



# **pH – метры промышленные pH-4110, pH-4131**

Руководство по эксплуатации

АВДП.414332.003.01 РЭ

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Назначение.....	3
3. Технические данные.....	4
4. Состав изделия.....	6
5. Устройство и принцип работы.....	7
6. Указания мер безопасности.....	9
7. Подготовка к работе.....	10
8. Порядок работы.....	18
9. Возможные неисправности и способы их устранения.....	21
10. Техническое обслуживание.....	21
11. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.....	26
12. Гарантии изготовителя.....	27
13. Сведения о рекламациях.....	27

## ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Методика поверки (калибровки).....	29
2. Схема внешних соединений при проведении поверки (калибровки) рН-метра по буферным растворам.....	43
3. Схема внешних соединений при проведении поверки (калибровки) измерительного преобразователя рН.....	44
4. Метрологическая настройка.....	45
5. Блок-схемы алгоритмов работы прибора.....	48
6. Схема внешних соединений.....	50
7. Габаритные и монтажные размеры.....	51
8. Таблица значений рН буферных растворов 2-го разряда.....	54
9. Таблица НСХ платиновых термопреобразователей сопротивления.....	55

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для изучения устройства и обеспечения правильной эксплуатации рН-метров типа рН-4110 и рН-4131 (далее – прибор), предназначенных для измерений активности ионов водорода (рН) и температуры (Т) водных сред.

Описываются назначение, принцип действия, устройство, приводятся технические данные, даются сведения о порядке работы с прибором и проверке его технического состояния.

Области применения: теплоэнергетика, химическая, нефтехимическая и другие отрасли промышленности.

Приборы относятся к Государственной системе промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП) по ГОСТ 27987-88.

Приборы выпускаются по техническим условиям ТУ 4215-085-10474265-06.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

Принцип действия приборов основан на прямом потенциометрическом методе определения активности ионов водорода в анализируемой жидкости по измерениям электродвижущей силы (ЭДС) электродной системы, образованной измерительным электродом и электродом сравнения, погруженной в исследуемую жидкость.

Прибор обеспечивает измерение температуры контролируемого раствора путём преобразования сопротивления термопреобразователя сопротивления в температуру в соответствии с нормированной статической характеристикой (НСХ).

Прибор обеспечивает цифровую индикацию значений измеряемых параметров (рН и температуры), преобразование их в пропорциональные значения аналоговых выходных сигналов постоянного тока, обмен данными по цифровому интерфейсу RS-485, сигнализацию о выходе измеряемых параметров за пределы заданных значений, а также архивирование и графическое отображение результатов измерений.

Прибор представляет собой одноканальное средство измерения, состоящее из электродной системы (ЭС) и измерительного преобразователя (ИП).

ИП рН-4110 состоит из первичного измерительного преобразователя (ПИП) и блока обработки и индикации (БОИ). Корпус ПИП крепится (в случае комплектной поставки) к арматуре АПН, АПТ или АМН, в которую устанавливается ЭС.

ИП рН-4131 имеет моноблочное исполнение, в котором ПИП и БОИ совмещены конструктивно.

По устойчивости к климатическим воздействиям ПИП имеет исполнение УХЛ-4, а БОИ – УХЛ 4.2\*, но при температуре от 5 до 50 °С по ГОСТ 15150.

Условия эксплуатации:

- |  |             |
|--|-------------|
| - температура окружающего воздуха, °С            | 5...50      |
| - относительная влажность окружающего воздуха, % | до 95       |
| - атмосферное давление, кПа                      | 84... 106,7 |

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

#### 3.1. Основные параметры и размеры

Таблица 1

№ п/п	Параметры	Значения
1	Пределы измерения	0; 14 рН
2	Пределы измерения температуры анализируемой среды	0; 95 °С
3	Тип НСХ термопреобразователя сопротивления (датчика температуры)	100П, 1000П, Pt100 или Pt1000
4	Тип индикатора – графический, жидкокристаллический	
5	Электродная система: - хлорсеребряный электрод сравнения совместно со стеклянным измерительным электродом, соединительный кабель которого экранирован и заключён в изоляционную оболочку; - комбинированный электрод типа: ЭСК-1; 201020; SZ-1XX; ID 4XX0	
6	Длина линии связи: - от ПИП прибора рН-4110 до ЭС не более - от ИП рН-4131 до ЭС не более - от ПИП до БОИ прибора рН-4110 не более	4 м 4 м 1000 м
7	Выходные сигналы: - аналоговые постоянного тока, пропорциональные диапазонам измерения рН и температуры, гальванически изолированные от входных сигналов; - цифровой интерфейс - дискретные, программируемые, срабатывание по уставкам рН или температуры, напряжение коммутации до ~240В, ток коммутации до 3А	(0...5), (0...20) мА или (4...20) мА  RS-485 «сухой» контакт (два реле)
8	Максимальное сопротивление для аналоговых выходных сигналов: - (0...5) мА - (0...20) мА и (4...20) мА	2 кОм 0,5 кОм
9	Область задания уставок по рН и температуре возможна во всём диапазоне измерения	
10	Режимы термокомпенсации в диапазоне температур (0...95) °С: - автоматический (АТК) и ручной (РТК) с учётом температурной зависимости ЭДС электродной системы - автоматический и ручной с учётом температурной зависимости рН особо чистой воды по МУ 34-70-114-85	
11	Ёмкость архива (количество записей пар значений рН и температуры)	15872 точек
12	Интервал (программируемый) записи в архив	от 1 с до 5 мин

№ п/п	Параметры	Значения
13	Время прогрева прибора не более	15 минут
14	Электропитание от сети переменного тока 50 Гц	~220 В ± 10 %
15	Потребляемая мощность не более	7 ВА
16	Габаритные размеры	см. прил. 7
17	Материал корпуса: - ПИП рН-4110 – алюминиевый сплав (покрытие порошковое) или сталь 12Х18Н10Т - БОИ рН-4110 – полистирол - ИП рН-4131 – полистирол	
18	Вес не более - ПИП рН-4110 - БОИ рН-4110 - ИП рН-4131	2 кг 1,6 кг 1,6 кг
19	Исполнение по защищённости от воздействия пыли и воды по ГОСТ 14254	IP65

### 3.2. Технические характеристики

Таблица 2

№ п/п	Параметры	Значения
1	Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности при измерении рН: - в комплекте с электродами 102010, ID 4XX0 - в комплекте с электродами ЭСК-1, ЭС-71, SZ-1XX	± 0,05 рН ± 0,1 рН
2	Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности при измерении температуры	± 0,5 °С
3	Предел допускаемого значения дополнительной абсолютной погрешности при измерении рН, вызванной изменением температуры анализируемой среды на каждые 25 °С (в режиме АТК) относительно 0 °С в диапазоне температур (0...95) °С	± 0,05 рН
4	Предел допускаемого значения дополнительной абсолютной погрешности при измерении рН, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С в диапазоне температур (5...50) °С	± 0,02 рН
5	Предел допускаемого значения дополнительной абсолютной погрешности при измерении рН, вызванной изменением сопротивления в цепи измерительного электрода от 0 МОм до 1000 МОм	± 0,05 рН
6	Предел допускаемого значения дополнительной абсолютной погрешности при измерении рН, вызванной изменением сопротивления в цепи вспомогательного электрода от 0 до 20 кОм	± 0,05 рН

№ п/п	Параметры	Значения
7	Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности ИП при измерении рН	± 0,02 рН
8	Средняя наработка на отказ не менее	64000 ч
9	Средний срок службы не менее	8 лет

3.2.10. Предел допускаемого значения приведённой основной погрешности при измерении рН по выходному сигналу определяется по формуле:

$$Y_i = \pm (0,25 + ((D_{\max} / D_i) - 1)(5 / D_{\max})),$$

где  $Y_i$  – предел приведённой погрешности прибора по выходному сигналу, % ;  
 $D_{\max}$  – максимальный диапазон измерения, равный 14 рН;  
 $D_i$  – диапазона измерения рН (разность между установленными значениями верхней и нижней границы).

3.2.11. Предел допускаемого значения основной приведённой погрешности выходного сигнала по температуре в диапазоне (0...100) °С составляет ±0,5 %.

#### 4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Комплектность поставки прибора приведена в табл. 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Кол.	Примечание
1	Измерительный преобразователь	1 шт.	
2	Руководство по эксплуатации	1 экз.	
3	Паспорт	1 экз.	
4	Коммуникационный интерфейс. Руководство по применению	1 экз.	
5	Датчик температуры с НСХ типа 100П	1 шт.	
6	Электрод комбинированный типа: ЭСК-1; 201020; SZ-1XX; ID 4XX0		По желанию заказчика
7	Паспорт на электрод		
8	Электрод измерительный		
9	Электрод сравнения		
10	Арматура типа АПН, АПТ, АМН, ДПГ-4М, ДМ-5М, ГП-1		

## Пример обозначения прибора при заказе:

«рН-4131.П.20.ГП-1»

Варианты исполнения арматуры:

00 – без арматуры

В составе рН-4110: АПН-1.1, АПТ-1.1, АПН-1.2, АПН-2.1, АПТ-2.1, АПН-3.1, АПТ-3.1, АМН-1.1, ДПГ-4М, ДМ-5М

В составе рН-4131: ГП-1, ДПГ-4М, ДМ-5М

Варианты комплектации датчиками:

00 – без электродов

10 – комбинированный электрод типа SZ, ID, ЭСК-1 и отдельный датчик температуры

20 – комбинированный электрод типа 201020 со встроенным датчиком температуры и кабель с разъёмом

30 – стеклянный измерительный электрод типа ЭС, электрод сравнения типа ЭВЛ-3М.1 и отдельный датчик температуры

Варианты исполнения корпусов рН-4110:

ДП – корпус ПИП выполнен из алюминиевого сплава, покрытие порошковое; корпус БОИ – из полистирола

НП – корпус ПИП выполнен из стали 12Х18Н10Т, корпус БОИ – из полистирола

Вариант исполнения корпуса ИП рН-4131:

П – полистирол

Варианты исполнения ИП:

10 – двухблочное исполнение (БОИ и ПИП)

31 – моноблочное

Обозначения типа рН-метра

## 5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

### 5.1. Метод измерения

Принцип работы прибора основан на потенциометрическом методе измерения активности ионов водорода.

При вычислении рН учитывается влияние температуры на чувствительность рН-электрода.

В общем случае рН анализируемой среды вычисляется по формуле:

$$\text{pH} = - (E - E_{\text{и}}) / (0,1984 \text{ S}/100 \%) (273,2 + t^{\circ}) + \text{pH}_{\text{и}},$$

где  $pH$  – измеренное значение  $pH$  анализируемой среды;  
 $E$  – значение ЭДС на выходе ЭС, мВ;  
 $t^\circ$  – измеренное (в режиме АТК) или заданное вручную (в режиме РТК)  
 значение температуры,  $^\circ C$ ;  
 $pH_{и}$  – координата изопотенциальной точки  $pH$ -электрода;  
 $E_{и}$  – координата изопотенциальной точки  $pH$ -электрода, мВ;  
 $S$  – крутизна характеристики  $pH$ -электрода, %

Компенсация температурной зависимости  $pH$  особо чистой воды осуществляется по МУ 34-70-114-85.

## 5.2. Измерительный преобразователь

Измерительный преобразователь  $pH$ -метра состоит из первичного измерительного преобразователя (ПИП) и блока обработки и индикации (БОИ).

В приборах  $pH-4110$  ПИП и БОИ размещены в отдельных корпусах, а в ИП  $pH-4131$  – совмещены конструктивно.

Схема электронного блока ПИП построена на базе микроконтроллера.

Входные сигналы от  $pH$ -электрода и датчика температуры, преобразованные измерительной схемой, поступают на входы аналого-цифровых преобразователей микроконтроллера, обрабатываются по заданному алгоритму и передаются по трёхпроводной линии связи в БОИ.

Взаимное расположение разъёмов на печатной плате электронного блока ПИП показано на рис. 1:

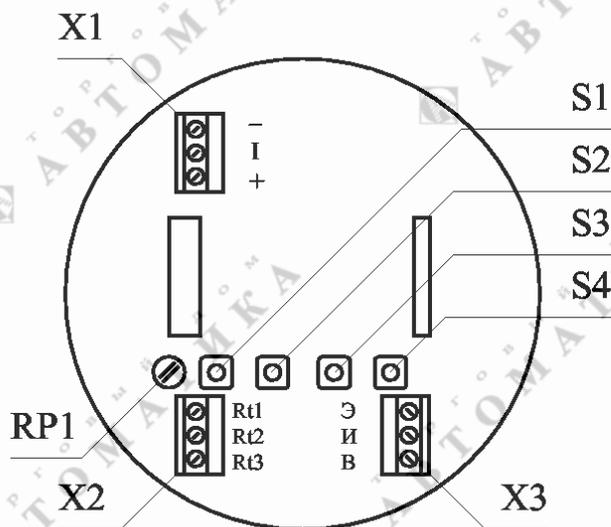


Рис. 1.1. Печатная плата ПИП прибора  $pH-4110.NP.X.X$

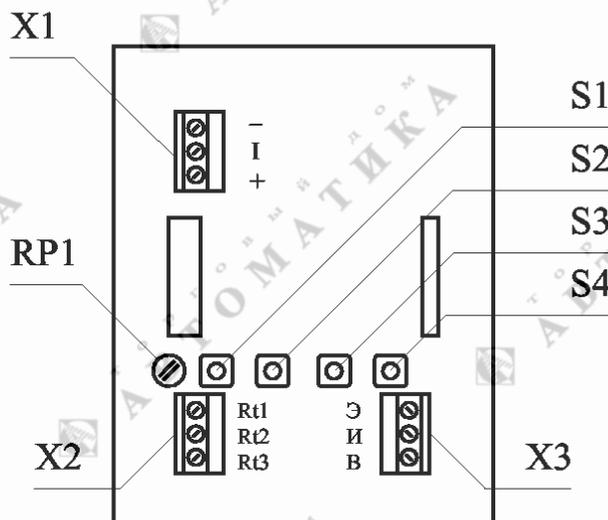


Рис. 1.2. Печатная плата ПИП для приборов  $pH-4110.DP.X.X$

X1 – разъём для подключения кабеля линии связи ПИП с БОИ

X2 – разъём для подключения датчика температуры

X3 – разъём для подключения ЭС

Подстроечный резистор RP1 и кнопки S1 – S4 используются для настройки ПИП на предприятии-изготовителе.

БОИ конструктивно состоит из печатной платы блока коммутации, платы блока обработки с кнопками управления и жидкокристаллическим индикатором, разъёмов для подключения входных и выходных сигналов.

Взаимное расположение разъёмов, элементов индикации и управления на панели показано на рис. 2:

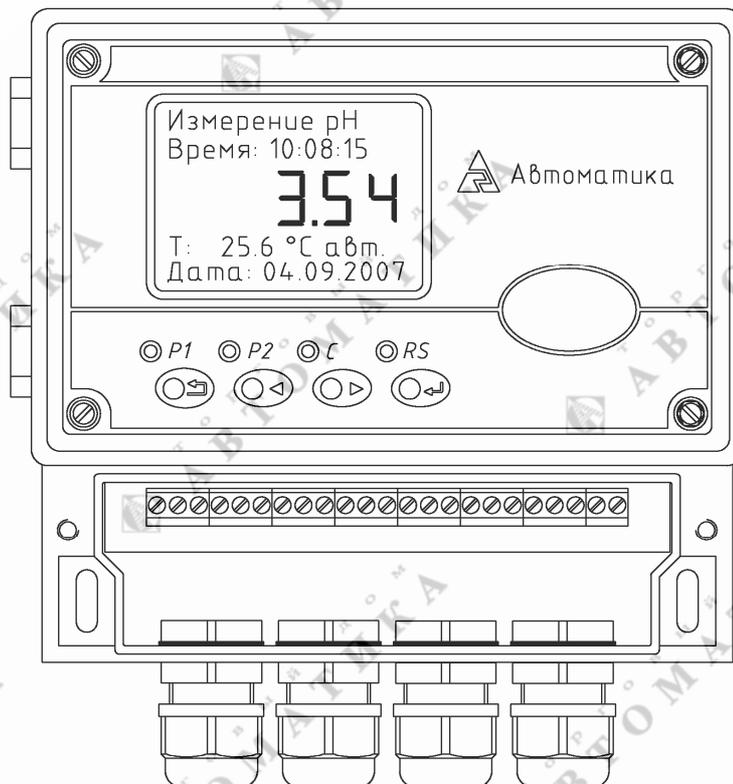


Рис. 2. Взаимное расположение разъёмов, элементов индикации и управления БОИ рН-4110 и ИП рН-4131.

