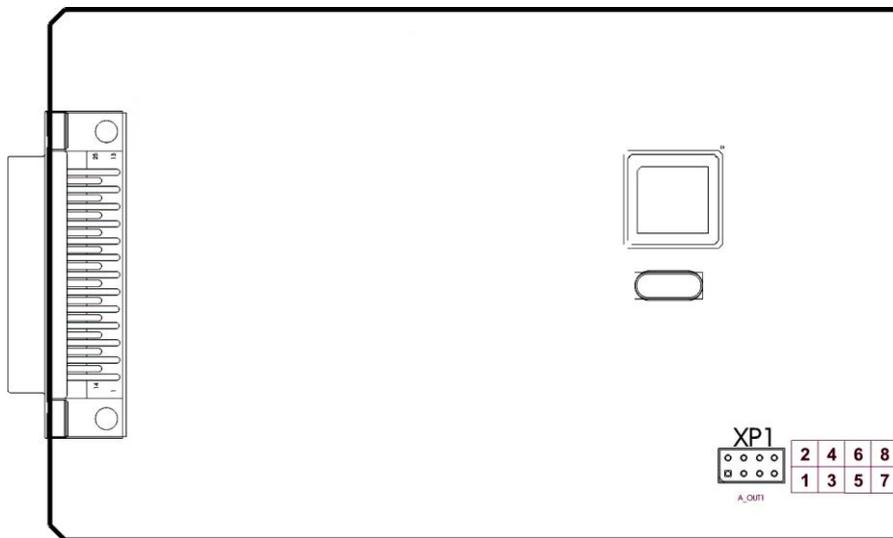


Рисунок Б.12 - Подключение аналоговых нагрузок с помощью KB3-28P-11, KB3-28K-11, KB3-28C-11



Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на плате процессора (см. рисунок выше)
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 - 20 мА	[2-4], [5-6]
4 - 20 мА	[2-4], [5-6]
0 - 10 В	[1-2], [3-4]

**Примечание.** Значение 4мА устанавливается при калибровке аналогового выхода.

Рисунок Б.13 - Положение перемычек на плате процессора для выбора диапазона аналогового выхода

## Б.8 Схема внешних подключений аналогового выхода АО2 модуля расширения МР-51-05 с помощью КБЗ-8-07

С помощью модуля расширения МР-51-05 к прибору ПП-10 подключается второй аналоговый выход АО2.

Для питания аналогового выхода требуется внешнее стабилизированное напряжение 24В постоянного тока.

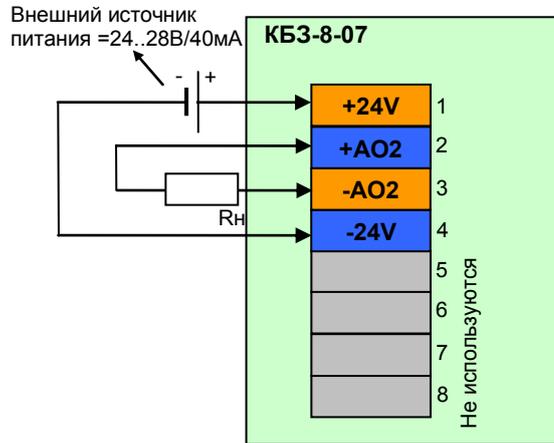


Рисунок Б.14 - Подключение сигналов модуля расширения МР-51-05 с помощью клеммно-блочного соединителя КБЗ-8-07

### Примечания.

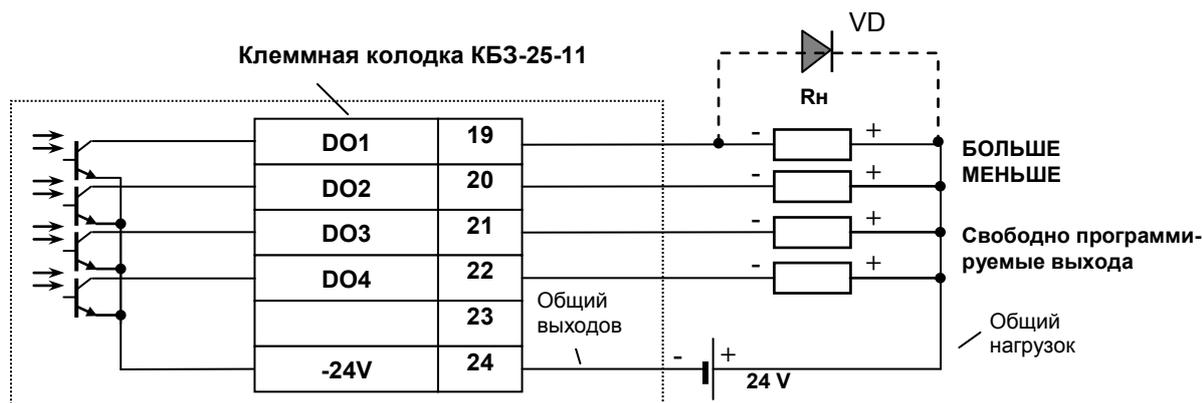
1. Положение перемычек ХРЗ на модуле расширений для настройки аналогового выхода приведено в таблице:

Диапазон выходного сигнала	Положение перемычек на модуле расширения
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 - 20 мА	[2-4], [5-6]
4 - 20 мА	[2-4], [5-6]
0 - 10 В	[1-2], [3-4]

Смещение выходного сигнала 4-20мА устанавливается программно.

2. Неиспользуемые клеммы клеммно-блочного соединителя не подключать.
3. Дополнительный аналоговый выход выполняет только функцию ретрансмиссии (пункт меню 9).

## Б.9 Подключение дискретных нагрузок к КБ3-25-11 и КБ3-28P-11



### Примечания.

1. При подключении индуктивных нагрузок (реле, пускатели, контакторы, соленоиды и т.п.) к дискретным транзисторным выходам контроллера во избежание выхода из строя выходного транзистора из-за большого тока самоиндукции параллельно нагрузке (обмотке реле) необходимо устанавливать блокирующий диод VD – см. схему подключения. Внешний диод устанавливать на каждом канале, к которому подключена индуктивная нагрузка.

Тип устанавливаемого диода КД209, КД258, 1N4004...1N4007 или аналогичный, рассчитанный на обратное напряжение 100В, прямой ток 0,5А.