Элементы индикации и управления:

- графический индикатор измеряемой величины и установленных параметров;
- индикатор «P1» срабатывания реле P1;
- индикатор «P2» срабатывания реле P2;
- индикатор «С» сигнализации обрыва линии связи БОИ с ПИП (прибор рН-4110) в режиме измерения и удержания последнего значения выходного сигнала и состояния реле в режиме программирования;
- индикатор «RS» сигнализации приёма данных от внешнего устройства;
- кнопка ввода/выбора параметра/режима (↵);
- кнопка увеличения/выбора параметра (▶);
- кнопка уменьшения/выбора параметра (◀);
- кнопка отмены предыдущего действия («⏪»).

## 6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. По способу защиты человека от поражения электрическим током приборы относятся к классу 01 по ГОСТ 26104.

6.2. К монтажу и обслуживанию допускаются лица, знакомые с общими правилами по технике безопасности при работе с электроустановками до 1000 В.

- 6.3. Провода заземления должны быть подключены к соответствующим клеммам.  
 6.4. Подключение входных и выходных сигналов производить согласно маркировке разъёмов при отключенном напряжении питания.

## 7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

### 7.1. Внешний осмотр

После распаковки выявить следующие соответствия:

- прибор должен быть укомплектован в соответствии с паспортом;
- заводской номер должен соответствовать указанному в паспорте;
- прибор не должен иметь механических повреждений.

### 7.2. Включение

При включении питания прибора на индикаторе отображается главное меню (см. рис. 3). Если в течение 5 секунд не нажимать кнопки, то прибор автоматически перейдёт в режим «Измерение рН» (см. рис. 5).

Перемещение по пунктам главного меню осуществляется с помощью кнопок ◀ и ▶, выбор пункта – кнопка ↵, возврат в главное меню – кнопка ⏪.

Выбранный пункт отображается инверсией.

Выбрать пункт «Измерение» (см. рис. 4) и выбрать необходимый режим (см. рис. 5).

Помимо основных измеряемых параметров на экране отображаются текущие дата и время, значение температуры, вид термокомпенсации (автоматический или ручной), включен или выключен режим компенсации температурной зависимости рН особо чистой воды (ОЧВ).

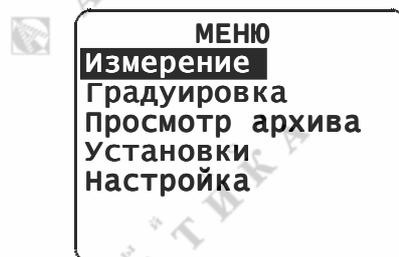


Рис. 3. Главное меню

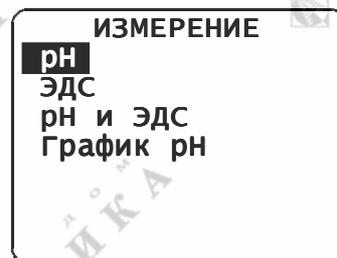
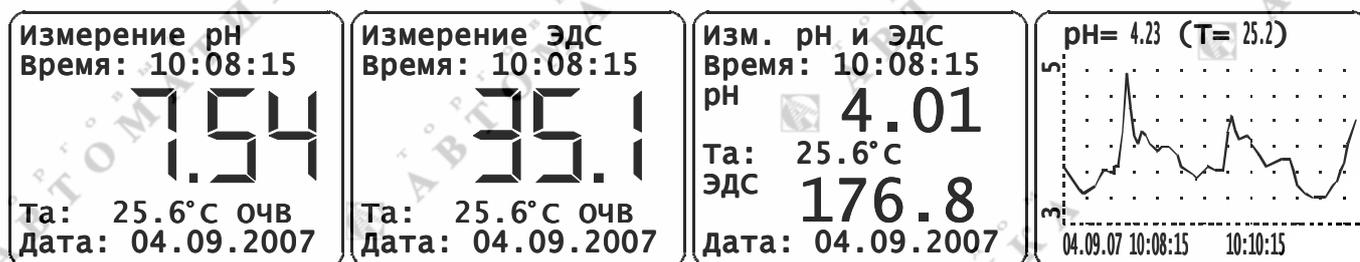


Рис. 4. Режим «Измерение»



Измерение рН

Измерение ЭДС

Измерение рН и ЭДС

График рН

Рис. 5. Виды режимов «Измерение»

**Примечание:** для прибора рН-4110 при отсутствии связи БОИ с ПИП вместо значений измеряемых параметров на экране отображаются прочерки, запись продолжается после возобновления связи с ПИП.

В режиме «График рН» данные представляются в виде тренда. В верхней строке экрана отображаются текущие измеренные значения рН и температуры, соответствующие правой крайней точке графика.

В нижней строке показаны время записи начальной (крайней слева) и конечной (крайней справа) точек графика. Начало интервала выводится в формате: число.месяц.год часы:минуты:секунды, конец интервала – часы:минуты:секунды. Обе метки времени (начала и конца) изменяются синхронно при добавлении каждой новой точки.

**Примечание:** для прибора рН-4110 при отсутствии связи БОИ с ПИП тренд обрывается (незаполненные участки графика), запись продолжается после возобновления связи с ПИП.

Основные параметры графика можно настраивать через пункты меню «Установки»→ «График» (см. п. 7.3.5).

**Примечание:** на диапазон отображения рН и температуры наложены ограничения: для рН – от -10,24 до 30,71 для температуры – от -51,2 °С до 153,5 °С; при выходе измеряемого параметра за эти границы будут отображаться предельные значения.

Выход из режима измерения в главное меню производится нажатием на любую кнопку.

### 7.3. Установка рабочих параметров и режимов

#### 7.3.1. Основные положения

Для работы необходимо в соответствующих окнах меню прибора задать рабочие значения параметров и режимов:

- вид термокомпенсации;
- значения выходных аналоговых сигналов;
- режимы работы реле;
- параметры интерфейса RS-485;
- параметры архивирования;
- параметры графического отображения;
- дату и время;
- включение/выключение звука нажатия кнопок.

В главном меню (см. рис. 3) выбрать опцию «Установки» – на экране отобразятся доступные для корректировки параметры и режимы (см. рис. 6).

В меню «Установки» с помощью кнопок ◀, ▶ и ⇄ можно выбрать необходимую опцию, возврат в главное меню осуществляется кнопкой ☐.



Рис. 6. Рабочие параметры и режимы

### 7.3.2. Данные электрода

Через пункты (см. рис. 7) меню «Установки» → «Данные электрода» устанавливаются данные электродной системы (ЭС): изопотенциальной точки  $pH_i$ ,  $E_i$  [мВ] и крутизны характеристики  $S$  [%]. Номинальные значения:  $pH_i = 7.00$ ,  $E_i = 0.00$  мВ,  $S = 100.00$  %. После проведения градуировки по буферным растворам эти значения автоматически корректируются.

Данные электрода	
<b>pH<sub>i</sub>:</b>	7.00
<b>E<sub>i</sub>:</b>	0.00 мВ
<b>S:</b>	100.00 %

Рис. 7. Данные ЭС

**ВНИМАНИЕ!** Изменение параметров электрода в окне "Данные электрода" приведёт к соответствующим изменениям параметров электрода в окне "Градуировка" (см. рис. 22) и результаты последней градуировки по буферным растворам будут утеряны

Необходимость изменения параметров ЭС может возникнуть в следующих случаях:

- при оперативной смене ЭС в технологических процессах, не требующих высокой точности измерения pH (погрешность измерения  $\pm 0,5$  pH и более). В этом случае достаточно установить лишь паспортные значения ЭС;
- при вводе значений ЭС с известными градуировочными характеристиками, например, при перестановке ЭС с одного прибора на другой (не надо заново градуировать).

На время программирования производится удержание выходных сигналов.

### 7.3.3. Термокомпенсация

Через пункты (см. рис. 8) меню «Установки» → «Термокомпенсация» устанавливаются параметры термокомпенсации:

- вид (автоматическое измерение или ручной ввод значения температуры);
- значение температуры для режима ручной термокомпенсации;
- включение/выключения режима компенсации температурной зависимости pH особо чистой воды согласно МУ 34-70-114-85.

Термокомпенсация	
<b>Вид:</b>	авт.
<b>T руч=</b>	25.0 °C
<b>ОЧВ:</b>	выкл.

Рис. 8. Параметры термокомпенсации

В основных применениях, за исключением измерения pH котловых вод в теплоэнергетике, режим ОЧВ выключен.

Режим ручной термокомпенсации устанавливается в случаях:

- отсутствие или неисправность датчика температуры;
- температура анализируемой среды постоянна и поддерживается с точностью  $\pm 0,5$  °C.

На время программирования производится удержание выходных сигналов.

### 7.3.4. Выходные сигналы

Через пункты (см. рис. 9) меню «Установки» → «Выходные сигналы» устанавливаются параметры выходных сигналов:

- аналоговых токовых (2 канала): назначение сигнала, границы изменения, диапазон соответствия (пропорциональности) входным сигналам;
- дискретных (2 реле): назначение, уставка, гистерезис, вариант включения;
- интерфейса RS-485: сетевой адрес прибора, скорость обмена данными, паритет.

Выбор типа сигналов осуществляется с помощью кнопок ◀, ▶ и ⇄, возврат на уровень вверх – кнопка ⬆.

На время программирования производится удержание выходных сигналов.

Приборы имеют 2 аналоговых канала, программируемых индивидуально (см. рис. 10). Канал 1 соответствует контактам «Общ.» и «I1» выходного разъёма, а канал 2 – «Общ.» и «I2» соответственно.

Выбор канала производится через пункты меню «Установки» → «Выходные сигналы» → «Аналоговые» с помощью кнопок ◀, ▶ и ⇄, возврат на уровень вверх – кнопка ⬆.

Опция «Аналоговый 1» (см. рис. 11) устанавливается через пункт меню «Установки» → «Выходные сигналы» → «Аналоговые» → «Канал 1» и предназначена для установки параметров канала 1:

- «Сигнал» – выбирается назначение выходного тока, который может соответствовать входным сигналам рН, ЭДС или температуры;
- «Значение» – выбирается диапазон изменения выходного тока 4-20 мА, 0-20 мА или 0-5 мА;
- «Начало» – устанавливается нижняя граница диапазона измерения входного сигнала (от -999.00 до 999.00), соответствующая нижней границе диапазона изменения выходного тока;
- «Конец» – устанавливается верхняя граница диапазона измерения входного сигнала (от -999.00 до 999.00), соответствующая верхней границе диапазона изменения выходного тока.

**Примечание:** для выходных аналоговых сигналов предусмотрены ограничения, предельные значения которых равны:

- 3,5 и 20,5 для выходного сигнала 4-20 мА;
- 0 и 20,5 для выходного сигнала 0-20 мА;
- 0 и 5,5 для выходного сигнала 0-5 мА.



Рис. 9. Выходные сигналы



Рис. 10. Выбор аналогового канала

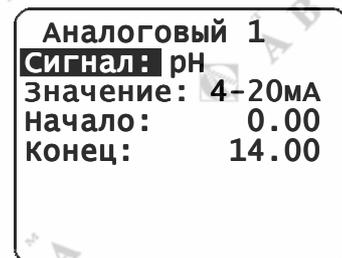


Рис. 11. Канал 1

Перемещение по пунктам меню и корректировка значения выбранного параметра/режима осуществляется с помощью кнопок ◀ и ▶, выбор (отображается инверсией) режима/параметра – кнопка ⊕, возврат на уровень вверх и отмена набранного значения параметра – кнопка ⊖.

На время программирования производится удержание выходных сигналов.

Канал 2 программируется аналогично.

Приборы имеют 2 дискретных канала (2 реле), программируемых индивидуально (см. рис. 12). Выбор реле производится через пункт меню «Установки» → «Выходные сигналы» → «Дискретные» с помощью кнопок ◀, ▶ и ⊕, возврат на уровень вверх – кнопка ⊖.

Меню «Реле 1» (см. рис. 13) предназначено для установки параметров функционирования первого реле:

- «Сигнал» – выбирается входной сигнал (рН, ЭДС или температура), к которому привязывается работа реле;
- «Уставка» – задаётся значение уставки (от -999.00 до 999.00), при достижении которой (с учётом гистерезиса) происходит срабатывание реле;
- «Гист.» – задаётся значение гистерезиса (от 0.00 до 100.00) срабатывания реле;
- «Режим» – выбирается режим срабатывания реле: «выкл.» – реле всегда выключено; «сигн<уст.» и «сигн>уст.» – реле включается / выключается при входном сигнале меньше или больше уставки соответственно с учётом гистерезиса (см. рис. 14).

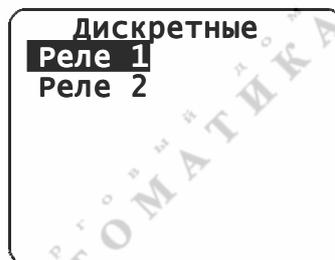


Рис. 12. Выбор реле

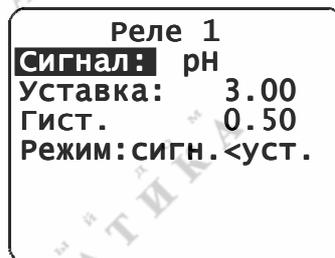


Рис. 13. Реле 1

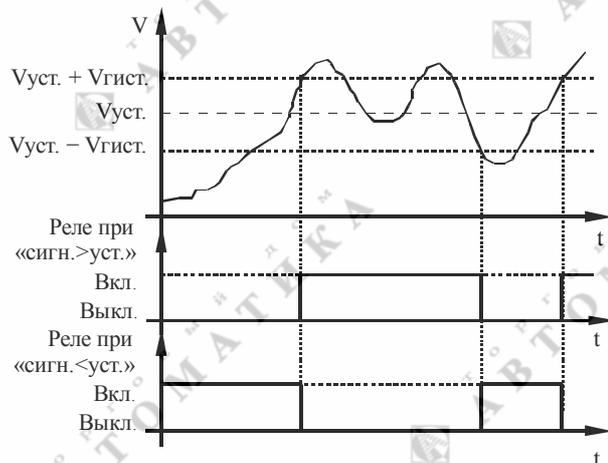


Рис. 14. Диаграмма срабатывания реле.

На время программирования производится удержание выходных сигналов.

Меню «Реле 2» предназначено для установки параметров функционирования второго реле. Реле 2 программируется аналогично первому.

Приборы могут работать в локальной сети MODBUS RTU по интерфейсу RS-485.

Через пункты (см. рис. 15) меню «Установки» → «Выходные сигналы» → «Интерфейс» производится установка параметров интерфейса:

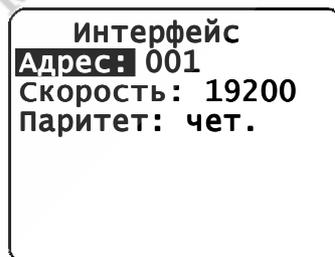


Рис. 15. Параметры интерфейса

- «Адрес» – задаётся сетевой адрес прибора (от 001 до 247);
  - «Скорость» – выбирается скорость обмена данными по интерфейсу из ряда: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 или 115200 бод;
  - «Паритет» – выбирается назначение 10-го бита посылки: «выкл.» (2 стоп-бита), «чет.» (бит чётности и 1 стоп-бит), «нечет.» (бит нечётности и 1 стоп-бит).
- На время программирования производится удержание выходных сигналов.

### 7.3.5. График

Через пункты (см. рис. 16) меню «Установки» → «График» устанавливаются параметры графического отображения измеряемых значений рН:

- «Автомасштаб» – выбирается включение «вкл.» или выключение «выкл.» автоматического подбора пределов отображения рН по оси ординат;
- «рН макс» – задаётся верхний предел отображения рН (от -5 до 20);
- «рН мин» – задаётся нижний предел отображения рН (от -5 до 20);

График	
Автомасштаб:	вкл.
рН макс:	14
рН мин:	0
Интервал:	1сек.
Усредн.:	выкл.
Зона уср.:	100%

Рис. 16. Параметры графика рН

**Примечание:** если автомасштабирование включено, то установленные значения «рН макс» и «рН мин» игнорируются.

- «Интервал» – задаётся интервал вывода данных на график из ряда: «1 сек», «2 сек», «5 сек», «10 сек», «15 сек», «30 сек»;
- «Усредн.» – тип усреднения выводимых данных: «выкл.» – усреднение отключено, на график выводится каждое n-ое значение с шагом, кратным интервалу; «вкл.» – на график выводится среднее значение измерений, за время, равное установленному интервалу;

**Примечания:** измерения производятся 1 раз в секунду; поле графика вмещает 120 точек.

- «Зона уср.» – зона усреднения, возможные значения: «100%» – на график выводится среднее значение всех измерений за установленный интервал времени; «50%» – на график выводится среднее значение последних 50% последовательных измерений за установленный интервал времени; «25%» – на график выводится среднее значение последних 25% последовательных измерений за установленный интервал времени;

**Примечание:** опция «Зона уср.» функционирует когда параметр «Усредн.» установлен в значение «вкл.».

### 7.3.6. Архив

Прибор позволяет записывать значения измеряемых параметров рН и температуры в архив. Архив вмещает более 15000 пар значений (рН и температуры) и является циклическим: когда архив заполняется, то вновь поступающие данные затирают самые старые. Данные архива отображаются графически и есть возможность просмотреть численные значения каждой точки.

Через пункты (см. рис. 17) меню «Установки» → «Архив» устанавливаются параметры архивирования:

- «Запись» – выбирается включение «вкл.» или выключение «выкл.» процесса архивирования;
- «Автомасштаб» – выбирается включение «вкл.» или выключение «выкл.» автоматического подбора пределов отображения рН по оси ординат;
- «рН макс» – задаётся верхний предел отображения рН (от -5 до 20);
- «рН мин» – задаётся нижний предел отображения рН (от -5 до 20);

**Примечание:** если автоматштабирование включено, то установленные значения

«рН макс» и «рН мин» игнорируются.

- «Параметры записи» – задаются интервал записи данных в архив и алгоритм усреднения результатов измерений;
- «Стирание архива» – удаление всех архивных данных.

В пункте (см. рис. 18) меню «Параметры записи» устанавливаются следующие параметры записи данных в архив:

- «Интервал» – задаётся интервал вывода данных в архив из ряда: «1 сек», «2 сек», «5 сек», «10 сек», «15 сек», «30 сек», «1 мин», «5 мин»; общий временной интервал архивных данных зависит от интервала их записи (см. табл. 4); изменение интервала доступно только после стирания предыдущих архивных данных – появляется дополнительное окно (см. рис. 19), запись архива после стирания возобновляется с новым значением интервала;

**Примечание:** общее время записи в архив вычисляет по формуле:  $T_{\text{общ.}} = 15872 \cdot T_{\text{и}}$ , где  $T_{\text{и}}$  – интервал записи.

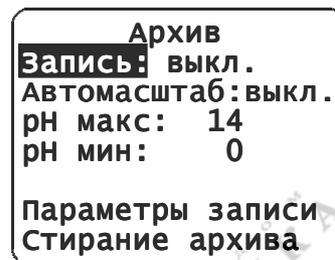


Рис. 17. Параметры архива

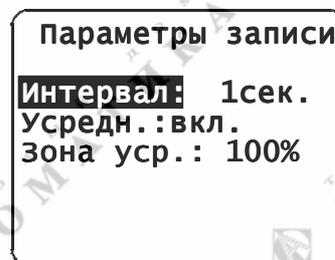


Рис. 18. Параметры записи данных в архив

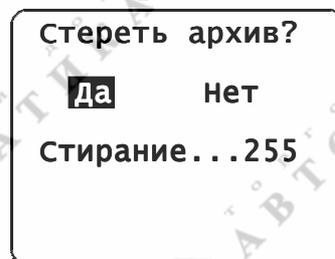


Рис. 19. Стирание архива

Таблица 4

Интервал записи в архив	Общее время записи в архив
1 сек	4 ч 24 мин
2 сек	8 ч 49 мин
5 сек	22 ч 02 мин
10 сек	44 ч
15 сек	66 ч
30 сек	5,5 суток
1 мин	11 суток
5 мин	55 суток

- «Усредн.»: «выкл.» – усреднение отключено, в архив записываются значения, однократно измеренные через установленный интервал; «вкл.» – в архив записываются средние значения измерений через установленный интервал;

**Примечания:** измерения производятся  
1 раз в секунду; поле графика архива вмещает 120 точек.

- «Зона уср.» – зона усреднения, возможные значения: «100%» – в архив записывается среднее значение всех измерений за установленный интервал времени; «50%» – в архив записывается среднее значение последних 50% последовательных измерений за установленный интервал времени; «25%» – в архив записывается среднее значение последних 25% последовательных измерений за установленный интервал времени;

**Примечание:** опция «Зона уср.» функционирует когда параметр «Усредн.» установлен в значение «вкл.».

В пункте меню «Стирание архива» производится удаление всех архивных данных. Удаление данных производится в следующем порядке: выбрать опцию «Да» (см. рис. 19), после нажатия на кнопку  начнется стирание данных, при этом включится уменьшающийся счётчик (на время запуска счётчика действие кнопок заблокировано), после его обнуления (около 20 сек) появится надпись «ОК» и произойдёт автоматический переход на уровень вверх.

### 7.3.7. Время

Приборы имеют встроенные энергонезависимые часы реального времени.

Через пункты (см. рис. 20) меню «Установки» → «Время» устанавливаются параметры времени: «год», «месяц», «число», «часы», «минуты». После корректировки времени необходимо выбрать пункт меню «Пуск» и нажать кнопку  – появится надпись «ОК», в случае неправильного ввода даты появится надпись «Ошибка».

Время	09:00:37
<b>Год:</b>	07
Месяц:	10
число:	31
часы:	09
минуты:	00
Пуск	

Рис. 20. Параметры времени

**ВНИМАНИЕ!** При переводе времени вперёд тренд графика архива обрывается (незаполненный участок) запись возобновляется с новой отметки времени.

## 7.4. Первичная градуировка по буферным растворам

Первичная градуировка прибора с применяемой ЭС производится по двум буферным растворам. Методика градуировки изложена в п.10.

На время градуировки производится удержание выходных сигналов.

## 7.5. Монтаж прибора на объекте

### 7.5.1. Подключение электродной системы

Подключение ЭС производится в соответствии со схемой внешних соединений (см. прил. 6).

Подключение ЭС, установленной в арматуре типа АПН, АПТ или АМН, к прибору производится в порядке, изложенном в руководстве по эксплуатации на данную арматуру.

Подключение ЭС, установленной в арматуре ДПг-4М или ДМ-5М, к прибору осуществляется посредством кабеля, поставляемого в комплекте с прибором.

### 7.5.2. Монтаж измерительного преобразователя

Порядок монтажа арматуры АПН, АПТ и АМН с установленным ПИП изложен в руководстве по эксплуатации на данную арматуру.

Монтажные размеры указаны в прил. 7.

ИП рН-4131, поставляемый в комплекте с арматурой типа ДПг-4М или ДМ-5М, монтируется на петли задней стенки корпуса, а в составе ГП-1 – крепится непосредственно на арматуру. Кабели для подключения ИП к арматуре ДПг-4М, ДМ-5М входят в комплект поставки, кабели уложены в металлорукав, который закрепляется на корпусе ИП с помощью специального кабельного ввода.

БОИ рН-4110 монтируется на петли задней стенки корпуса.

При монтаже приборов необходимо предусмотреть следующие условия:

- место установки должно быть легко доступно для обслуживания;
- над местом установки не должно быть кранов, фланцев и трубопроводов во избежание попадания капель агрессивных растворов;
- ПИП рН-4110 с арматурой проточного типа устанавливается на обводном трубопроводе, установка непосредственно на технологическую магистраль рекомендуется лишь в тех случаях, когда магистраль может быть отключена без ущерба для технологического процесса на время проведения работ по техническому обслуживанию электрода;
- монтаж ПИП рН-4110 с арматурой погружного типа производится в бак (ёмкость), заполненный анализируемой средой, монтаж в пустой бак не рекомендуется по причине высыхания водосодержащего слоя мембраны электрода, что потребует его последующего вымачивания;
- комбинированный электрод должен всегда находиться погружённым в анализируемую жидкость, в сухом состоянии электрод не должен находиться более 10 минут.

Провод заземления подключить к соответствующей клемме.

## 8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

При включении питания прибора на индикаторе отображается главное меню (см. рис. 3). Если в течение 5 секунд не нажимать кнопки, то прибор автоматически перейдёт в режим «Измерение» (см. рис. 5).

Помимо основных измеряемых параметров на экране отображаются текущие дата и время, значение температуры, вид термокомпенсации (автоматический или ручной), включен или выключен режим компенсации температурной зависимости рН особо чистой воды (ОЧВ).

Индикаторы «Р1» и «Р2» сигнализируют срабатывание реле Р1 и реле Р2 соответственно, индикатор «С» сигнализирует обрыв линии связи БОИ с ПИП (прибор рН-4110) в режиме измерения и удержание выходного тока и состояния реле в режиме программирования, индикатор «RS» сигнализирует приём данных от внешнего устройства по интерфейсу RS-485.

В режиме «График рН» данные представляются в виде тренда. В верхней строке экрана отображаются текущие измеренные значения рН и температуры, соответствующие правой крайней точке графика.

В нижней строке показаны время записи начальной (крайней слева) и конечной (крайней справа) точек графика. Начало интервала выводится в формате: «число.месяц.год часы:минуты:секунды», конец интервала – часы:минуты:секунды. Обе метки времени (начала и конца) изменяются синхронно при добавлении каждой новой точки.

Просмотр архива доступен через пункт главного меню «Просмотр архива». Чтение архива может длиться до нескольких секунд, в течение которых на экране отображается надпись «Загрузка...», клавиатура на время чтения блокируется.

Первоначально на экране отображаются все архивные данные (см. рис. 21), отсутствие входных измеряемых сигналов, например, при отключении питания прибора, отображается разрывом тренда (незаполненные участки графика), запись продолжается после инициализации измерений.

В верхней строке отображаются значения рН и температуры в положении маркера, который изначально располагается в начале координат.

Маркер или визир – вертикальная полоска, которую можно перемещать с помощью кнопок ◀ и ▶ по оси времени в ходе просмотра архивных данных. Шаг маркера зависит от общего интервала  $T_{\text{общ}}$  вывода данных и определяется по формуле:  $T_{\text{м}} = T_{\text{общ}} / 120$ ,  $T_{\text{общ}} = 15872 \cdot T_{\text{и}}$ ,  $T_{\text{и}}$  – интервал записи в архив.

Если маркер находится в положении разрыва тренда (нет данных), то вместо значений рН и температуры отображаются прочерки.

В нижней строке показаны время начала и завершения архивирования. Начало интервала выводится в формате: «число . месяц . год часы : минуты : секунды», конец интервала – в зависимости от общего интервала,  $T_{\text{общ}}$ , отображается в виде:

- «час : минуты : секунды» при  $T_{\text{общ}} < 24$  часов;
- «день . месяц часы» при  $24 \text{ часа} \leq T_{\text{общ}} < 30$  суток;
- «день . месяц . год» при  $T_{\text{общ}} \geq 30$  суток.

Пустое поле (см. рис. 22) отображается при отсутствии данных в архиве.

При просмотре архива возможно трехступенчатое масштабирование и смещение по оси времени влево и вправо. Первоначально, при входе в режим просмотра архива, отображается весь интервал данных (1-я ступень). Масштабиро-

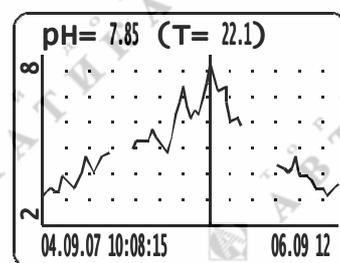


Рис. 21. Архивные данные

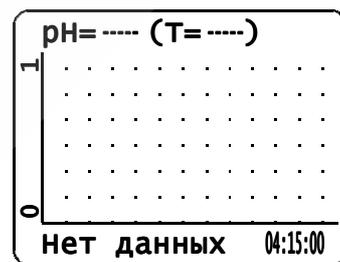


Рис. 22. Архив без данных

вание производится подведением маркера к интересующему участку на графике и нажатием кнопки .

Навигация по архиву:

- кнопка  – переход на одну ступень масштаба назад (в сторону уменьшения);
- кнопка  – смещение маркера влево по оси времени; при достижении левой границы – чтение части архива слева;
- кнопка  – смещение маркера вправо по оси времени; при достижении правой границы – чтение части архива справа;
- кнопка  – переход на одну ступень масштаба вперед (в сторону увеличения).

**Примечание:** во время просмотра архива при длительном нажатии на кнопки  и  включается акселератор – маркер начинает двигаться через 5 точек.

При первом увеличении масштаб возрастает в 12 раз (2-я ступень), а при втором – одной точке на графике будет соответствовать один акт записи данных (3-я ступень). Нажатие кнопки  в 1-й ступени масштаба вызывает выход в главное меню. Увеличение масштаба не симметрично относительно маркера, а справа от него. Например, в архиве ровно сутки данных (отображаются с 00:00 по 23:59), а маркер подведён к точке 12:00, тогда при нажатии на кнопку  отобразятся данные с 12:00 по 14:00, т.е.  $24 / 12 = 2$  часа. Если интервал записи в архив равен 10 сек., то следующее нажатие на кнопку  приведёт к отображению данных с 12:00 до 12:20, т.е.  $120 \times 10 \text{ сек.} = 20 \text{ мин.}$  Это нужно учитывать при просмотре и приближать график не точно в интересующей точке, а несколько левее от неё. В 1-й ступени масштаба невозможно смещение графика влево или вправо, т.к. там заведомо нет данных. Смещение становится доступно только во 2-й и 3-й ступенях увеличения. При этом, само смещение производится на величину отображаемого в данный момент временно-го интервала: например, показаны данные с 12:00 до 12:10, тогда смещение влево даст отображение данных с 11:50 до 12:00, а вправо – с 12:10 до 12:20. Нажатие кнопки  при максимальном увеличении (3-я ступень) происходит сдвиг отображаемого участка так, что положение маркера до сдвига становится началом интервала.

Изменение параметров архива, а также его стирание осуществляется через пункт меню «Установки» → «Архив» (см. рис. 17).

## 9. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень возможных неисправностей и способы их устранения приведён в табл. 5.

Таблица 5

Неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
Не работает индикатор ИП	Отсутствие электрического контакта в одном из разъёмов ИП, соединяющих плату коммутации и плату индикации	Очистить контакты разъёмов спиртом
Ложные показания индикатора ИП	Неисправность входных цепей ИП	Проверить правильность подключения (см. прил. 6)
Выходной ток ИП отсутствует	Неисправность выходных цепей ИП	
На индикаторе ИП надпись «----»	Отсутствует входной сигнал блока ПИП	
Выходной ток выходит за пределы диапазона измерения	Превышен предел измерения входного параметра (параметров)	

## 10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 10.1. Основные положения

Техническое обслуживание заключается в периодической чистке электрода от загрязнений и градуировке прибора с ЭС по буферным растворам.

### 10.2. Вымачивание, хранение и чистка рН-электрода

Со стеклянной рН-чувствительной мембраной следует обращаться осторожно и беречь её от повреждений.

Существенной предпосылкой для безупречного функционирования стеклянного рН-электрода является наличие водосодержащего, так называемого, вымоченного слоя на поверхности стеклянной мембраны. Если электрод продолжительное время хранился в сухом виде, то перед измерениями его необходимо соответствующим образом подготовить. Для этого его чувствительную часть погружают в 3М раствор КСl и вымачивают в течение суток. Рекомендуется при хранении электрода на стеклянную мембрану надеть комплектный колпачок, предварительно заполненный 3М раствором КСl.

Пузырьки воздуха из внутреннего пространства стеклянной мембраны следует удалить лёгким встряхиванием электрода в вертикальном положении (подобно медицинскому термометру). Электроды монтируются вертикально, мембраной вниз. Угол отклонения от вертикали не должен превышать значение, указанное в паспорте на электрод.

Оседающие на поверхности стеклянной мембраны загрязнения необходимо удалять. Если осторожное протирание фильтровальной бумагой не даёт результата, то в

зависимости от вида загрязнений можно использовать различные химические методы: мягкие средства для очистки стекла, лабораторные детергенты, ацетон, спирт, неконцентрированные кислые растворы, как, например, 10 % соляная кислота. Нельзя использовать для чистки мембраны абразивные чистящие средства.

Если рН-электрод применяется для измерений в неводных растворах, то его периодически необходимо вымачивать в водном растворе для восстановления вымоченного поверхностного слоя.

### 10.3. Градуировка по буферным растворам

#### 10.3.1. Основные положения

Градуировка производится без демонтажа рН-электрода, установленного в арматуре (при градуировке ЭС без арматуры необходимо дополнительным проводом обеспечить электрическое соединение раствора с контактом заземления прибора).

Для проведения градуировки необходимо предусмотреть наличие места для размещения необходимых средств и принадлежностей.

Градуировка осуществляется по стандартным буферным растворам 2-го разряда: «1,65», «3,56», «4,01», «6,86», «9,18», «10,00» и «12,43».

Значения рН буферных растворов 2-го разряда при проведении градуировки автоматически корректируются в зависимости от заданной температуры (в диапазоне 0...100°C) в соответствии с таблицей рН ( $t^{\circ}$ ), заложенной в памяти прибора.