Рисунок Б.15 - Подключение дискретных нагрузок с помощью КБ3-25-11

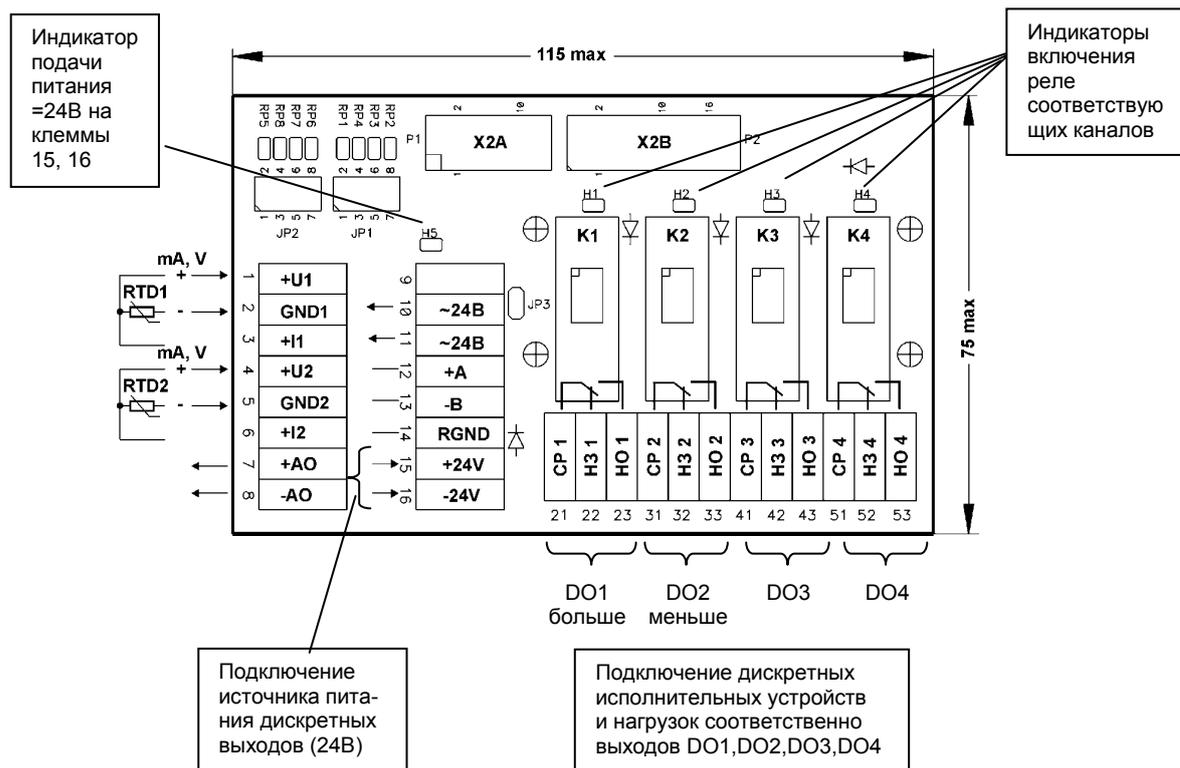


Рисунок Б.16 - Подключение дискретных нагрузок с помощью КБ3-28P-11

### Примечания по использованию дискретных выходов.

1. Сигналы DO1-DO4 являются свободно-программируемыми. Т.е. если какой-либо из сигналов DO1-DO4 не задействован в структуре выбранного типа регулятора (см. параметр 10.03), то свободный дискретный выход может в соответствии с выбранной логикой работы и уставками управляться одним из выбранных аналоговых сигналов (см. параметры 4.00, 5.00, 6.00, 7.00).

2. На диаграмме подключения КБ3-28P-11 условно показано расположение и назначение переключающих контактов реле K1, K2, K3, K4.

3. Контакты выходных реле указаны в положении выключено, т.е. при обесточенной обмотке реле.

4. Неиспользуемые клеммы клеммно-блочного соединителя КБ3-28P-11 не подключать.

## Б.10 Подключение дискретных нагрузок к КБЗ-28К-11

Дискретные выходы выполнены в виде твердотельных реле, при этом логическому "0" соответствует разомкнутое положение контактов, а логической "1" - замкнутое состояние выходных контактов реле СР и НО.

Каждый дискретный релейный выход гальванически изолирован от других дискретных выходов и других цепей регулятора.

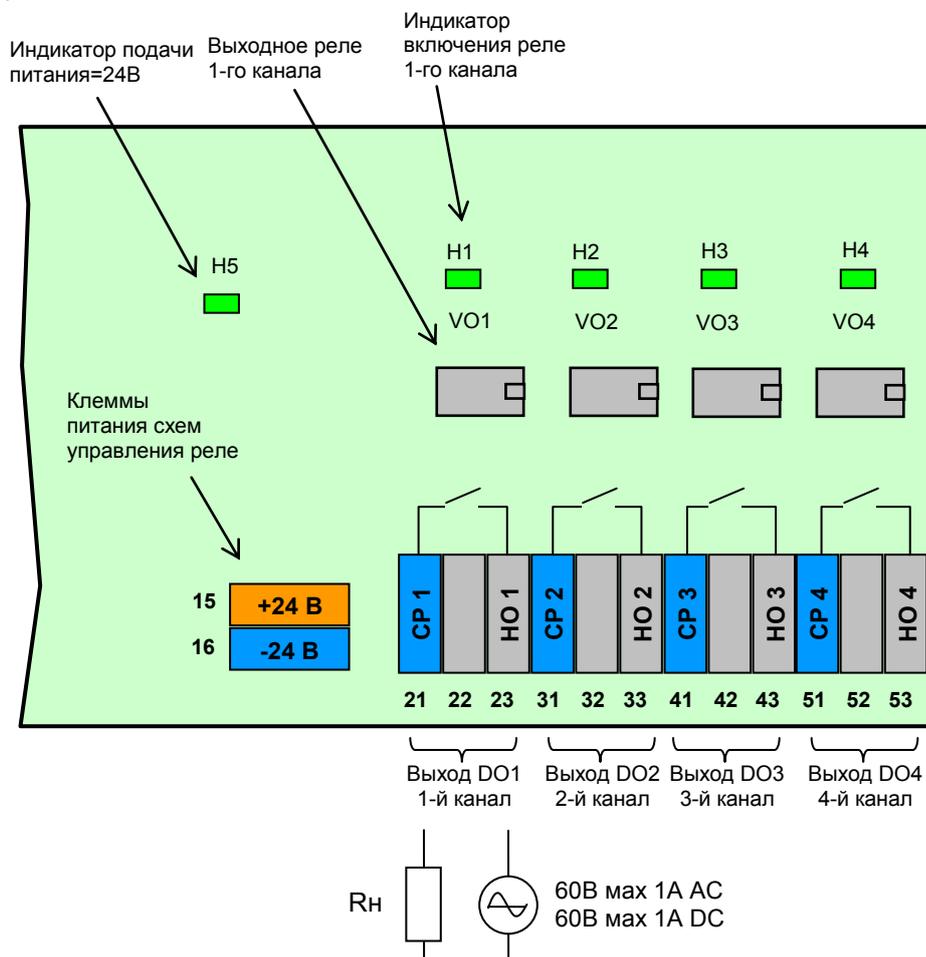


Рисунок Б.17 - Подключение дискретных нагрузок с помощью КБЗ-28К-11

### Примечания по использованию дискретных выходов.

1. На рисунке условно показано расположение и назначение замыкающих контактов выходных реле каналов DO1-DO4.
2. Контакты выходных реле указаны в положении выключено, или при обесточенной схеме управления реле.
3. Неиспользуемые клеммы клеммно-блочного соединителя КБЗ-28К-11 не подключать.
4. Максимальное потребление (схем управления) четырех включенных каналов от внешнего источника постоянного тока 24В – 80мА.
5. Напряжение внешнего источника питания - нестабилизированное, (20-28) В постоянного тока.
6. Пара дискретных выходов может выполнять роль одного импульсного выхода (Б –М).

## Б.11 Подключение дискретных нагрузок к КБЗ-28С-11

Дискретные выходы выполнены в виде оптосимисторов со встроенным детектором нулевого напряжения фазы. Логическому "0" соответствует закрытое состояние симистора, а логической "1" – открытое состояние.

Каждый выход гальванически изолирован от других дискретных выходов и других цепей контроллера.