Градуировка производится по одному или двум буферным растворам.

Методика градуировки по двум буферным растворам является обязательной для первичной и периодической (не менее одного раза в месяц при непрерывном измерении рН анализируемой среды) градуировки прибора с ЭС в процессе его эксплуатации, а также после замены применяемой ЭС на новую. Данная методика является одной из самых распространённых и часто используемых. Градуировка производится по буферным растворам №1 и №2, параметры рН которых близки по значению к начальной и конечной границам диапазона измерения рН анализируемой среды. В результате автоматически определяется координата изопотенциальной точки –  $E_{и}$  (координате  $pH_{и}$  присваивается паспортное значение) и значение крутизны характеристики рН-электрода –  $S$ .

Градуировка по одному буферному раствору применима в случаях, когда значение рН буферного раствора лежит в пределах диапазона изменения анализируемой среды, а разница между верхней и нижней границами этого диапазона не превышает 2...3 рН. В результате автоматически корректируется значение координаты изопотенциальной точки рН-электрода –  $E_{и}$ , значение крутизны характеристики, определённое ранее при градуировке применяемой ЭС по двум буферным растворам не изменяется.

Критерии правильности проведения градуировки: значение крутизны характеристики рН-электрода лежит в пределах (90...110) % и значение координаты  $E_{и}$  лежит в пределах (-50...50) мВ.

### 10.3.2. Условия проведения

Для проведения градуировки необходимо выполнение следующих условий:

- место градуировки должно быть легкодоступно для проведения данной операции;
- температура окружающего воздуха  $5...35^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 % ;
- атмосферное давление  $84... 106,7$  кПа;
- отсутствие в окружающем воздухе паров агрессивных жидкостей и газов.

### 10.3.3. Средства и принадлежности

Для проведения градуировки необходимы следующие средства и принадлежности:

- буферные растворы – 2 шт. по 200 мл;
- дистиллированная вода – 3 л;
- 3М раствор KCl – 1 л;
- химические лабораторные стаканы (100...250 мл) – 4 шт.;
- термометр лабораторный с ценой деления не более  $0,1^{\circ}\text{C}$  в диапазоне температур  $5...35^{\circ}\text{C}$  – 1 шт.;
- фильтровальная бумага – 1 упаковка.

### 10.3.4. Подготовка электродной системы

В приборах, комплектуемых арматурой типа АПН, АПТ, ДПг-4М и ДМ-5М, подготовка производится в следующем порядке:

- демонтировать арматуру;
- арматуру промыть водопроводной водой, удаляя видимые загрязнения, и протереть фильтровальной бумагой;
- тщательно очистить держатель электрода и все прилежащие к нему поверхности от загрязнений; при очистке поверхности допускается применять неконцентрированные кислые растворы, ацетон, спирт;
- промыть держатель электрода, рН-электрод и все прилежащие к ним поверхности дистиллированной водой;
- промокнуть поверхность рН-электрода фильтровальной бумагой;
- ополоснуть лабораторный стакан дистиллированной водой и налить в него раствор KCl;
- держатель с рН-электродом погрузить в раствор KCl на 5 минут, глубина погружения не должна быть меньше выступающей части электрода;
- собрать схему (см. прил. 2);
- включить прибор и дать прогреться в течение 15 минут;
- ополоснуть химические стаканы дистиллированной водой и налить в них буферные растворы;
- выждать время, достаточное для уравнивания температуры буферных растворов.

В приборах, комплектуемых гидропанелью ГП-1.3, подготовка производится согласно руководству по эксплуатации на данную гидропанель.

### 10.3.5. Предварительная установка параметров

Через пункт (см. рис. 7) меню «Установки» → «Данные электрода» задать паспортное значение координаты изопотенциальной точки  $pH_{и}$ .

Номинальные значения:  $pH_{и} = 7.00$ ;  $E_{и} = 0.00$  мВ;  $S = 100.00$  %. После проведения градуировки по буферным растворам значения  $E_{и}$  и  $S$  автоматически корректируются.

Через пункт (см. рис. 8) меню «Установки» → «Термокомпенсация» установить вид термокомпенсации: автоматический или ручной в зависимости от того, будет использоваться датчик температуры при градуировке или значения температуры буферных растворов вручную будут вводиться по показаниям лабораторного термометра.

### 10.3.6. Проведение градуировки

Для входа в режим градуировки необходимо в главном меню выбрать пункт «Градуировка» и нажать кнопку  $\odot$ .

Выбирается с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$  и  $\odot$  вид градуировки (см. рис. 23):

- «Двухточечная» – производится по двум буферным растворам;
- «Одноточечная» – производится по одному буферному раствору.

Далее в следующей последовательности:

- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  указать (см. рис. 24) значение применяемого буферного раствора №1;
- ЭС и датчик температуры троекратно ополоснуть дистиллированной водой и однократно буферным раствором №1;

**Примечание:** ополаскивать необходимо всё, что будет погружаться в буферный раствор: держатель арматуры с установленной ЭС, датчик температуры, лабораторный термометр.

- ЭС и датчик температуры (или лабораторный термометр, если термокомпенсация ручная) погрузить в буферный раствор №1;
- нажать кнопку  $\odot$ , подтверждая выбор значения буферного раствора – если в приборе установлен режим ручной термокомпенсации, то предлагается (см. рис. 25) задать значение температуры буферного раствора по показаниям лабораторного термометра, опция «Далее» предназначена для перехода к следующему окну нажатием кнопки  $\odot$ ;
- окно «Буфер 1. ЭДС» (см. рис. 26) предназначено

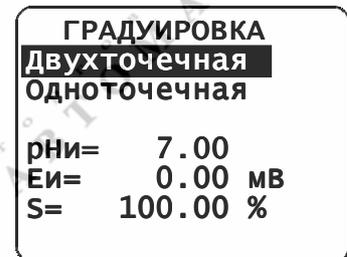


Рис. 23. Меню режима «Градуировка»



Рис. 24. Выбор значения буфера №1

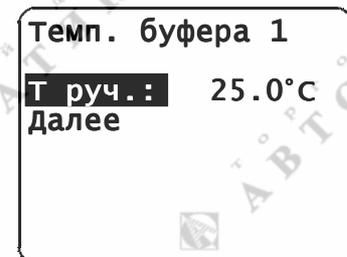


Рис. 25. Установка температуры вручную

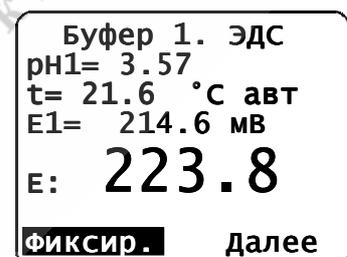


Рис. 26. Фиксирование параметров ЭС в буфере №1

для фиксации выходного значения ЭДС электродной системы в буферном растворе №1; фиксацию производить после стабилизации показаний ( $\pm 0,1$  мВ), но не ранее чем через 5 минут; информационно указаны значение «рН1» буферного раствора №1, откорректированное с учётом температуры «t», и значение ЭДС «E1», зафиксированное на предыдущем этапе; для фиксации необходимо установить с помощью кнопок ◀ и ▶ курсор в положение «Фиксир.» и нажать кнопку ⏏, опция «Далее» предназначена для перехода к следующему окну нажатием кнопки ⏏.

- после градуировки по буферному раствору №1 необходимо ЭС и датчик температуры трехкратно ополоснуть дистиллированной водой и однократно буферным раствором №2.
- градуировку ЭС по буферному раствору №2 производить аналогичным образом (см. рис. 27 – 29).

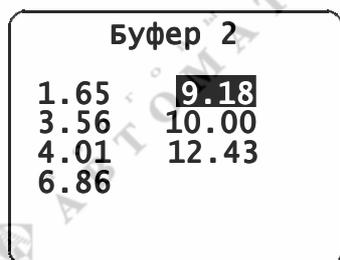


Рис. 27. Выбор значения буфера № 2

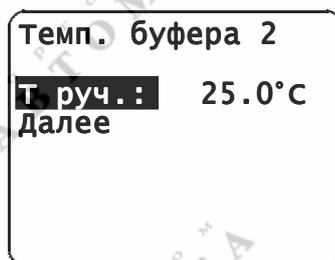


Рис. 28. Установка температуры вручную

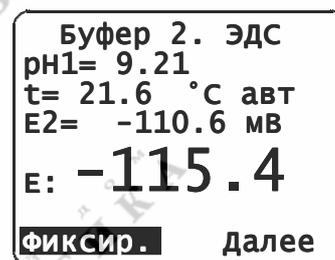


Рис. 29. Фиксирование параметров ЭС в буфере №2

- после фиксирования ЭДС в буферном растворе №2 установить курсор в положение «Далее» и нажать кнопку ⏏ для просмотра результата градуировки (см. рис. 30); если  $-50 < E_{и} < 50$  мВ или  $90 < S < 110$  %, то на экране появится надпись «Ошибка Eи!» или «Ошибка S!» соответственно;
- запомнить результат градуировки или повторить градуировку можно выбрав соответствующую опцию с помощью кнопок ◀ и ▶, после нажатия кнопки ⏏ происходит переход в окно «Градуировка» (см. рис. 23).

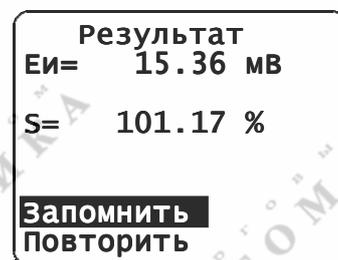


Рис. 30. Результат градуировки

**Примечания:** результат с ошибкой не запоминается; положительные результаты градуировки взаимосвязанно корректируются в окнах «Градуировка» (см. рис. 23) и «Данные электрода» (см. рис. 7).

После проведения градуировки необходимо промыть ЭС, арматуру и датчик температуры дистиллированной водой, на мембрану комбинированного электрода при транспортировке до объекта необходимо надеть комплектный защитный колпачок, заполненный раствором КСl.

Одноточечная градуировка производится аналогично, окна, предназначенные для отображения параметров ЭС в буферном растворе №2 (см. рис. 27 – 29), не отображаются.

Перемещение по пунктам меню и корректировка значения выбранного параметра/режима осуществляется с помощью кнопок ◀ и ▶, выбор (отображается инверсией) режима/параметра – кнопка ⊕, возврат на уровень вверх и отмена набранного значения параметра – кнопка ⊖.

На время программирования производится удержание выходных сигналов.

## 11. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

На лицевой панели ИП прибора рН-4131 и БОИ прибора рН-4110 указаны:

- название предприятия-изготовителя;
- тип прибора;
- порядковый номер;
- год выпуска;
- обозначения кнопок и единичных индикаторов.

На шильдике, размещённом на корпусе ПИП прибора рН-4110.ДП.Х.Х и на бирке из нержавеющей стали прибора рН-4110.НП.Х.Х, указаны:

- название предприятия-изготовителя;
- тип прибора;
- порядковый номер;
- год выпуска;
- степень защиты от пыли и воды по ГОСТ 14254.

На фальшь-панели ПИП указаны обозначения кнопок управления.

На шильдиках, размещённых на разъёмах прибора, указаны их условные обозначения и номера контактов.

Прибор и документация помещаются в чехол из полиэтиленовой пленки и укладываются в картонную коробку или ящик.

Приборы транспортируются всеми видами закрытого транспорта, в том числе воздушным, в отапливаемых герметизированных отсеках в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

Транспортирование приборов осуществляется в деревянных ящиках или картонных коробках, допускается транспортирование приборов в контейнерах.

Способ укладки приборов в ящики должен исключать их перемещение во время транспортирования.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования, ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

Срок пребывания приборов в соответствующих условиях транспортирования – не более 6 месяцев.

Приборы должны храниться в отапливаемых помещениях с температурой (5...40) °С и относительной влажностью не более 80%.

Воздух помещений не должен содержать пыли и примесей агрессивных паров и газов, вызывающих коррозию деталей приборов.

Хранение приборов в упаковке должно соответствовать условиям 3 по ГОСТ 15150 .

## 12. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие приборов требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных настоящим РЭ.

Гарантийный срок эксплуатации устанавливается 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня отгрузки потребителю.

В случае обнаружения потребителем дефектов при условии соблюдения им правил эксплуатации, хранения и транспортирования в течение гарантийного срока, предприятие-изготовитель безвозмездно ремонтирует или заменяет прибор.

## 13. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

При отказе в работе или неисправности прибора по вине изготовителя прибор с указанием признаков неисправностей и соответствующим актом направляется в адрес предприятия-изготовителя:

600016, г. Владимир, ул. Б. Нижегородская, д. 77,  
ЗАО «НПП «Автоматика»,  
тел.: (4922) 27-62-90, факс: (4922) 21-57-42.

Все предъявленные рекламации регистрируются.

Т О Р Г О В Ы Й Д О М  
А В Т О М А Т И К А

**рН-метры промышленные рН-41**

**Методика поверки (калибровки)**

**АВДП.414332.001 МП**

## 1. Область применения

Настоящие рекомендации устанавливают методы и средства первичной и периодической поверок на рН-метры рН-41, состоящие из электродной системы (комплекта датчиков – первичных преобразователей ПП), датчика температуры, измерительного преобразователя (ИП), арматуры (комплекта приспособлений для установки и крепления измерительного преобразователя и электродной системы в месте измерений) и предназначенных для измерения активности ионов водорода (рН) и для измерения температуры (Т) контролируемых водных растворов. Методика поверки является составной частью руководства по эксплуатации на рН-метры рН-41, выпускаемые по ТУ 4215-085-10474265-2006 ЗАО «НПП «Автоматика» г. Владимира.

Поверке подвергаются применяемые в сфере государственного метрологического контроля и надзора все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации приборы.

Настоящие рекомендации могут быть также использованы для проведения периодической калибровки рН-метров и измерительных преобразователей применяемых вне сферы государственного метрологического контроля и надзора, по ПР 50.2.016.

Рекомендуемый межповерочный (межкалибровочный) интервал – один год.

## 2. Ссылки на используемые документы

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие документы:

- ГОСТ 8.027-2001 Государственная система обеспечения единства измерений;
- Государственная поверочная схема средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы;
- ГОСТ 8.028-86 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления;
- ГОСТ 8.120-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений рН;
- ГОСТ Р 50.2.036-2004 Государственная система обеспечения единства измерений;
- ГОСТ 8.134-98 Государственная система обеспечения единства измерений. Шкала рН водных растворов;
- ГОСТ 8.135-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандарт-титры для приготовления буферных растворов-рабочих эталонов рН 2-го и 3-го разрядов;
- ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия;
- ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
- ГОСТ Р 8.568-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения;
- ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений;
- ПР 50.2.007-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Поверительные клейма;

- ПР 50.2.016-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Российская система калибровки. Требования к выполнению калибровочных работ
- ТУ 4215-085-10474265-2006 Технические условия на рН-метры рН-41.

### 3. Операции поверки

3.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта настоящих рекомендаций	Необходимость проведения операции при	
			первичной поверки	периодической поверки
1	Внешний осмотр	8.1	+	+
2	Опробование	8.2.1	+	+
3	Определение сопротивления изоляции	8.2.2	+	+
4	Определение основной погрешности измерения рН и температуры рН-метра и ИП	8.3 – 8.6	+	+
5	Определение дополнительной погрешности измерения рН, связанной с изменением температуры контролируемой среды (погрешность термокомпенсации)	8.7	+	+
6	Определение дополнительной погрешности измерения рН, связанной с изменением сопротивления в цепях измерительного электрода и вспомогательного электрода	8.8, 8.9	+	+

#### Примечания:

- знак «+» означает, что операцию проводят;
- характеристики рН-метра и измерительного преобразователя (ИП) отражены в ТУ 4215-085-2006 и руководстве по эксплуатации на выпускаемую модель прибора.

## 4. Средства поверки

4.1. Для проведения поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта настоящих рекомендаций	Перечень основных и вспомогательных средств поверки
8.3	Буферные растворы – рабочие эталоны pH 2-го и 3-го разрядов по ГОСТ 8.120 (готовят из стандарт-титров по ГОСТ 8.135)
8.4	Водяной термостат с диапазоном регулирования температуры от 0°C до 100 °С, допускаемая погрешность установления температуры контролируемой среды – в пределах $\pm 0,2$ °С
8.3	Вода дистиллированная по ГОСТ 6709
8.3	Посуда лабораторная стеклянная мерная по ГОСТ 1770
8.5; 8.7	Потенциометр постоянного тока от 0 до 1000 мВ, например Р37-1
8.2	Мегаомметр напряжение 500 В, класс точности 1, например, М1101М
8.3 – 8.7	Термометр ртутный стеклянный типа ТЛ-2, шкала (0...100) °С, цена деления не более 0,1 °С
8.7	Набор сопротивлений типа: С2-29-0,25 5,0 Ом; С2-29-0,25 0,5 кОм; С2-29-0,25 2,0 кОм
8.5; 8.7	Имитатор электродной системы, например, И-02 (И-01)
8.5; 8.7	Вольтметр, предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,03$ %, например, В7–34А
8.5; 8.7	Катушка сопротивления Р331, класс точности 0,01, сопротивление 100 Ом
8.6	Магазин сопротивления класса точности 0.05, например, МСР-63

4.2. Средства измерений должны быть исправны, иметь эксплуатационную документацию и свидетельства о поверке по ПР 50.2.006, а оборудование – аттестаты по ГОСТ Р 8.568.

4.3. Допускается использование других средств измерений, испытательного оборудования с метрологическими характеристиками не хуже приведённых в таблице 2.

## 5. Требования безопасности

5.1. При проведении поверки соблюдают требования охраны труда:

- при работе с химическими реактивами – по ГОСТ 12.1.007 и ГОСТ 12.4.021;
- при работе с электроустановками – по ГОСТ 12.1.019 и ГОСТ 12.2.007.0.

5.2. Помещение, в котором осуществляется поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

5.3. Исполнители должны быть проинструктированы о мерах безопасности, которые должны соблюдаться при работе с приборами и оборудованием, в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к приборам и оборудованию. Обучение работающих лиц правилам безопасности труда проводят по ГОСТ 12.0.004.

## 6. Условия проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С .....  $20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, % ..... 30...80
- атмосферное давление, кПа ..... 84...106,7
- напряжение питания, В .....  $\sim 220 \pm 5\%$
- время прогрева, мин, не менее ..... 15
- вибрация, тряски, удары, влияющих на работу прибора, не допускаются.

## 7. Подготовка к поверке

7.1. Для проведения операций поверки собирают установку, схема которой приведена в приложениях 2 и 3.

7.2. Основное и вспомогательное оборудование, указанное в разделе 4, подготавливают к работе в соответствии с требованиями нормативных документов и эксплуатационной документации. Поверяемый прибор в комплекте с ИП, датчиком температуры и электродами подготавливают к работе в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации на выбранную модель рН-метра.

7.3. Буферные растворы – рабочие эталоны рН приготавливают, как указано в инструкции на стандарт-титры для рН-метрии. Буферные растворы готовят непосредственно перед проведением измерений.

7.4. Для поверки приборов с пределом допускаемой погрешности измерения  $\pm 0,05$  рН готовят буферные растворы из стандарт-титров рН 2-го разряда; для приборов с пределом допускаемой погрешности измерения 0,1 рН используют буферные растворы – рабочие эталоны рН 3-го разряда.

## 8. Проведение поверки

### 8.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверяют визуально:

- комплектность прибора (ИП, электроды, соединительные провода) в соответствии с РЭ;
- наличие в РЭ на прибор его метрологических характеристик;
- целостность корпусов, электродов, соединительных проводов (кабелей), отсутствие механических повреждений, препятствующих нормальному функционированию прибора;
- чистоту и целостность соединителей и гнезд;

- чёткость и правильность маркировки в соответствии с РЭ (обозначение прибора, наименование или товарный знак предприятия-изготовителя, заводской номер, обозначение переключателей, соединителей, гнезд, зажимов).

Приборы имеющие дефекты, которые затрудняют эксплуатацию, бракуют и к дальнейшей проверке не допускают.

## 8.2. Опробование

8.2.1. Опробование осуществляется путём проверки функционирования прибора в разных режимах в соответствии с РЭ.

8.2.2. Проверка электрического сопротивления изоляции производится при отключенном электропитании БОИ мегаомметром между нормально-разомкнутыми контактами исполнительных реле. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм. Приборы, результаты проверки которых не соответствуют указанному требованию, бракуют и к дальнейшей проверке не допускают.

## 8.3. Определение основной погрешности измерения рН рН-метра

8.3.1. Предел основной погрешности измерения рН определяют в режиме ручной или автоматической термокомпенсации в условиях, оговоренных в разделе 6.

8.3.2. Операции по настоящему подразделу проводят с использованием буферных растворов – рабочих эталонов рН, приготовленных в соответствии п.7.3 и 7.4 по следующей методике.

8.3.2.1. С помощью двух буферных растворов – рабочих эталонов рН, воспроизводящих значения  $pH = 1,65$  и  $pH = 9,18$  при температуре растворов  $(25 \pm 0,2) ^\circ C$ , проводят настройку (градуировку) прибора в соответствии с указаниями РЭ.

8.3.2.2. Для приборов с пределом допускаемой погрешности измерения  $\pm 0,05$  рН проводят измерения рН трёх буферных растворов – рабочих эталонов рН, воспроизводящих значения  $pH = 3,56$ ,  $pH = 4,01$  и  $pH = 10,00$  при температуре растворов  $(25 \pm 0,2) ^\circ C$ .

Измерения повторяют не менее трёх раз на каждом буферном растворе. Если максимальные расхождения результатов измерений рН не превышают предела основной допускаемой абсолютной погрешности измерения, установленного в РЭ, результаты измерений усредняют и находят среднеарифметическое измеренных значений  $pH_{изм.}$  для данного буферного раствора.

8.3.2.3. Для приборов с пределом допускаемой погрешности измерения  $\pm 0,1$  рН измеряют рН одного из трёх (с учётом преимущественного диапазона измерений при эксплуатации прибора) буферных растворов – рабочих эталонов рН, воспроизводящих значения  $pH = 3,56$ ,  $pH = 4,01$  и  $pH = 10,00$  при температуре растворов  $(25 \pm 0,2) ^\circ C$ . Далее выполняют операции по 8.3.2.2.

8.3.3. Основную допускаемую погрешность измерения  $\Delta pH$  рассчитывают для каждого значения рН буферных растворов (см. п. 8.3.2.2) по формуле:

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{изм}} - \text{pH}_{\text{эт}} \quad (1)$$

где  $\text{pH}_{\text{изм}}$  – среднеарифметическое измеренных значений pH буферного раствора;  
 $\text{pH}_{\text{эт}}$  – значение pH по ГОСТ 8.134, воспроизводимое буферным раствором – рабочим эталоном pH при температуре 25 °С.

8.3.4. Если для каждого (см. п. 8.3.2.2) и (или) выбранного (см. п. 8.3.2.3) буферного раствора значение  $\Delta \text{pH}$ , рассчитанное по формуле (1), не превышает пределов допускаемой погрешности измерений, указанных в РЭ, прибор признают пригодным к дальнейшему проведению поверки. В противном случае измерения повторяют на свежеприготовленных буферных растворах. Если при повторных измерениях погрешность не соответствует требованиям РЭ, прибор бракуют.

#### 8.4. Определение основной погрешности измерения температуры pH-метра

8.4.1. Основную допускаемую погрешность измерения температуры контролируемых сред определяют на отметках 0, 20, 40, 60, 80 и 100 °С путём сравнения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного термометра.

 **Примечание:** количество отметок может быть увеличено или уменьшено исходя из реального диапазона измерений поверяемого прибора.

8.4.2. Основную погрешность измерения температуры контролируемых сред определяют по следующей методике.

8.4.2.1. В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации проводят настройку прибора в режиме измерения температуры.

8.4.2.2. Погружают датчик температуры прибора (pH-метра) и эталонный термометр на глубину не менее 25 мм в термостатируемый стакан (или водяной термостат) с интенсивно перемешиваемой водой, имеющей температуру поверяемой отметки шкалы.

8.4.2.3. После выдержки в воде в течение не менее 3 мин. регистрируют показания термометра и прибора.

8.4.3. Основную погрешность измерения температуры  $\Delta t$  контролируемых сред рассчитывают по формуле

$$\Delta t = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{изм}}$  – температура воды измеренная прибором, °С;

$t_{\text{эт}}$  – температура воды, измеренная эталонным термометром, °С.

8.4.4. Если значение  $\Delta t$ , рассчитанное для каждой выбранной отметки шкалы температур поверяемого прибора, не превышает пределов допускаемой погрешности измерения, указанных в РЭ, прибор признают пригодным к дальнейшему проведению поверки. В противном случае прибор бракуют и дальнейшую проверку не проводят.

## 8.5. Определение основной погрешности измерения рН измерительного преобразователя (ИП)

8.5.1. Основную допускаемую погрешность ИП по показаниям рН определяют путём сравнения отображаемых значений ИП с расчётными.

8.5.2. Основную допускаемую погрешность ИП по выходному сигналу определяют путём сравнения измеренных значений выходного сигнала с расчётными.

8.5.3. Основную допускаемую погрешность измерения рН определяют в режиме ручной или автоматической термокомпенсации.

8.5.4. Процедура операций проверки следующая.

8.5.4.1. Установить на имитаторе электродной системы следующие параметры:

- сопротивление измерительного электрода:  $R_{\text{изм.}} = 0 \text{ МОм}$ ;
- сопротивление вспомогательного электрода:  $R_{\text{всп.}} = 0 \text{ кОм}$ ;
- напряжение в цепи «земля – вспомогательный электрод»:  $E_{\text{з.р.}} = 0$ .

8.5.4.2. Включить питание преобразователя. Дать ИП прогреться в течение 15 минут. Включить режим ручной термокомпенсации, установить значение температуры  $t_p = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

8.5.4.3. Установить в ИП начальную и конечную границы диапазона измерения рН. Перейти в режим «Измерение».

8.5.4.4. Выбираются пять контрольных точек, равномерно распределённых по диапазону измерения рН: 0, 25, 50, 75, 100 %. Последовательно задавая по показаниям вольтметра с помощью имитатора электродной системы рассчитанные по формуле (3) значения ЭДС,  $E_{i \text{ ном.}}$ , зафиксировать показания прибора,  $\text{pH}_i$ , и значения выходного сигнала,  $I_i$ .

$$E_{i \text{ ном.}} = E_{\text{и}} - (0,1984 \text{ S}/100\%)(273,2 + t)(\text{pH}_{i \text{ ном.}} - \text{pH}_{\text{и}}), \quad (3)$$

где  $E_{i \text{ ном.}}$  – расчётные номинальные значения ЭДС, мВ;

$\text{pH}_{\text{и}}$  и  $E_{\text{и}}$  – координаты изопотенциальной точки ЭС, мВ;

$S$  – крутизна характеристики ЭС, %;

$\text{pH}_{i \text{ ном.}}$  – номинальные значения рН контрольных точек равномерно распределённых внутри диапазона измерения рН;

$t$  – измеренное в режиме автоматической термокомпенсации или заданное в режиме ручной термокомпенсации значение температуры контролируемой среды,  $^\circ\text{C}$ .

**Примечание:** если значения  $\text{pH}_{\text{и}}$ ,  $E_{\text{и}}$  и  $S$  не заданы, то рекомендуется установить:

$$\text{pH}_{\text{и}} = 7,00; E_{\text{и}} = 0,0 \text{ мВ}; S = 100,0 \text{ } \%$$

8.5.4.5. Данные и полученные результаты записываются в табл. 1.

8.5.4.6. Основная погрешность ИП по показаниям рН ( $X_{0i}$ ) определяется по формуле (4):

$$X_{0i} = \text{pH}_i - \text{pH}_{i \text{ ном.}}, \quad (4)$$

где  $\text{pH}_i$  – значения рН, отображаемые на индикаторе прибора;

$pH_{i \text{ ном.}}$  – выбранные номинальные значения pH, лежащие внутри диапазона измерения pH

8.5.4.7. Полученные результаты записываются в табл. 1.

8.5.5. Основная погрешность ИП по выходному сигналу ( $Y_{0i}$ ) определяется по формуле (5):

$$Y_{0i} = ((I_i - I_{i \text{ ном.}}) / (I_k - I_n)) \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где  $I_i$  – измеренные значения тока, мА;

$I_n, I_k$  – начальная и конечная границы диапазона изменения выходного сигнала соответственно, мА;

$I_{i \text{ ном.}}$  – номинальные значения выходного сигнала, мА, рассчитанные по формуле (6):

$$I_{i \text{ ном.}} = I_n + (I_k - I_n)(pH_{i \text{ ном.}} - pH_n) / (pH_k - pH_n), \quad (6)$$

где  $pH_n, pH_k$  – начальная и конечная границы диапазона измерения pH соответственно.

8.5.6. Полученные результаты записываются в таблицу 1.

Таблица 1

i	$pH_{i \text{ ном.}}$	$E_{i \text{ ном.}}, \text{ мВ}$	$I_{i \text{ ном.}}, \text{ мА}$	$pH_i$	$I_i, \text{ мА}$	$X_{0i}, \text{ pH}$	$Y_{0i}, \%$
1							
2							
3							
4							
5							

8.5.7. Предел основной и дополнительных погрешностей измерения pH по выходному сигналу рассчитываются по формуле

$$Y_i = \pm (0,25 \% + ((D_{\text{max}} / D_i) - 1)(X_i \cdot 100 \% / D_{\text{max}})), \quad (7)$$

где  $Y_i$  – предел приведённой погрешности ИП по выходному сигналу, %;

$X_i$  – предел допускаемого значения основной или дополнительной погрешности измерения, pH;

$D_{\text{max}}$  – максимальный диапазон измерения, равный 14 pH;

$D_i$  – выбранный диапазон измерения, равный разности между установленными верхним и нижним пределами измерения pH.

8.5.8. Если значения  $X_{0i}$  и  $Y_{0i}$  не превышают значения соответствующих пределов погрешностей  $X_i$  и  $Y_i$ , то прибор признают пригодным к дальнейшему проведению поверки. В противном случае прибор бракуют и дальнейшую проверку не проводят.

Для дальнейшего проведения поверки необходимо произвести метрологическую настройку прибора по выходному сигналу (см. прил. 4).

## 8.6. Определение основной погрешности измерительного преобразователя (ИП) при измерении температуры

8.6.1. Определение основной погрешности ИП по показаниям при измерении температуры определяется путём сравнения отображаемых значений ИП с расчётными.

8.6.2. Основная погрешность ИП по выходному сигналу определяется путём сравнения измеренных значений выходного сигнала с расчётными.

8.6.3. Процедура операций проверки следующая.

8.6.3.1. Включить режим автоматической термокомпенсации. Перейти в режим «Измерение».

8.6.3.2. Последовательно с помощью магазина сопротивлений задаются значения температуры согласно заложенному в приборе типу НСХ по ГОСТ 6651, фиксируются значения  $t_i$ , отображаемые на индикаторе ИП и значения  $I_i$  выходного тока. Данные записываются в табл. 2.

8.6.3.3. Основная погрешность ИП ( $X_{li}$ ) по показаниям температуры определяется по формуле (8):

$$X_{li} = t_i - t_{i \text{ ном}}, \quad (8)$$

где  $t_i$  – значения температуры, отображаемые на индикаторе прибора;  
 $t_{i \text{ ном}}$  – номинальные значения температуры (0, 25, 50, 75 и 100 °С).

8.6.3.4. Полученные результаты записываются в табл. 2.

8.6.3.5. Основная погрешность ИП по выходному сигналу определяется по формуле (9):

$$Y_{li} = ((I_i - I_{i \text{ ном.}}) / (I_k - I_n)) \cdot 100 \%, \quad (9)$$

где  $I_i$  – измеренные значения выходного сигнала, мА;

$I_n, I_k$  – начальная и конечная границы диапазона изменения выходного сигнала соответственно, мА;

$I_{i \text{ ном.}}$  – номинальные значения выходного сигнала, мА, рассчитанные по формуле (10):

$$I_{i \text{ ном.}} = I_n + (I_k - I_n) t_{i \text{ ном}} / 100 \%, \quad (10)$$

Полученные результаты для каждого значения температуры записываются в таблицу 2.

Таблица 2

i	$t_{i \text{ ном.}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_i, \text{ }^\circ\text{C}$	$I_i, \text{ мА}$	$I_{\text{ ном.}}, \text{ мА}$	$X_{li}, \text{ }^\circ\text{C}$	$Y_{li}, \text{ } \%$
1	0					
2	25					
3	50					
4	75					
5	100					

где  $t_{i \text{ ном.}}$  – номинальные значения температуры, °С;

$t_i$  и  $I_i$  – значения температуры, отображаемые на цифровом индикаторе ИП и измеренные значения выходного сигнала, мА.

8.6.4. Если значения  $X_{1i}$  и  $Y_{1i}$  не превышают значения соответствующих пределов погрешностей  $X_i$  и  $Y_i$ , рассчитанных по формуле (7), то прибор признают пригодным к дальнейшему проведению поверки. В противном случае прибор бракуют и дальнейшую проверку не проводят.

Для дальнейшего проведения поверки необходимо произвести метрологическую настройку прибора по выходному сигналу (см. прил. 4).