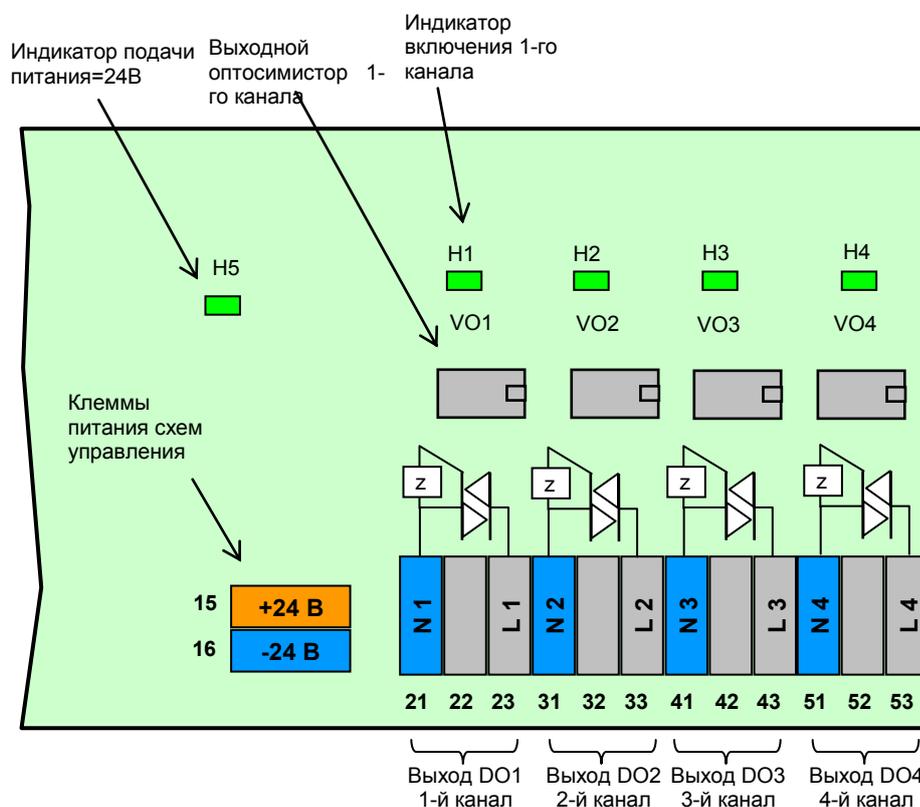


Рисунок Б.18 - Подключение дискретных нагрузок с помощью КБЗ-28С-11

### Примечания по использованию дискретных выходов.

1. На рисунке условно показано расположение и назначение выводов оптосимисторов каналов DO1-DO4.
2. Неиспользуемые клеммы клеммно-блочного соединителя КБЗ-28С-11 не подключать.
3. Максимальное потребление (схем управления) четырех включенных каналов от внешнего источника постоянного тока 24В – 80мА.
4. Напряжение внешнего источника питания - нестабилизированное, (20-28) В постоянного тока.
5. Пара дискретных выходов может выполнять роль одного импульсного выхода (Б –М).

### Рекомендации по использованию маломощных оптосимисторов.

Маломощные оптосимисторы предназначены для коммутации цепей переменного тока. Оптосимисторы обеспечивают гальваническую изоляцию управляющих цепей от силовых и непосредственно управляют мощными силовыми элементами - полупроводниковыми симисторами, которые открываются импульсом тока отрицательной полярности. Маломощные оптосимисторы могут также управлять парой встречно-параллельно включенных тиристоров.

К одному маломощному оптосимисторному выходу может подключаться только один внешний симистор или одна пара встречно-параллельно включенных тиристоров.

Импульсный выходной ток маломощного оптосимистора может достигать 1А, но только в момент включения внешнего симистора (или пары тиристоров), поэтому нельзя использовать этот выход как релейный, нагружая его постоянной нагрузкой. При подключении внешних симисторов следует учитывать ограничение по управляющему выходному току маломощного выходного оптосимистора.

Каждый выходной оптосимистор с внешним мощным симистором (или парой тиристоров) может быть подключен к любой фазе (А, В или С). Каждый выходной оптосимистор имеет свой встроенный детектор нулевого напряжения фазы позволяет включать нагрузку только при минимальном напряжении на ней.

Рекомендуемые схемы подключения внешних симисторов и нагрузок приведены на рисунке Б.19.

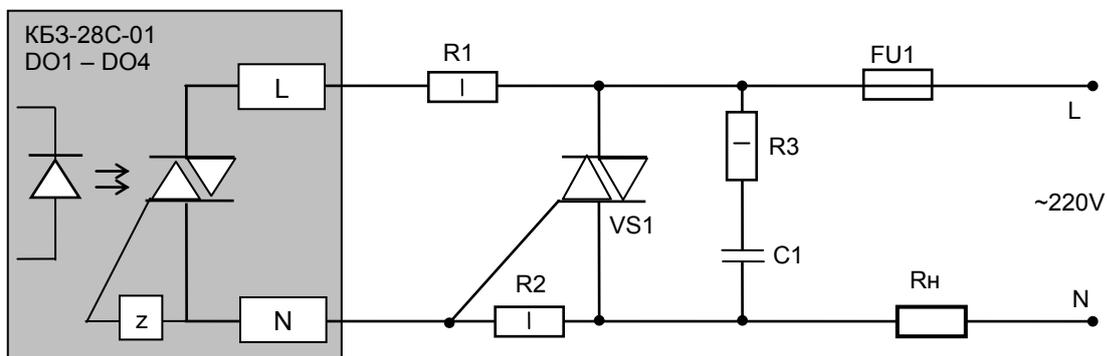


Рисунок Б.19 – Схема подключения внешнего симистора

## Б.12 Схема подключения интерфейса RS-485

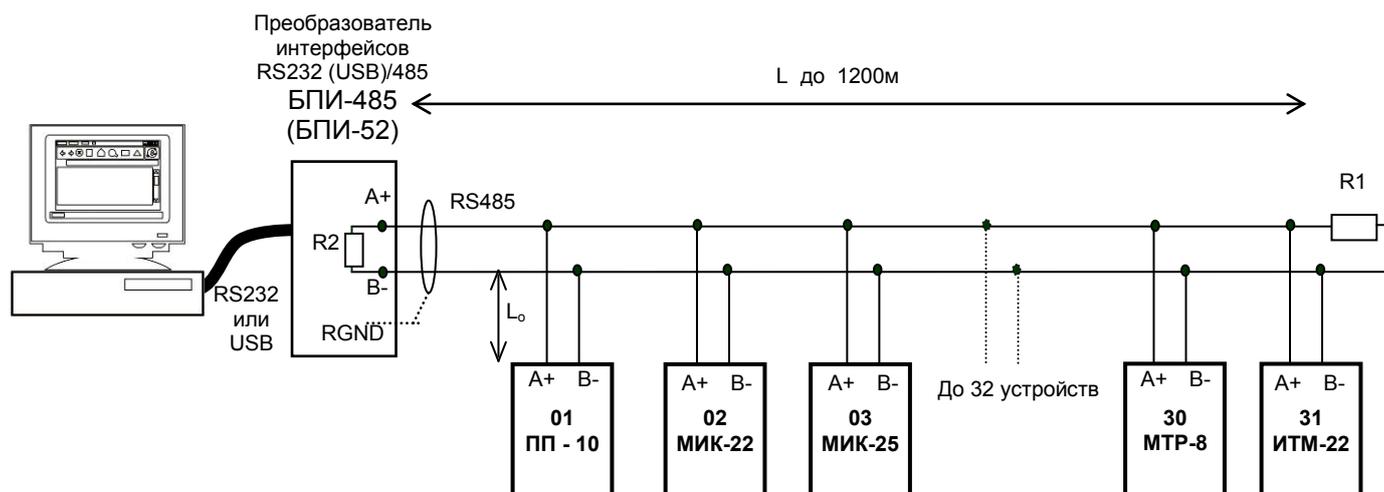


Рисунок Б.20 - Организация интерфейсной связи между компьютером и регуляторами

1. К компьютеру может быть подключено до 32 регуляторов, включая преобразователь интерфейсов БПИ-485 (БПИ-52).
2. Общая длина кабельной линии связи не должна превышать 1200м.
3. В качестве кабельной линии связи предпочтительно использовать экранированную витую пару.
4. Длина ответвлений  $L_0$  должна быть как можно меньшей.
5. К интерфейсным входам регуляторов, расположенным в крайних точках соединительной линии необходимо подключить два терминальных резистора сопротивлением 120 Ом ( $R1$  и  $R2$ ). Подключение резисторов к регуляторам №№ 01 – 30 не требуется. Подключение терминальных резисторов в блоке преобразования интерфейсов БПИ-485 (БПИ-52) смотри в ТО на БПИ-485 (БПИ-52). Подключение терминальных резисторов в ПП –10 смотри приложение Б11 (рисунок Б.20, Б.21, Б.22).

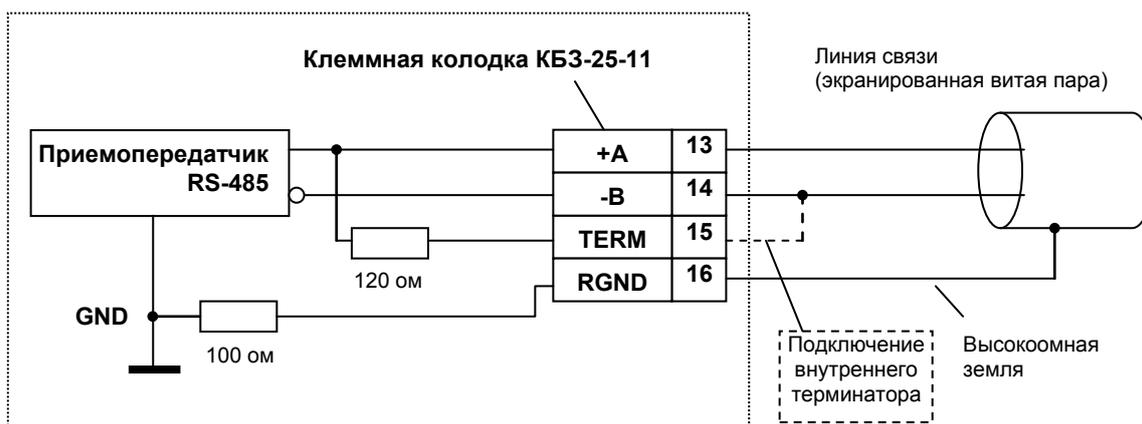


Рисунок Б.21 - Рекомендуемая схема подключения интерфейса RS-485 с помощью KB3-25-11

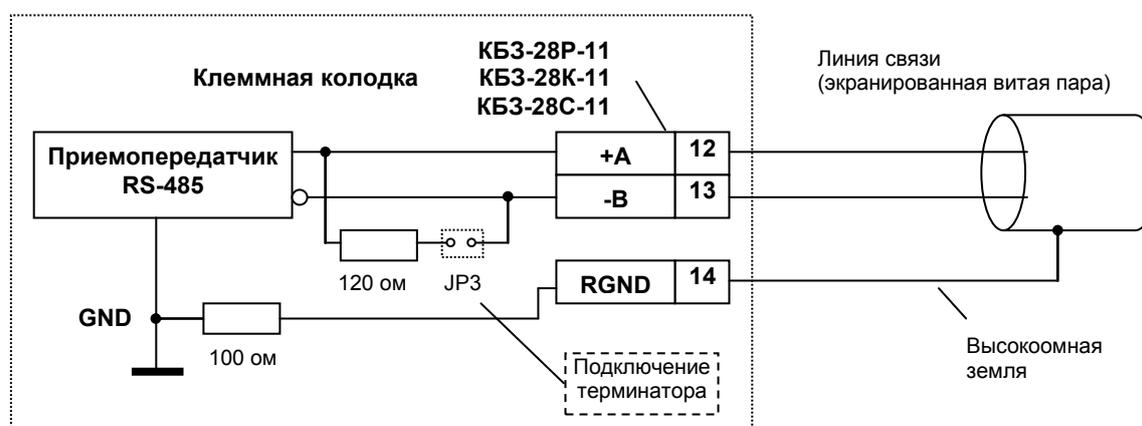


Рисунок Б.22 - Рекомендуемая схема подключения интерфейса RS-485 с помощью KB3-28P-11, KB3-28K-11 или KB3-28C-11

#### Примечания по использованию интерфейса RS-485.

1. Все ответвители приемо-передатчиков, присоединенные к одной общей передающей линии, должны согласовываться только в двух *крайних* точках. Длина ответвлений должна быть как можно меньшей.
2. Необходимость экранирования кабелей, по которым передается информация, зависит от длины кабельных связей и от уровня помех в зоне прокладки кабеля.
3. Применение экранированной витой пары в промышленных условиях является предпочтительным, поскольку это обеспечивает получение высокого соотношения сигнал/шум и защиту от синфазной помехи.
4. Перемычка JP3 предназначена для подключения терминатора (120 Ом), установленного на плате KB3-28P-11, KB3-28K-11 или KB3-28C-11. Замкнутое состояние JP3 соответствует подключенному терминатору.

## Приложение В.

### Сводная таблица параметров потенциометрического измерителя-преобразователь-регулятора ПП-10

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Значен. по умолчанию	Шаг изменения	Стр.	Примечание
<b>Уровень 1. Настройка параметров регулятора</b>							
1.00	Коэффициент усиления	ед.	000,1 – 050,0	010,0	000,1		
1.01	Время интегрирования	сек.	0000 – 6000	0260	0001		0000 – откл.
1.02	Время дифференцирования	сек.	0000 – 6000	0000	0001		0000 – откл.
1.03	Функция линейного изменения заданной точки	техн. ед. /мин	000,0 – 999,9	200,0	000,1		000,0 – откл.
1.04	Сигнализация отклонения "минимум рХ (рН), Eh (mV)"	техн. ед.	-19,99...99,99 рХ -9999...9999 mV	000,0	Младший разряд		Связанный параметр 2.00
1.05	Сигнализация отклонения "максимум рХ (рН), Eh (mV)"	техн. ед.	-19,99...99,99 рХ -9999...9999 mV	000,0	Младший разряд		Связанный параметр 2.00
1.06	Гистерезис сигнализации рХ, Eh 2-х и 3-х позиционного регулятора	техн. ед.	00,00...99,99 рХ 0000...9999 mV	000,0	Младший разряд		Связанный параметр 2.00
1.07	Пароль входа на УРОВНИ 02 – 16		0000 - 9999	0002			Установлено изготовителем

## Приложение В. (Продолжение)

Сводная таблица параметров  
потенциометрического измерителя-преобразователь-регулятора ПП-10