### **8.7. Определение дополнительной погрешности измерения рН, связанной с изменением температуры контролируемой среды (погрешность термокомпенсации)**

8.7.1. Для определения дополнительной погрешности термокомпенсации применяют буферные растворы – рабочие эталоны из числа, указанных в п. 8.3 с учётом преимущественного диапазона измерений при эксплуатации прибора.

8.7.2. Дополнительную погрешность термокомпенсации определяют при включенном режиме автоматической термокомпенсации по следующей методике.

8.7.2.1. Измеряют значения рН буферного раствора – рабочего эталона рН при температуре, соответствующей верхнему пределу диапазона температурной компенсации (например, 50°С), или максимальной температуре, допускаемой для эксплуатации используемой электродной системы.

8.7.2.2. Измерения повторяют не менее трёх раз ( $n \geq 3$ ) и оценивают максимальное расхождение результатов измерения рН. Если максимальное расхождение результатов измерения рН не превышает предела допускаемой погрешности измерения рН, то результаты измерений усредняют. Далее находят измеренное среднеарифметическое значение  $\text{pH}^*_{\text{изм}}$  для данного буферного раствора в данной температурной точке.

8.7.3. Дополнительную погрешность термокомпенсации  $\text{pH}_{\Delta t}$  рассчитывают по формуле:

$$\text{pH}_{\Delta t} = \text{pH}^*_{\text{изм}} - \text{pH}_{\text{эт}}, \quad (11)$$

где  $\text{pH}^*_{\text{изм}}$  – измеренное среднеарифметическое значение рН буферного раствора в проверяемой температурной точке;

$\text{pH}_{\text{эт}}$  – воспроизводимое по ГОСТ 8.134 значение рН буферного раствора – рабочего эталона рН при температуре, равной температуре проверяемой точки.

8.7.4. Если значение  $\text{pH}_{\Delta t}$ , рассчитанное по формуле (11), не превышает пределов допускаемой погрешности, указанных в РЭ, то прибор признают пригодным к дальнейшему проведению поверки. В противном случае прибор бракуют и дальнейшую проверку не проводят.

8.7.5. Погрешность в режиме ручной температурной компенсации определяют аналогично путем задания температуры буферного раствора вручную.

## 8.8. Определение дополнительной погрешности измерения рН, связанной с изменением сопротивления измерительного электрода и (или) электрода сравнения (вспомогательного электрода)

8.8.1. Определение дополнительной погрешности измерительного преобразователя (ИП) при измерении рН, связанной с изменением сопротивления измерительного электрода.

Определение дополнительной приведённой погрешности при измерении рН по выходному сигналу от указанного влияющего фактора определяется путём сравнения измеренных значений выходного сигнала при отсутствии воздействия влияющего фактора и во время его воздействия.

Определение дополнительной погрешности осуществляется с использованием имитатора электродной системы И-02. Для подключения к имитатору электродной системы необходимо использовать кабели, входящие в комплект поставки прибора.

Установить на имитаторе электродной системы сопротивление вспомогательного электрода  $R_{всп.} = 0$  кОм.

Включить в измерительном преобразователе режим ручной термокомпенсации, установить значение температуры  $0$  °С. Данные испытаний занести в таблицу 3.

Таблица 3

i	$pH_{i ном.}$	$E_{i ном.}, мВ$	$pH_i$	$I_i, мА$	$pH_i^*$	$I_i^*, мА$	$X_{2i}, pH$	$Y_{2i}, \%$
1								
2								
3								
4								
5								

где  $pH_{i ном.}$  – выбранные номинальные значения рН, лежащие внутри рабочего диапазона измерения рН (переписываются из таблицы 1);

$E_{i ном.}$  – номинальные значения ЭДС рН-электрода, мВ (переписываются из таблицы 1);

$pH_i$  и  $I_i$  – значения рН, отображаемые на индикаторе ИП, и измеренные значения выходного сигнала, мА, при установленном сопротивлении в цепи измерительного электрода  $R_{изм} = 0$  МОм;

$pH_i^*$  и  $I_i^*$  – значения рН, отображаемые на индикаторе ИП, и измеренные значения выходного сигнала, мА, при установленном сопротивлении в цепи измерительного электрода  $R_{изм} = 1000$  МОм;

$X_{2i}$  – дополнительная абсолютная погрешность ИП при измерении рН от изменения сопротивления в цепи измерительного электрода по показаниям рН, которая определяется по формуле:

$$X_{2i} = pH_i^* - pH_i, \quad (12)$$

$Y_{2i}$  – дополнительная приведённая погрешность ИП при измерении рН от изменения сопротивления в цепи измерительного электрода по выходному сигналу, которая определяется по формуле:

$$Y_{2i} = ((I_i^* - I_i) / (I_k - I_n)) \cdot 100 \% , \quad (13)$$

Прибор признают выдержавшим испытания, если значения  $X_{2i}$  и  $Y_{2i}$  не превышают пределов, указанных в РЭ. В противном случае прибор бракуют.

8.8.2. Определение дополнительной погрешности измерительного преобразователя при измерении рН, связанной с изменением сопротивления в цепи вспомогательного электрода (0 и 20 кОм)

Определение дополнительной погрешности измерения рН от изменения сопротивления в цепи вспомогательного электрода (0 и 20 кОм) проводят путём сравнения отображаемых значений рН при отсутствии воздействия влияющего фактора (0 кОм) и во время его воздействия (20 кОм).

Определение дополнительной приведённой погрешности при измерении рН по выходному сигналу от указанного влияющего фактора определяется путём сравнения измеренных значений выходного сигнала при отсутствии воздействия влияющего фактора и во время его воздействия.

Определение дополнительной погрешности осуществляется с использованием имитатора электродной системы И-02. Для подключения к имитатору электродной системы необходимо использовать кабели, входящие в комплект поставки прибора.

Установить на имитаторе электродной системы сопротивление вспомогательного электрода  $R_{всп.} = 0$  кОм.

Включить в измерительном преобразователе режим ручной термокомпенсации, установить значение температуры  $0$  °С. Данные испытаний занести в таблицу 4.

Таблица 4

i	$pH_{i \text{ ном.}}$	$E_{i \text{ ном.}}, \text{ мВ}$	$pH_i$	$I_i, \text{ мА}$	$pH_i^*$	$I_i^*, \text{ мА}$	$X_{3i}, \text{ рН}$	$Y_{3i}, \%$
1								
2								
3								
4								
5								

где  $pH_{i \text{ ном.}}$  – выбранные номинальные значения рН, лежащие внутри рабочего диапазона измерения рН (переписываются из таблицы 1);

$E_{i \text{ ном.}}$  – номинальные значения ЭДС рН-электрода, мВ (переписываются из таблицы 1);

$pH_i$  и  $I_i$  – значения рН, отображаемые на индикаторе ИП, и измеренные значения выходного сигнала, мА, при установленном сопротивлении в цепи вспомогательного электрода  $R_{всп.} = 0$  кОм;

$pH_i^*$  и  $I_i^*$  – значения рН, отображаемые на индикаторе ИП, и измеренные значения выходного сигнала, мА, при установленном сопротивлении в цепи вспомогательного электрода  $R_{всп.} = 20$  кОм;

$X_{3i}$  – дополнительная абсолютная погрешность преобразователя при измерении рН от изменения сопротивления в цепи вспомогательного электрода по показаниям рН, которая определяется по формуле:

$$X_{3i} = pH_i^* - pH_i, \quad (14)$$

$Y_{3i}$  – дополнительная приведённая погрешность ИП при измерении рН от изменения сопротивления в цепи вспомогательного электрода по выходному сигналу, которая определяется по формуле:

$$Y_{3i} = ((I_i^* - I_i) / (I_k - I_n)) \cdot 100 \%, \quad (15)$$

Прибор признают выдержавшим испытания, если значения  $X_{3i}$  и  $Y_{3i}$  не превышают пределов, указанных в РЭ. В противном случае прибор бракуют.

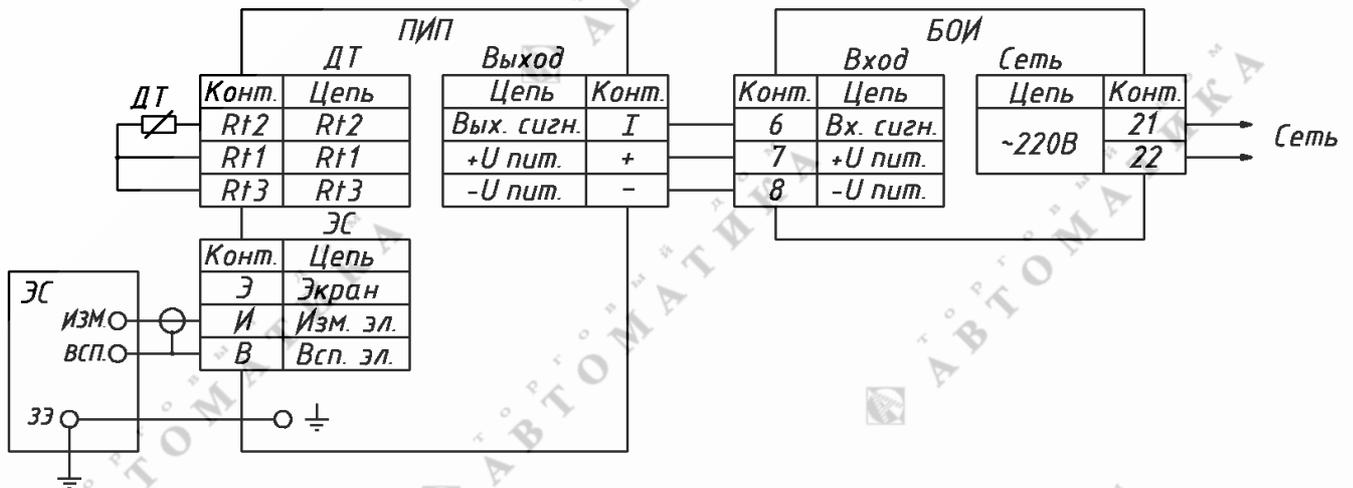
## 9. Оформление результатов поверки

9.1. При положительных результатах поверки, оформляют путём нанесения оттиска поверительного клейма в паспорте на прибор в соответствии с ПР 50.2.007 и (или) выдачи свидетельства о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

9.2. При отрицательных результатах поверки выдают извещение о непригодности по ПР 50.2.006 с указанием причин непригодности или делают соответствующую запись в РЭ на прибор. Поверительное клеймо гасят.

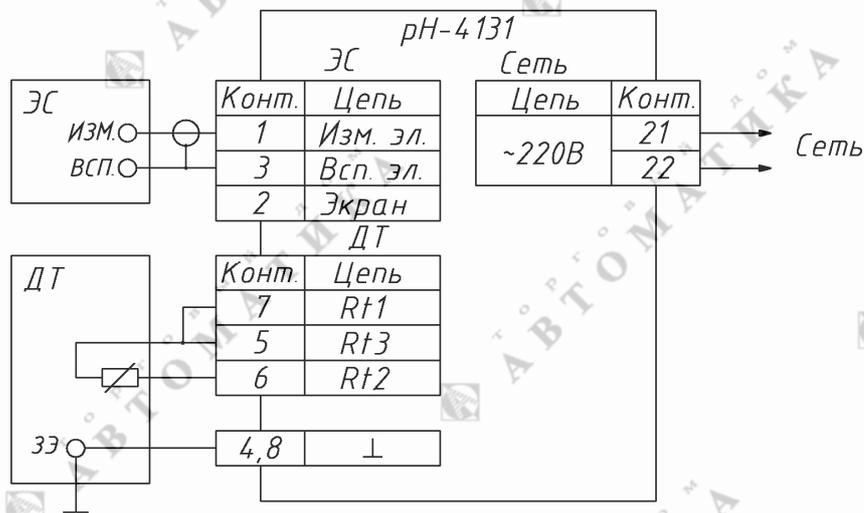
9.3. Оформление результатов калибровки рН-метров выполняют в соответствии с ПР 50.2.016.

**Схема внешних соединений при проведении поверки (калибровки) рН-метра по буферным растворам**



«ЗЭ» – заземляющий электрод, обеспечивающий контакт с раствором; в ПИП прибора рН-4110 функцию ЗЭ выполняет арматура

Рис. 1. Прибор рН-4110



«ЗЭ» – заземляющий электрод, обеспечивающий контакт с раствором; в приборе рН-4131 функцию ЗЭ может выполнять корпус датчика температуры

Рис. 2. Прибор рН-4131

**Схема внешних соединений при проведении  
поверки (калибровка) измерительного преобразователя рН**

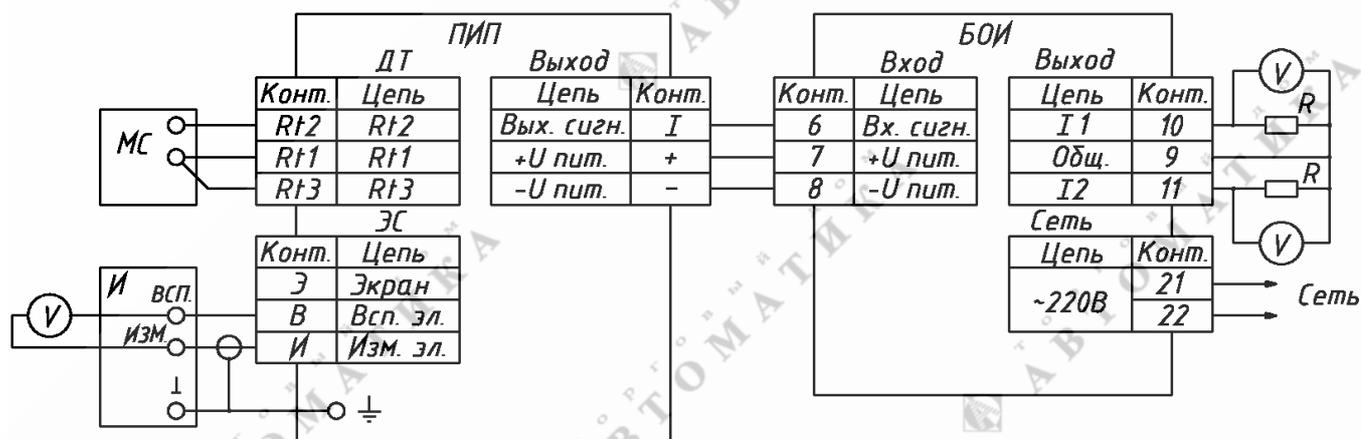


Рис. 1. Прибор рН-4110

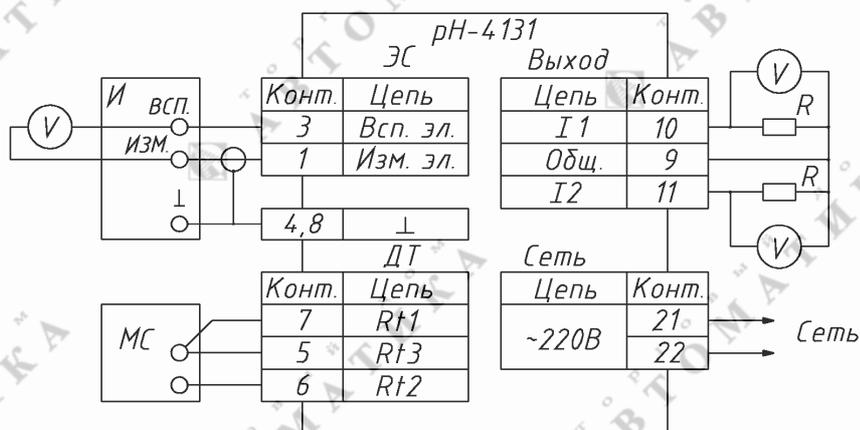


Рис. 2. Прибор рН-4131

## Метрологическая настройка измерительного преобразователя рН

**ВНИМАНИЕ!** Прибор поставляется настроенным на предприятии-изготовителе. Настройка производится потребителем в случае несоответствия прибора указанным метрологическим характеристикам и после ремонта.