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Значен. по-умолчанию	Шаг изменения	Стр.	Примечание
<b>Уровень 2. Конфигурация входа "параметр рХ, Eh" (A1)</b>							
2.00	Выбор типа измеряемого параметра входа A1		0000 – рХ (рН) 0001 – Eh (mV)	0000			-19,99...99,99 рХ -1999...9999 mV
2.01	Тип входа A1 параметр рХ (рН), Eh (mV)		0000 – 0-5, 0-20 мА 0001 – 4-20 мА	0000			Тип сигнала от преобразователя ПП-10-1
2.02	Постоянная времени цифрового фильтра входа A1	сек.	000,0 – 600,0	000,0	000,1		0000 – отключен
2.03	Нижний предел размаха шкалы	техн. ед.	-9999...9999 mV	0580	Младший разряд		Связанный параметр 2.00
2.04	Верхний предел размаха шкалы	техн. ед.	-9999...9999 mV	-960	Младший разряд		Связанный параметр 2.00
2.05	Координата изопотенциальной точки Ei	mV	-9999...9999 mV	-050	Младший разряд		Параметр электродной системы
2.06	Координата изопотенциальной точки рXi	рХ	-19,99...99,99 рХ	07,00	Младший разряд		Параметр электродной системы
2.07	Валентность измеряемого иона N		- 002 – -2 - 001 – -1 0000 – не использ. 0001 – 1 0002 – 2	0001			Отрицательная - для катионов, положительная - для анионов
2.08	Смещение входа A1 параметр рХсм, Ehсм	техн. ед.	-19,99...99,99 рХ -9999...9999 mV	00,00	Младший разряд		Индикация и изменение параметра рХсм (или Ehсм)
2.09	Индикация входа A1 параметр рХ, Eh	техн. ед.	-19,99...99,99 рХ -9999...9999 mV	00,00	Младший разряд		Индикация рХ (Eh), а изменение рХсм (Ehсм)
2.10	Корректирующее значение крутизны характеристики Скор	mV/pX	-2,00...2,00	00,00	Младший разряд		Индикация St (крутизны), изменение Скор
2.11	Корректирующее значение крутизны характеристики Скор	mV/pX	-2,00...2,00	00,00	Младший разряд		Индикация рХ, изменение Скор
2.12	Корректирующее значение крутизны характеристики Скор	mV/pX	-2,00...2,00	00,00	Младший разряд		Индикация Скор, изменение Скор
2.13	Допустимая длительность импульсной помехи	ед.	0000 – 0050	0000	0001		Защита от импульсных помех

**Примечание:** смотрите п.5.9 данного РЭ.

$$pX = \frac{N^*(E-E_i)}{(54,196+0,1984*Tr) + N^*S_{КОР}} + (pX_i + pX_{CM})$$

## Приложение В. (Продолжение)

Сводная таблица параметров  
потенциометрического измерителя-преобразователь-регулятора ПП-10

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Значен. по умолчанию	Шаг изменения	Стр.	Примечание
<b>Уровень 3. Конфигурация входа "температура коррекции" (AI2)</b>							
3.00	Тип входа AI2 (температура коррекции)		0000 – 0-5,0-20мА 0001 – 4-20мА 0002 – ТСМ 50М 0003 – ТСМ 100М 0004 – ТСП 50П Pt50 0005 – ТСП 100П Pt100	0000			Диапазон измеряемых температур: -50,0°С - 200,0°С
3.01	Постоянная времени цифрового фильтра входа AI2	сек.	000,0 – 600,0	000,0	000,1		0000 – отключен
3.02	Режим коррекции по температуре		0000 – автоматич. 0001 – ручной	0000			АТК РТК
3.03	Значение температуры при режиме ручной коррекции	°С	-50,0 - 200,0	020,0	000,1		При 3.02=1
3.04	Нижний предел размаха шкалы датчика термокомпенсации	°С	-9999...9999	- 50	Младший разряд		
3.05	Верхний предел размаха шкалы датчика термокомпенсации	°С	-9999...9999	200	Младший разряд		

## Приложение В. (Продолжение)

**Сводная таблица параметров  
потенциметрического измерителя-преобразователь-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Значен. по-умолчанию	Шаг изменения	Стр.	Примечание
<b>Уровень 4. Конфигурация дискретного выхода DO1 <sup>1)</sup></b>							
4.00	Номер аналогового входа (источник аналогового сигнала) для управления дискретным выходом DO1		0000 – вход AI1 0001 – вход AI2 0002 – рассогласование регулятора (50%+E) 0003 – задание регулятора 0004 – выход аналогового регулятора	0000			Тип входа AI1 зависит от параметра 2.00 рХ, Eh
4.01	Логика работы выходного устройства DO1		0000 – 0004  0000 - не используется, выход откл. <sup>2)</sup> 0001 – больше MAX 0002 – меньше MIN 0003 - в зоне MIN-MAX 0004 - в не зоны MIN-MAX (относительно MIN- MAX соответствующего DO)	0001			См. примечание 2)
4.02	Уставка MIN DO1	техн. ед.	В диапазоне шкалы выбранного типа аналогового сигнала	020,0	000,1		
4.03	Уставка MAX DO1	техн. ед.	В диапазоне шкалы выбранного типа аналогового сигнала	080,0	000,1		
4.04	Гистерезис выходного устройства DO1	техн. ед.	0000 – 9999	0010	0001		
4.05	Безопасное положение выходного устройства DO1 в случае отказа датчика, линии связи или измерительного канала		0000 – последнее положение 0001 – откл. 0002 – вкл.	0000			
<b>Уровень 5. Конфигурация дискретного выхода DO2 <sup>1)</sup></b>							
5.00 ..... 5.05	Параметры уровня 5 аналогичны параметрам уровня 4						См. параметры уровня 4
<b>Уровень 6. Конфигурация дискретного выхода DO3 <sup>1)</sup></b>							
6.00 ..... 6.05	Параметры уровня 6 аналогичны параметрам уровня 4						См. параметры уровня 4
<b>Уровень 7. Конфигурация дискретного выхода DO4 <sup>1)</sup></b>							
7.00 ..... 7.05	Параметры уровня 7 аналогичны параметрам уровня 4						См. параметры уровня 4

**Примечания по конфигурации дискретных выходов:**

1) Сигналы DO1-DO4 являются свободно-программируемыми. Т.е. если какой-либо из сигналов DO1-DO4 не задействован в структуре выбранного типа регулятора (см. параметр 10.03), то свободный дискретный выход может в соответствии с выбранной логикой работы и уставками управляться одним из выбранных аналоговых сигналов (см. параметры 4.00, 5.00, 6.00, 7.00).

2) Состояние соответствующего дискретного выхода при 4.01=0000:

2.1. Выход *отключен*, если 4.05=0000 или 0001.

2.2. Выход *включен* при недостоверных данных канала при отказах датчика, линии связи или измерительного преобразователя (см. параметр 4.00), если 4.05=0002.

## Приложение В. (Продолжение)

**Сводная таблица параметров  
потенциометрического измерителя-преобразователь-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Значен. по-умолчанию	Шаг изменения	Стр.	Примечание
<b>Уровень 8. Резерв</b>							
	Параметры данного уровня зарезервированы для будущих использований						
<b>Уровень 9. Конфигурация аналогового выхода АО1(2)*</b>							
9.00	Функция ретрансмиссии.  Источник аналогового сигнала для управления аналоговым выходом АО2		0000 – Ех, вход AI1 0001 – рН, вход AI1 0002 – Т°С, вход AI2 0002 – рассогласование регулятора (50%+Е) 0004 – текущее задание регулятора  0005 – положение механизма импульсного регулятора				Только для функции ретрансмиссии (во всех структурах регуляторов кроме 10.03=1)  Внутренняя переменная слежения за выходом без обратной связи
9.01	Начальное значение входного сигнала равное 0% выходного сигнала	техн. ед.	-9999 ... 9999 -19,99...99,99 рХ -9999...9999 mV -50,0 - 200,0 °С	0000 00,00 0000 000,0	Младший разряд		В единицах измеряемой величины
9.02	Конечное значение входного сигнала равное 100% выходного сигнала	техн. ед.	-9999 ... 9999 -19,99...99,99 рХ -9999...9999 mV -50,0 - 200,0 °С	0000 00,00 0000 000,0	Младший разряд		В единицах измеряемой величины
9.03	Направление выходного сигнала АО		0000 – прямой 0001 – инверсный	0000			АО = у АО = 100% - у

**\*Примечание.** Если первый аналоговый выход АО1 не задействован в структуре ПИД-аналогового регулятора, то настройки уровня 9 будут актуальны для первого аналогового выхода АО1, второй аналоговый выход АО2 в этом случае использоваться не будет. Если же АО1 используется регулятором, то настройки уровня 9 будут актуальны для второго аналогового выхода АО2.

## Приложение В. (Продолжение)

**Сводная таблица параметров  
потенциметрического измерителя-преобразователь-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Значен. по умолчанию	Шаг изменения	Стр.	Примечание
<b>Уровень 10. Конфигурация структуры регулятора</b>							
10.00	Время механизма Тм Период следования импульсов Тр	сек.	000,0 – 999,9	060,0	000,1		10.03=2;3 10.03=6
10.01	Минимальная длительность импульса Тмин Максимальная длительность импульса Тmax	сек.	000,0 – 999,9	002,0	000,1		10.03=2;3 10.03=6
10.02	Зона нечувствительности 3-х позиционного регулятора (мертвая зона)	техн. ед.	000,0 – 999,9	000,0	000,1		Данный параметр представляет половинное значение зоны
10.03	Тип регулятора		<b>0000</b> – индикатор <b>0001</b> – аналоговый с внутренней обратной связью <b>0002</b> или <b>0003</b> – импульсный регулятор <b>0004</b> – 3-х позицион. <b>0005</b> – 2-х позицион. <b>0006</b> – импульсный П-регулятор	0001			См. раздел 5.6
10.04	Направление действия регулятора		0000 – обратное 0001 – прямое	0000			E = SP – PV E = PV – SP
10.05	Статическая балансировка		0000 – отключена 0001 – включена	0000			Режим РУЧ-АВТ
10.06	Скорость динамической балансировки в сторону увеличения	техн. ед. /мин	000,0 – 999,9	200,0	000,1		При PV<SP 000,0 – откл. Режим РУЧ-АВТ
10.07	Скорость динамической балансировки в сторону уменьшения	техн. ед. /мин	000,0 – 999,9	200,0	000,1		При PV>SP 000,0 – откл. Режим РУЧ-АВТ
10.08	Ограничение МИН аналогового выхода (или аналоговой ячейки импульсного регулятора)	%	0,0 – 099,9	000,1			
10.09	Ограничение МАКС аналогового выхода (или аналоговой ячейки импульсного регулятора)	%	0,0 – 099,9	000,1			
10.10	Безопасное положение выхода регулятора в случае отказа датчика, линии связи или измерительного канала		0000 – последнее положение 0001 – 0% (откл.) 0002 – 100% (вкл.) 0003 – безопасное положение устанавливаемое пользователем	0000			
10.11	Значение безопасного положения устанавливаемого пользователем	%	0,0 – 099,9	000,0	000,1		При 10.03=3
10.12	Структура ПИД регулятора		0000, 0001	0000	0001		0 – paralel 1 – mixed

### Примечания.

\*1) Задержка срабатывания ключей БОЛЬШЕ, МЕНЬШЕ (время паузы, после которого возможно изменение направления движения исполнительного механизма при соответствующем рассогласовании для 3-х позиционного регулятора составляет 3 секунды.

\*2) 3-х позиционный регулятор работает только в прямом типе управления регулятора. На рисунке В.2 показана работа выходов регулятора – DO1(больше) и DO2 (меньше). Толстой линией показана работа выходов регулятора без использования гистерезиса ( $1.06=0000$ ). Если введен гистерезис, то регулятор будет работать полностью по рисунку В.2. Как видно из рисунка, когда параметр растет и становится чуть больше заданной точки, то возникает ситуация когда включены два выхода. Это не допустимо когда регулятор управляет реверсивным двигателем. Для избежания подобной ситуации необходимо использовать параметр 10.02 – зона нечувствительности 3-х позиционного регулятора (мертвая зона). Тогда выходы регулятора будут работать по логике показанной на рисунке В.1.

\*3) Балансировка выполняется при переключении из ручного режима в автоматический для обеспечения режима безударности.

\*4) Ограничение управляющих воздействий. Границы данного параметра находятся в пределах около  $-10\%$  и  $+110\%$ . Все же следует обратить внимание на то, что регулятор не может выдавать отрицательные токи. Если управляющее воздействие в ограниченном рабочем режиме достигает одной из величин ( $-10\%$ ,  $+110\%$ ), то дальнейшая интеграция будет прервана с тем, чтобы избежать интегрального насыщения. Тем самым гарантируется, что после инверсии полярности рассогласования регулирования тот час может последовать изменение управляющего воздействия.

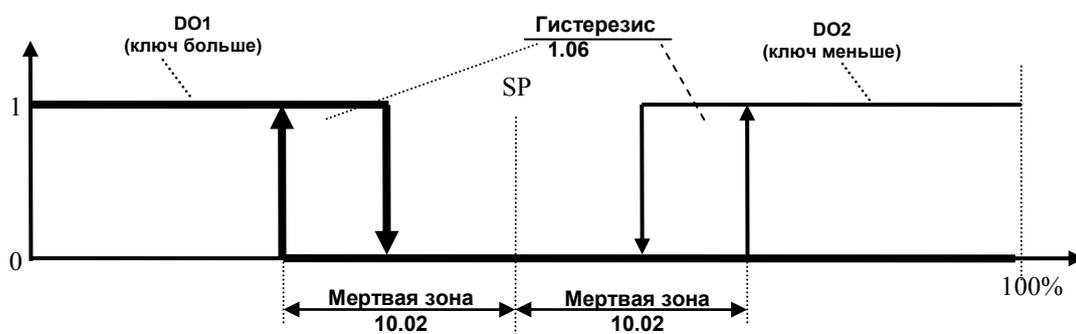


Рисунок В.1 - График работы дискретных выходов 3-х позиционного регулятора с использованием зоны нечувствительности (10.02)