Метрологическая настройка производится в следующем порядке:

- снять крышку клеммника корпуса ИП;
- собрать схему (см. прил. 3);
- включить прибор, дать ему прогреться в течение 15 минут;
- для входа в режим настройки необходимо в главном меню выбрать пункт «Настройка» и нажать кнопку  $\oplus$ ;
- ввести (см. рис. 1) код доступа «5200» следующим образом: нажать кнопку  $\oplus$  → с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  набрать «5» → нажать кнопку  $\oplus$  → с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  набрать «2» → нажать кнопку  $\oplus$  для входа в меню (см. рис. 2);
- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «Вход» и нажать кнопку  $\oplus$  – отобразится меню параметров входных сигналов, значениями которых являются коды соответствия (см. рис. 3);
- для настройки ИП по контрольным значениям ЭДС установить на имитаторе электродной системы следующие параметры выходного сигнала: сопротивление измерительного электрода  $R_{и} = 0$  МОм, сопротивление вспомогательного электрода  $R_{в} = 0$  кОм, напряжение в цепи «земля – вспомогательный электрод»  $E_{з.р.} = 0$ ;
- установить по показаниям вольтметра на имитаторе электродной системы значение ЭДС равное -750,00 мВ;
- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «U(-750мВ)» и нажать кнопку  $\oplus$  – отобразится текущее измеренное значение кода;
- выждать время 30 секунд и зафиксировать значение параметра нажатием кнопки  $\oplus$ ;
- установить по показаниям вольтметра на имитаторе электродной системы значение ЭДС равное 750,00 мВ;
- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «U(+750мВ)» и нажать кнопку  $\oplus$  – отобразится текущее измеренное значение кода;

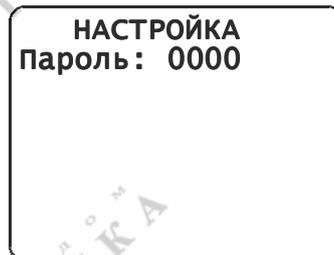


Рис. 1. Ввод кода

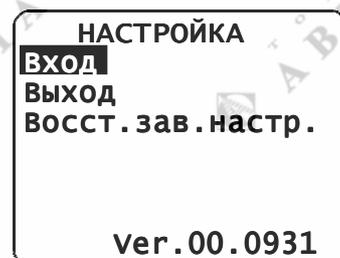


Рис. 2. Меню режима «Настройка»

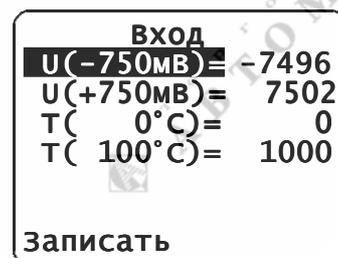


Рис. 3. Настройка входных сигналов

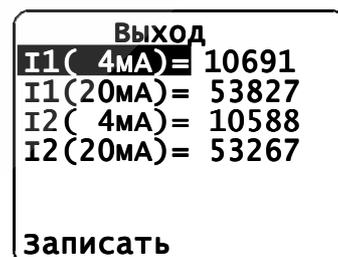


Рис. 4. Настройка выходных сигналов

## Продолжение прил. 4

- выждать время 30 секунд и зафиксировать значение параметра нажатием кнопки  $\ominus$ ;
- на магазине сопротивлений установить значение 100,00 Ом для градуировок 100П и Pt100 или 1000,0 Ом для градуировок 1000П и Pt1000;
- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «Т(0°C)» и нажать кнопку  $\ominus$  – отобразится текущее измеренное значение кода;
- выждать время 30 секунд и зафиксировать значение параметра нажатием кнопки  $\ominus$ ;
- на магазине сопротивлений установить значение 139,11 Ом для градуировки 100П, 138,51 Ом – для Pt100, 1391,1 – для 1000П или 1385,1 Ом – для Pt1000;
- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «Т(100°C)» и нажать кнопку  $\ominus$  – отобразится текущее измеренное значение кода;
- выждать время 30 секунд и зафиксировать значение параметра нажатием кнопки  $\ominus$ ;
- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «Записать» для завершения настройки входных параметров и нажать кнопку  $\ominus$  – появится надпись «ОК»; надпись «Ошибка» появляется при невыполнении обязательного условия: значение кода «U(+750мВ)» > «U(-750мВ)» или «Т(100 °C)» > «Т(0 °C)».
- нажать кнопку  $\ominus$  для выхода в меню «Настройка»;
- с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «Выход» и нажать кнопку  $\ominus$  – отобразится меню параметров выходных сигналов, значениями которых являются коды соответствия (см. рис. 4);
- для настройки выходного тока ИП по каналу 1 с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить курсор в положение «I1(4мА)» и нажать кнопку  $\ominus$  – значение кода соответствия включится в мигающем режиме;
- по показаниям вольтметра, подключенного параллельно катушке сопротивления, с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить нижнюю границу диапазона изменения выходного тока 4 мА (отмена набранного значения – кнопка  $\ominus$ ), зафиксировать значение нажатием кнопки  $\ominus$ ;
- установить курсор в положение «I1(20мА)» и нажать кнопку  $\ominus$  – значение кода соответствия включится в мигающем режиме;
- по показаниям вольтметра, подключенного параллельно катушке сопротивления, с помощью кнопок  $\blacktriangleleft$  и  $\blacktriangleright$  установить нижнюю границу диапазона изменения выходного тока 20 мА (отмена набранного значения – кнопка  $\ominus$ ), зафиксировать значение нажатием кнопки  $\ominus$ ;

**Примечание:** при настройке выходных сигналов всегда задаются параметры 4 и 20 мА, значения нижней и верхней границ, устанавливаемых через пункт меню «Установки» → «Выходные сигналы» → «Аналоговые» → «Канал 1» → «Аналоговый 1» (см. рис. 11 РЭ) рассчитываются автоматически.

- настройку выходного тока ИП по каналу 2 произвести аналогично;
- с помощью кнопок ◀ и ▶ установить курсор в положение «Записать» для завершения настройки выходных параметров и нажать кнопку ⏏ – появится надпись «ОК»; надпись «Ошибка» появляется при невыполнении обязательных условий: значение кода «I1(20 мА)» > «I1(4 мА)» или «I2(20 мА)» > «I2(4 мА)».
- нажать кнопку ⏏ для выхода в меню «Настройка»;
- разобрать схему;
- установить крышку клеммника корпуса ИП.

После метрологической настройки необходимо провести поверку (калибровку) измерительного преобразователя рН.

Режим «Восст. зав. настр.» необходим для возврата к исходным метрологическим настройкам, установленным на предприятии-изготовителе, вход в режим осуществляется следующим образом:

- с помощью кнопок ◀ и ▶ установить курсор в положение «Восст. зав. настр.» и нажать кнопку ⏏;
- в окне подтверждения (см. рис. 5) с помощью кнопок ◀ и ▶ установить курсор в положение «Да» и нажать кнопку ⏏ – появится надпись «Восстановлены успешно!»;
- нажать кнопку ⏏ для выхода в меню «Настройка».

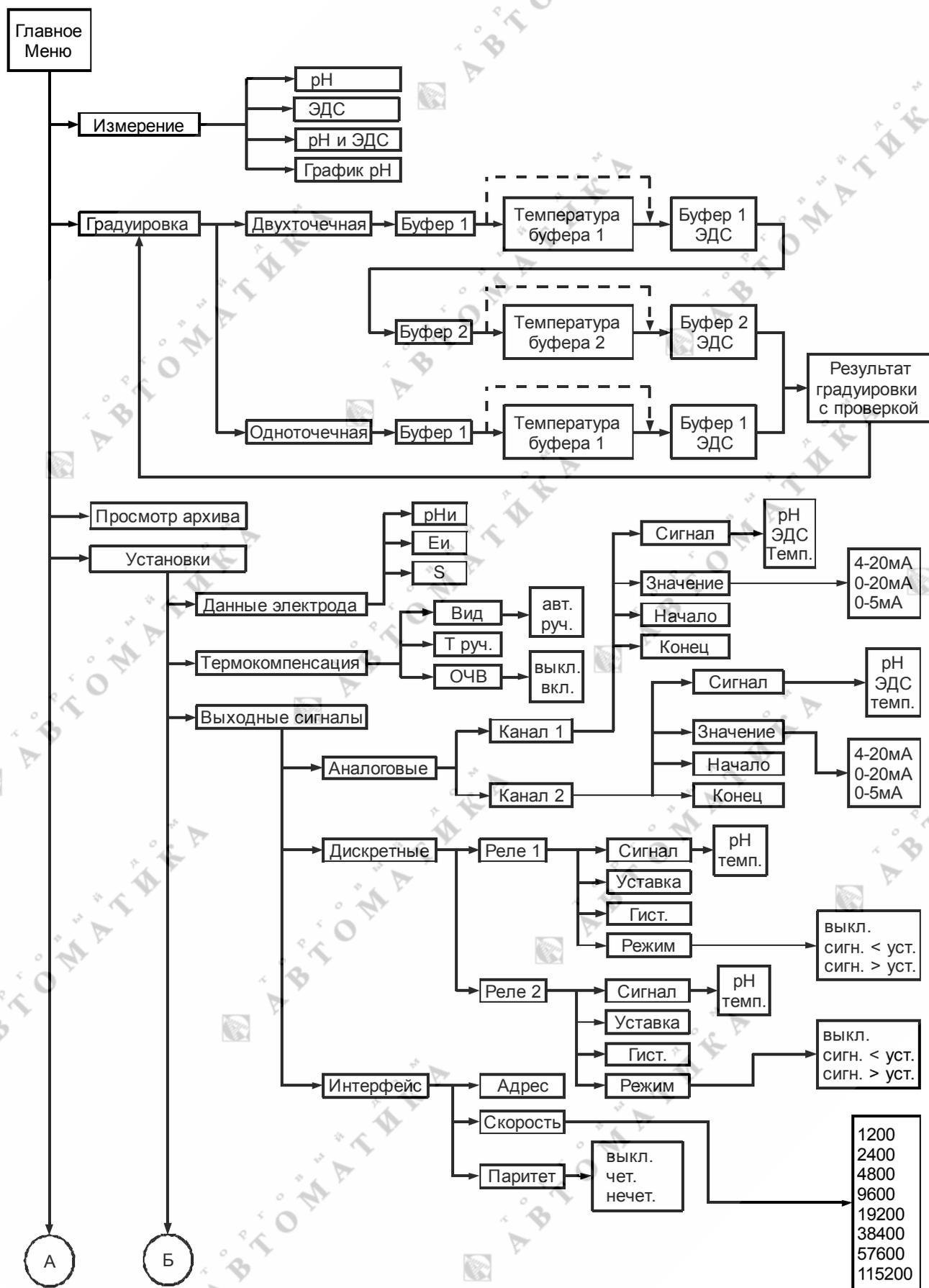
Восст. зав. настр?

**Да**      Нет

**Восстановлены  
успешно!**

Рис. 5. Восстановление заводских настроек

### Блок-схема алгоритма работы прибора



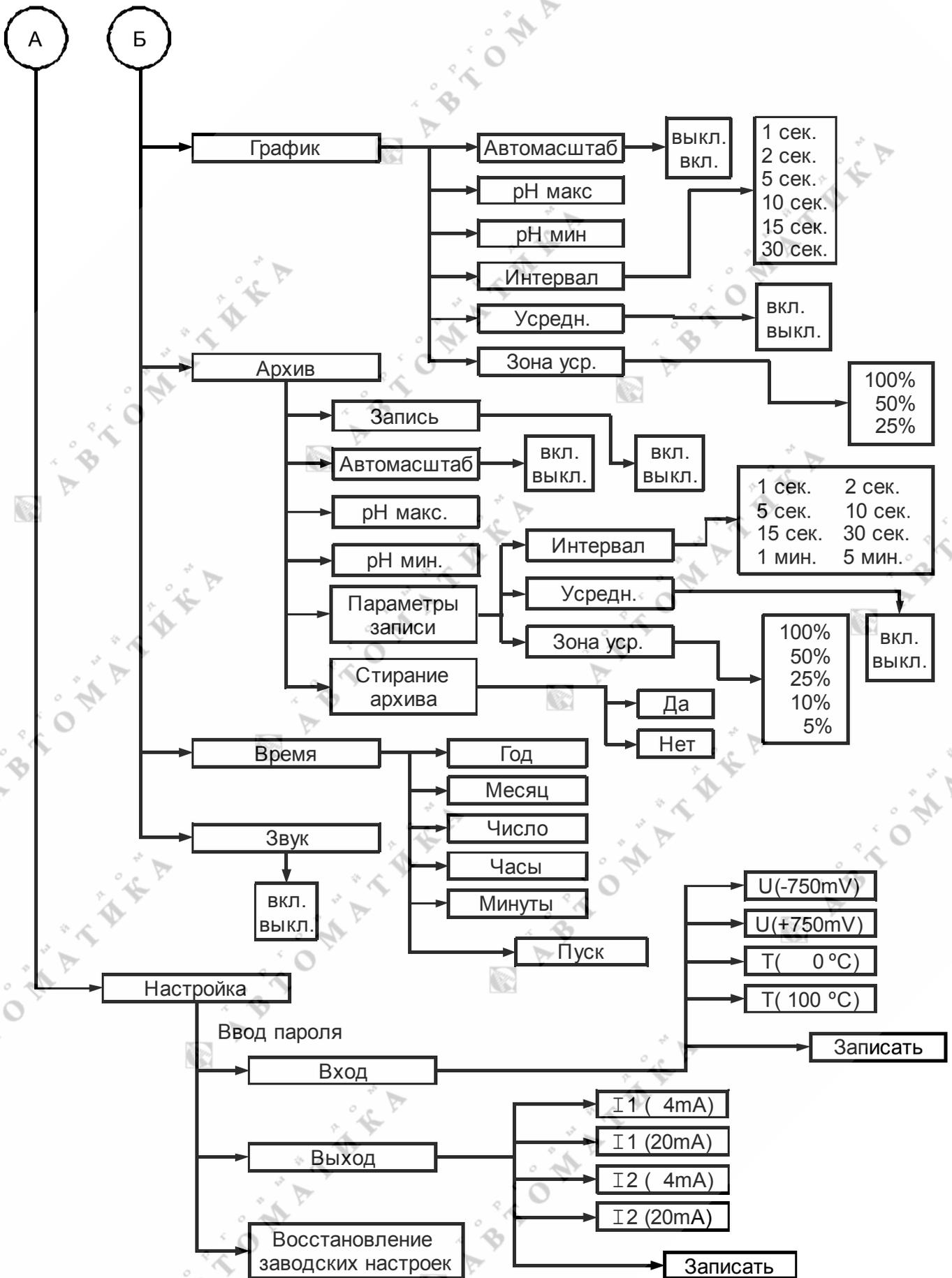
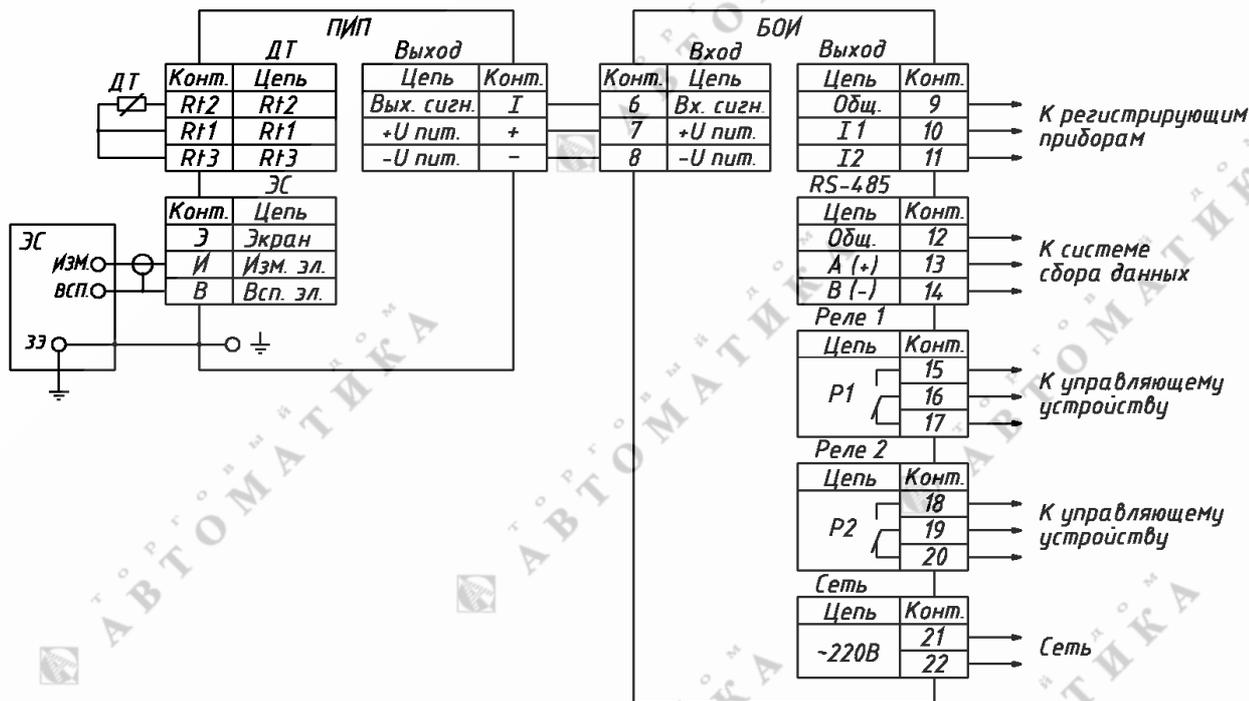
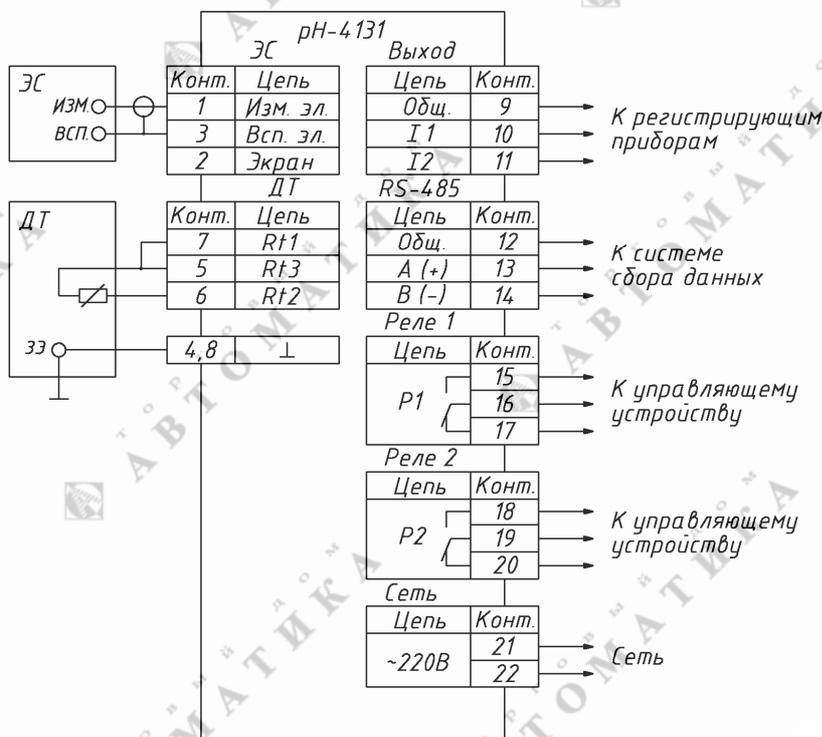