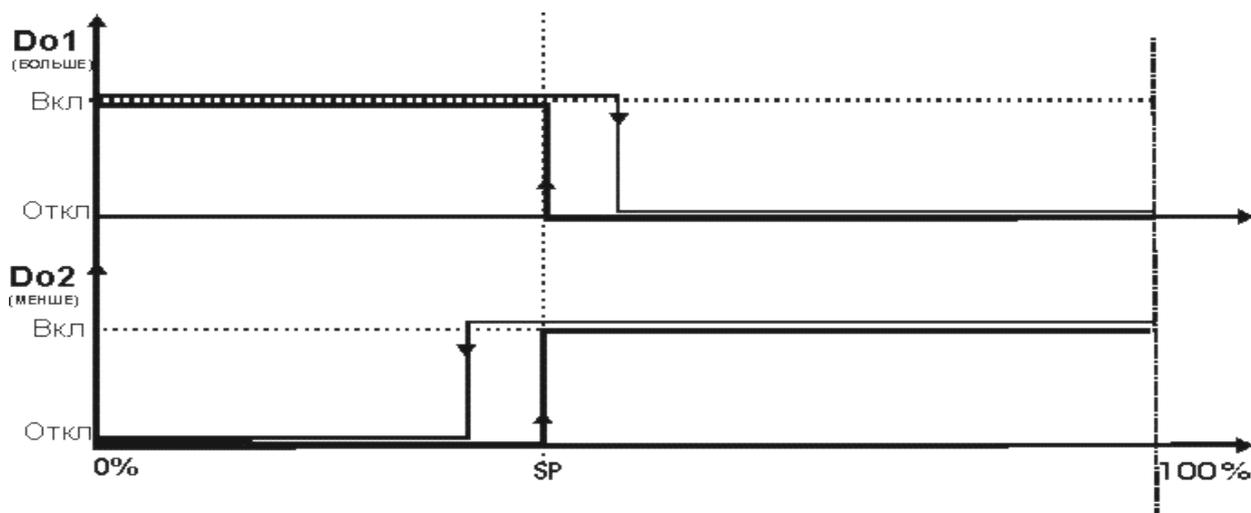


Рисунок В.2 - График работы 3-х позиционного регулятора с использованием гистерезиса но без зоны нечувствительности

## Приложение В. (Окончание)

**Сводная таблица параметров  
потенциометрического измерителя-преобразователь-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Значен. по-умолчанию	Шаг изменения	Стр.	Примечание
<b>Уровень 11. Параметры сетевого обмена</b>							
11.00	Сетевой адрес (номер прибора в сети)		0000 – 0255	0000	0001		0000 – отключен от сети
11.01	Скорость обмена	бит/с	0000 – 2400 0001 – 4800 0002 – 9600 0003 – 14400 0004 – 19200 0005 – 28800 0006 – 38400 0007 – 57600 0008 – 76800 0009 – 115200 0010 – 230400 0011 – 460800 0012 – 921600	0000	0001		
11.02	Тайм-аут кадра запроса в системных тактах 1такт = 250 мкс		0004 – 0200	0016	0001		См. раздел 7
11.03	Код и модель изделия. Версия программного обеспечения			60.XX			Служебная информация Код 60 Версия XX
<b>Уровень 12. Калибровка входа "параметр рХ, Еh" (А11)</b>							
12.00	Калибровка нуля аналогового входа А11 (параметр рХ, Еh)	техн. ед.	-9999...9999 mV	00,00	Младший разряд		Связанные параметры 2.03, 2.04
12.01	Калибровка максимума аналогового входа А11 (параметр рХ, Еh)	техн. ед.	-9999...9999 mV	00,00	Младший разряд		Связанные параметры 2.03, 2.04
<b>Уровень 13. Калибровка входа "температура коррекции" (А12)</b>							
13.00	Калибровка нуля аналогового входа А12 (температура коррекции)	°С	-50,0 - 200,0				
13.01	Калибровка максимума аналогового входа А12 (температура коррекции)	°С	-50,0 - 200,0				
<b>Уровень 14. Калибровка первого аналогового выхода (А01)</b>							
14.00	Калибровка аналогового выхода А01						
14.01	Калибровка нуля аналогового выхода А01		0000 – 0200	0001			
14.02	Калибровка максимума аналогового выхода А01		0.500 – 1.500	0.001			
<b>Уровень 15. Калибровка второго аналогового выхода (А02)</b>							
15.00	Калибровка аналогового выхода А02						
15.01	Калибровка нуля аналогового выхода А02		0000 – 0200	0001			
15.02	Калибровка максимума аналогового выхода А02		0.500 – 1.500	0.001			
<b>Уровень 16. Разрешение программирования. Запись</b>							
16.00	Разрешение входа на УРОВНИ 2 – 16		0000 – запрещено 0001 – разрешено				
16.01	Запись параметров в энергонезависимую память		0000 – запрещено 0001 – разрешено				
16.02	Выбор модели		0,1,2,3 – 1 аналоговый выход 4,5,6 – 2 аналоговые выходы				

**Примечание.** Уровни конфигурации и настроек см. раздел 6.5 главы 6.

## Приложение Г.

### Основные термины и определения pH-измерений

**Валентность (Basicity)** - это способность атома определенного элемента присоединять определенное число атомов других элементов.

**Водород (Hydrogen)** - бесцветный газ  $H_2$ , без запаха и вкуса, плохо растворяется в воде. Распространен в виде соединений - входит в состав воды, растений, животных, нефти, каменного угля, природных газов и минералов. Водород - самый легкий газ, он в 14,5 раза легче воздуха.

**Водородный показатель pH (Value pH)** - это отрицательный десятичный логарифм концентрации водород-ионов.  $pH = -\lg[H^+]$ . Например, при  $[H^+] = 10^{-1}$ ,  $pH = 1$ ; при  $[H^+] = 10^{-5}$ ,  $pH = 5$  и т.д. Зная концентрацию водород-ионов, можно определить pH раствора и наоборот. Растворы, в которых концентрация водород-ионов превышает концентрацию гидроксид-ионов  $[H^+][OH^-]$ , называются кислыми. Растворы, в которых концентрация водород-ионов меньше, чем гидроксид-ионов  $[H^+][OH^-]$ , называются щелочными.

В нейтральных растворах  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$  моль/л,  $pH = 7$ .

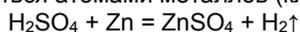
В щелочных растворах  $[H^+] > 10^{-7}$  моль/л,  $pH < 7$ .

В кислотных растворах  $[H^+] < 10^{-7}$  моль/л,  $pH > 7$ .

Общие свойства *растворов кислот* обусловлены катионами водорода  $[H^+]$ . Концентрация катионов водорода - количественная мера кислотности среды.

Общие свойства *основ*, в частности *растворов щелочей*, обусловлены гидроксид-ионами  $[OH^-]$ . Концентрация гидроксид-ионов - количественная мера щелочности среды.

**Кислотами (Acid)** называют соединения, в состав которых входят атомы *водорода*, способные замещаться атомами металлов (классическое определение). В результате этого образуются соли.



кислота            соль

**Основность кислоты (Basicity of an acid)**. Число атомов водорода кислоты, способных замещаться атомами металла с образованием соли, определяет основность кислоты. Так,  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HNO_3$  - одноосновные,  $H_2S$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2CO_3$  - двухосновные,  $H_3PO_4$ ,  $H_2AsO_4$  - трехосновные.

**Щелочами (Alkali)** - являются гидроксиды щелочных металлов (элементы главной подгруппы 1-й группы) и щелочно-земельные (элементы главной подгруппы 2-й группы, кроме бериллия и магния). **Щелочи** - это ионные соединения. В узлах кристаллических решеток твердых щелочей находятся ионы металлов и гидроксид-ионы.

**Моль (Mol)** - это количество вещества, которое содержит столько частиц - структурных элементов вещества (молекул, атомов, ионов), сколько атомов есть в изотопе углерода  $^{12}C$  массой 0,012 кг. Моль - одна из семи основных единиц СИ.

**Молярная масса (Molar weight)** - это физическая величина, которая определяется отношением массы вещества к количеству вещества, которое ей соответствует.

**Молярный объем (Molar volume)** - это физическая величина, которая определяется отношением объема вещества к количеству вещества, которое ей соответствует.

**Раствор (Solution)** - это гомогенная система, которая состоит из двух или более компонентов: растворителя, растворяемых веществ и продуктов их взаимодействия.

Растворы бывают жидкими (*liquid*), твердыми (*solid*) и газообразными (*gaseous*). Примерами жидких растворов являются растворы солей, сахара и спирта в воде, йода в спирте и др., твердых - сплавы (растворы одного или нескольких металлов в другом). Газообразными растворами являются воздух и другие смеси газов.

Современная теория растворов рассматривает *растворение* как совокупность таких процессов:

- 1) взаимодействие растворителя с частицами растворенного соединения - *сольватация*;
- 2) разрушение структуры или кристаллических решеток растворенного вещества - *ионизация*;
- 3) распределение сольватированных частиц в объеме растворителя - *диффузия*.

Раствор, в котором вещество больше не растворяется для данной температуры, называется *насыщенным* раствором (*saturated solution*).

Раствор, в котором вещество еще может растворяться для данной температуры, называется *ненасыщенным* раствором (*non-saturated solution*).

**Электролиты (Electrolyte)** - это вещества, которые во время растворения в воде (или другом полярном растворителе) или расплавлении распадаются на ионы, и потому их растворы или расплавы проводят электрический ток.

**Неэлектролиты (Nonelectrolyte)** - вещества, которые во время растворения или расплавлении не распадаются на ионы и потому их растворы (расплавы) не проводят электрический ток.

## Приложение Д.

### рН величины общие промышленных и бытовых применений



## Приложение Е.

### Использование стандартных буферных растворов

Таблица значений рН стандартных буферных растворов

Тр, °С	0,05т* раствор тетраоксалата калия	Насыщенный при +25°С раствор калия виннокислого	0,05т* раствор калия фталиевокислого	0,025т* раствор калия фосфорнокислого однозамещенного и 0,025т* раствор натрия фосфорнокислого двузамещенного	0,01т* раствор натрия тетраборнокислого
0	1,67	-	4,00	6,98	9,46
5	1,67	-	4,00	6,95	9,40
10	1,67	-	4,00	6,92	9,33
15	1,67	-	4,00	6,90	9,28
20	1,68	-	4,00	6,88	9,22
<b>25</b>	<b>1,68</b>	<b>3,56</b>	<b>4,01</b>	<b>6,86</b>	<b>9,18</b>
30	1,68	3,55	4,02	6,85	9,14
35	1,69	3,55	4,02	6,84	9,10
40	1,69	3,55	4,04	6,84	9,07
45	1,70	3,55	4,05	6,83	9,04
50	1,71	3,55	4,06	6,83	9,01
55	1,72	3,56	4,08	6,83	8,98
60	1,72	3,56	4,09	6,84	8,96
65	1,73	3,57	4,11	6,84	8,94
70	1,75	3,58	4,13	6,84	8,92
75	1,75	3,59	4,14	6,85	8,90
80	1,78	3,61	4,16	6,86	8,88
85	1,78	3,63	4,18	6,87	8,87
90	1,79	3,65	4,20	6,88	8,85
95	1,81	3,67	4,23	6,89	8,83
100	-	3,68	-	6,91	8,81
150	-	3,90	-	7,14	8,08

Примечание. т\* (молярная весовая концентрация) -

- число молей растворенного вещества, приходящееся на 1000г растворителя.

## Приложение Е. (Окончание)

рН-метрия

### Стандарт-титры для приготовления буферных растворов 2-го разряда

Производитель - Черкасский государственный завод химических реактивов

Тип 1	Калий тетраоксалат	0,05m	$\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	pH=1,68 при 25°C
Тип 2	Калий виннокислый кислый	насыщ. при 25°C	$\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$	pH=3,56 при 25°C
Тип 3	Калий фталиевокислый кислый	0,05m	$\text{K}_2\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4$	pH=4,01 при 25°C
Тип 4	Калий фосфорнокислый однозамещ.	0,025m	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	pH=6,86 при 25°C
	Натрий фосфорнокислый двузамещ.	0,025m	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	pH=6,86 при 25°C
Тип 5	Натрий тетраборнокислый	0,01m	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	pH=9,18 при 25°C
Тип 6	Гидрат окиси кальция	насыщ. при 25°C	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	pH=12,45 при 25°C

#### Инструкция к использованию стандарт-титрами для рН-метрии

##### 1. Способ приготовления образцовых буферных растворов из стандарт-титров

Для приготовления образцовых буферных растворов по ГОСТ 8.134-74 и ГОСТ 8.135-74 необходимо содержимое ампулы количественно перенести в литровую мерную колбу и растворить в дистиллированной воде. При приготовлении буферных растворов фосфатов, буры и гидрата окиси кальция должна использоваться дистиллированная вода, не содержащая углекислоты. Приготовленные растворы этих веществ должны быть защищены от доступа углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) воздуха. Остальные буферные растворы (тетраоксалат калия, калий виннокислый кислый и калий фталиевокислый кислый) могут готовиться на обычной дистиллированной воде и не защищаться от углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) воздуха. Образцовые буферные растворы калия виннокислого кислого и гидрата окиси кальция должны быть насыщенными при 25°C. Избыток реактива удаляется фильтрацией или деканацией. Для определения pH годен только свежеприготовленный раствор гидрата окиси кальция.

##### 2. Методы перенесения стандарт-титров в колбу.

Перед перенесением стандарт-титров необходимо снять этикетку с ампулы и промыть наружную поверхность ее дистиллированной водой. В мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> вставляют лабораторную воронку. В торце ампулы пробивают отверстие спомощью стеклянного бойка и деревянного молотка. Ампулу переворачивают над воронкой и в углублении ампулы пробивают отверстие тем же способом. Содержимое ампулы количественно переносят в мерную колбу дистиллированной водой. После растворения содержимого ампулы объем раствора доводят до метки и тщательно перемешивают. Буферные растворы хранятся в герметичной полиэтиленовой или стеклянной посуде. В раствор калия виннокислого кислого для предохранения от биологического воздействия добавляют тимол из расчета 0,9 г на литр. Фосфатный буфер хранят не более 2-х месяцев, а остальные – не более 2-х месяцев со дня приготовления.

## Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)			Всего листов в документе	№ документа	Входящий № сопровождающего документа и дата	Подп.	Дата
	Измененных	Замененных	Новых					
1.08				69	ver. 60.05	· Разработка новых КБЗ-28С-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28Р-11 и КБЗ-25-11; · увеличена скорость обмена по интерфейсу; · добавлена структура регулятора: parallel mixed;	КСЯ	20.12.2004
1.09				74	ver. 60.05	· добавлены новые регистры · Добавлено расчет ЭДС электродной системы с нормируемыми координатами изопотенциальной точки и описание коэффициентов коррекции электродной характеристики	КСЯ	14.01.2005
1.10				75	ver. 60.10	Добавлено возможность заказа модуля расширения МР-51-05 и соответствующего КБЗ-8-07.	ОВБ	18.09.2006
1.11						Исправлено ошибки в коде заказа	ОВБ	17.10.2006
1.12				75	ver. 60.10	Изменен диапазон рабочих температур. Устранены ошибки	Ролик	23.07.2007
1.13				75	ver. 60.10	Внесены изменения в раздел 2 (стр.7) абзац 1 и 4	Ролик	21.08.2007
1.14				75	ver. 60.10	Устранены ошибки и некорректности	КСЯ	14.02.2008
1.15				77	ver. 60.11	Добавлен импульсный П-регулятор	ОВБ	30.10.2008
1.16				77	ver. 60.11	Исправлен код заказа	Лукащук Р.О	28.09.2010
1.17				78	ver. 60.11	Исправлен 15 уровень настроек «калибровка второго аналогового выхода»	Лукащук Р.О	28.11.2011