Схема внешних соединений



«ЗЭ» – заземляющий электрод, обеспечивающий контакт с раствором; в ПИП прибора рН-4110 функцию ЗЭ выполняет арматура

Рис. 1. Прибор рН-4110



«ЗЭ» – заземляющий электрод, обеспечивающий контакт с раствором; в приборе рН-4131 функцию ЗЭ может выполнять корпус датчика температуры

Рис. 2. Прибор рН-4131

Габаритные и монтажные размеры

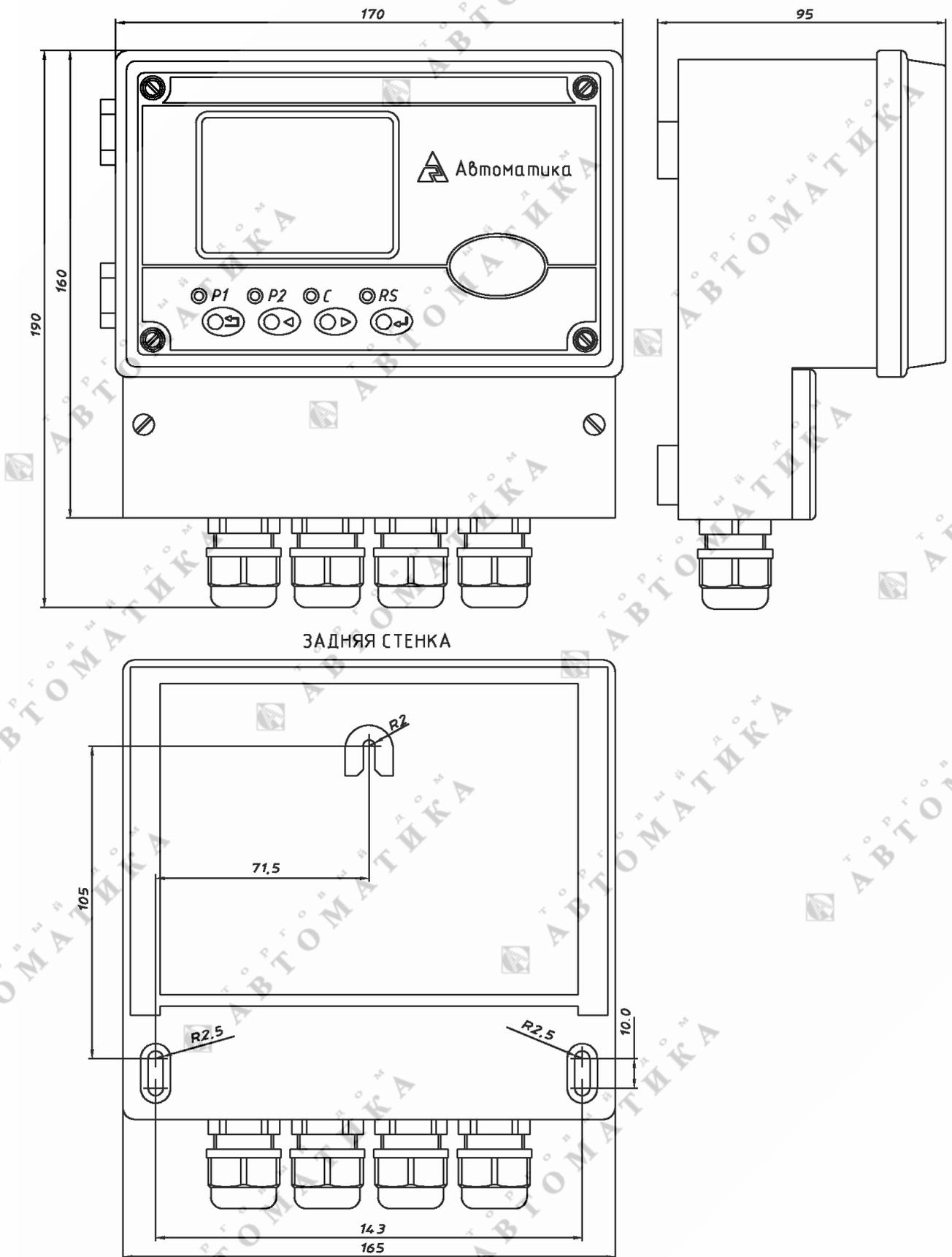


Рис. 1. Прибор рН-4131 и БОИ прибора рН-4110

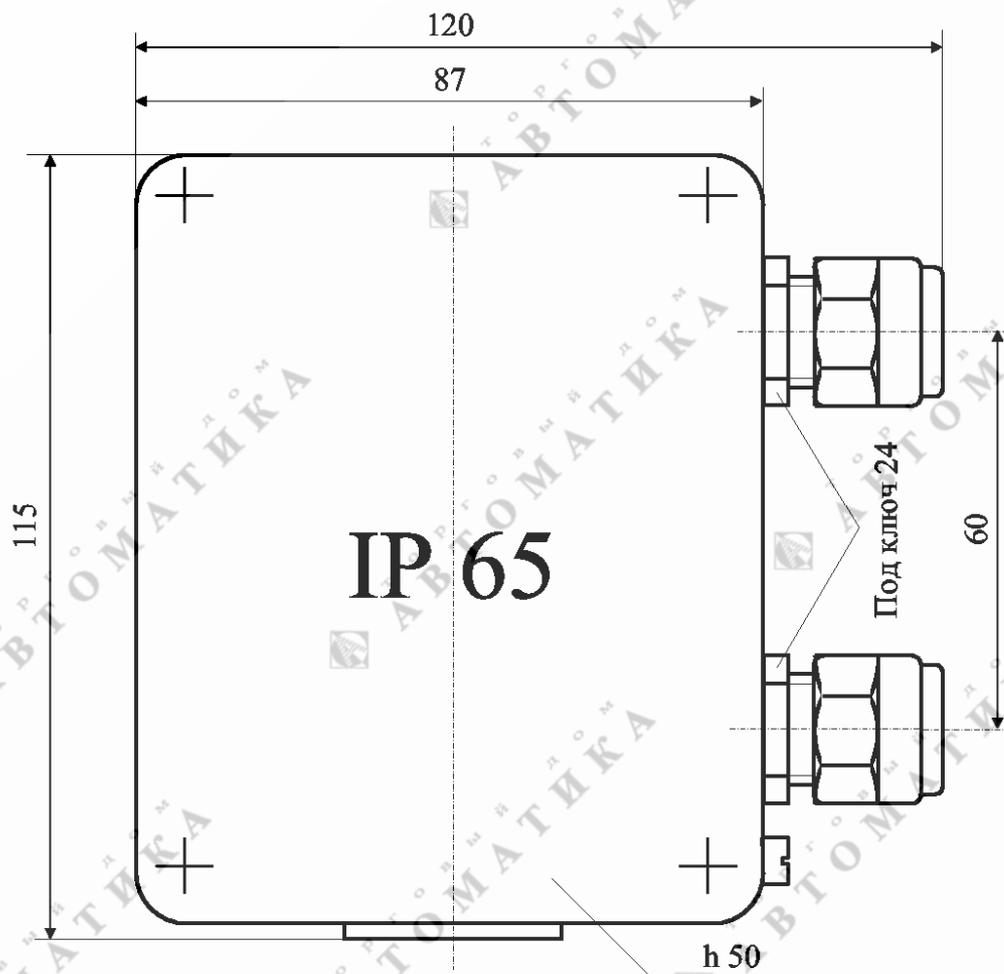
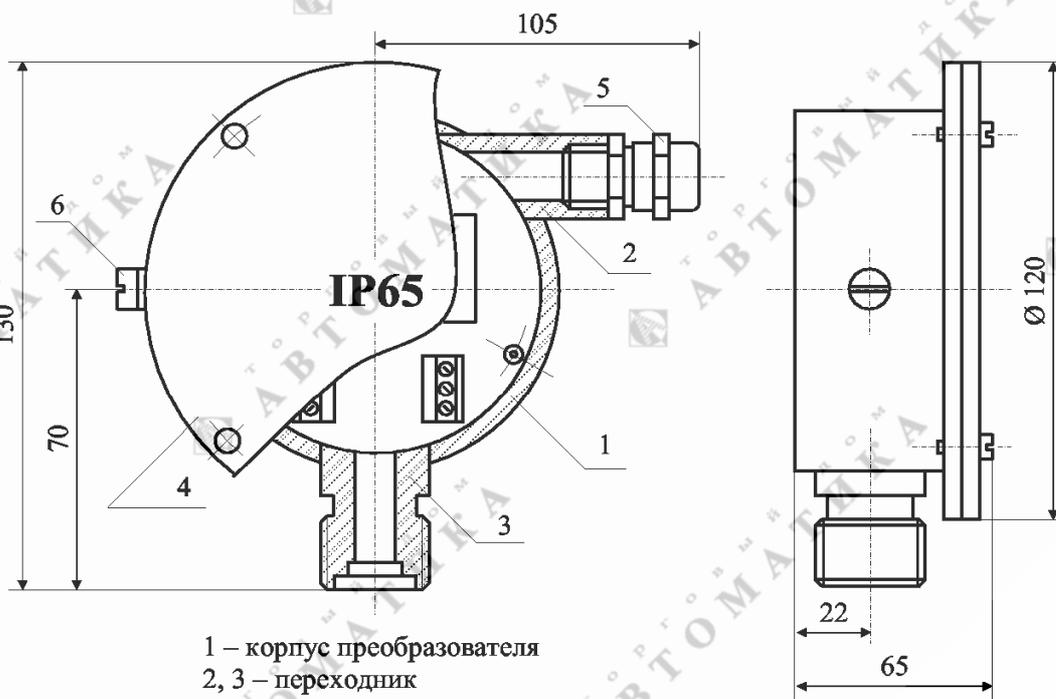


Рис. 2.1. Корпус ПИП прибора рН-4110.ДП.Х.Х



- 1 – корпус преобразователя
- 2, 3 – переходник
- 4 – крышка
- 5 – кабельный ввод
- 6 – винт заземления

Рис. 2.2. Корпус ПИП прибора рН-4110.НП.Х.Х

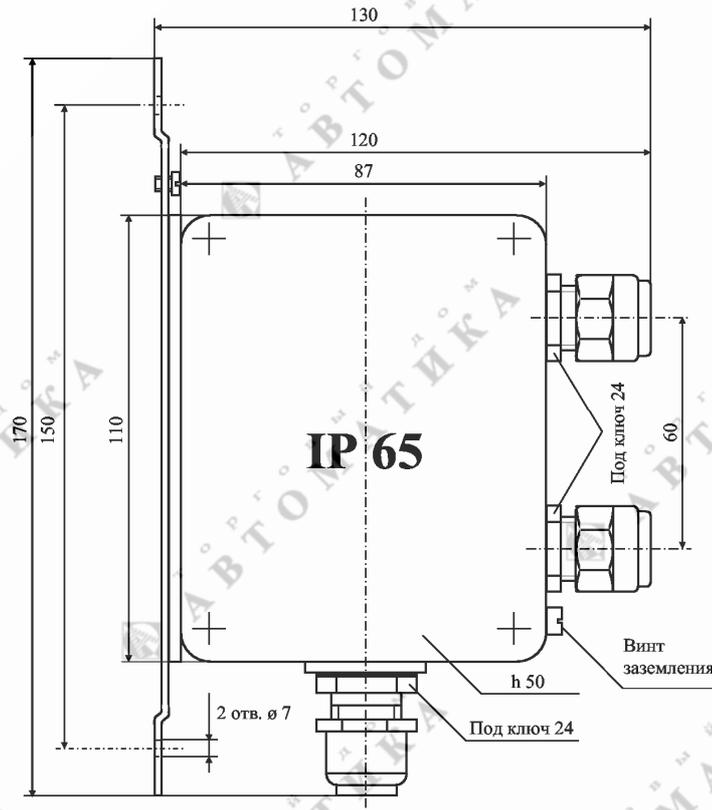


Рис. 2.3. Корпус ПИП прибора рН-4110.ДП.Х.Х для использования арматуры ДПг-4М и ДМ-5М

Таблица значений рН буферных растворов 2-го разряда

°С	Калий тетраоксалат (0,05 моль/кг)	Калий гидротартрат (на- сыщенный раствор при 25 °С)	Калий гидротартрат (0,05 моль/кг)	Натрий моногидро- фосфат (0,025 моль/кг) + калий дигидрофосфат (0,025 моль/кг)	Натрий тетраборат (0,01 моль/кг)	Натрий гидрокарбонат (0,025 моль/кг) + натрий карбонат (0,025 моль/кг)
0	–	–	4,000	6,961	9,451	10,273
5	–	–	3,998	6,935	9,388	10,212
10	1,638	–	3,997	6,912	9,329	10,154
15	1,642	–	3,998	6,891	9,275	10,098
20	1,644	–	4,001	6,873	9,225	10,045
25	1,646	3,556	4,005	6,857	9,179	9,995
30	1,648	3,549	4,011	6,843	9,138	9,948
37	1,649	3,544	4,022	6,828	9,086	9,889
40	1,650	3,542	4,027	6,823	9,066	9,866
50	1,653	3,544	4,050	6,814	9,009	9,800
60	1,660	3,553	4,080	6,817	8,965	9,753
70	1,67	3,57	4,12	6,83	8,93	9,73
80	1,69	3,60	4,16	6,85	8,91	9,73
90	1,72	3,63	4,21	6,90	8,90	9,75
95	1,73	3,65	4,24	6,92	8,89	9,77

Таблица НСХ платиновых термопреобразователей сопротивления (ГОСТ 6651)

Температура, °С	Тип НСХ платинового термопреобразователя сопротивления			
	100П	1000П	Pt100	Pt1000
0	100,00	1000,0	100,00	1000,0
5	101,98	1019,8	101,95	1019,5
10	103,96	1039,6	103,90	1039,0
15	105,94	1059,4	105,85	1058,5
20	107,92	1079,2	107,79	1077,9
25	109,89	1098,9	109,73	1097,3
30	111,86	1118,6	111,67	1116,7
35	113,82	1138,2	113,61	1136,1
40	115,78	1157,8	115,54	1155,4
45	117,74	1177,4	117,47	1174,7
50	119,70	1197,0	119,40	1194,0
55	121,65	1216,5	121,32	1213,2
60	123,61	1236,1	123,24	1232,4
65	125,55	1255,5	125,16	1251,6
70	127,50	1275,0	127,08	1270,8
75	129,44	1294,4	128,99	1289,9
80	131,38	1313,8	130,90	1309,0
85	133,32	1333,2	132,80	1328,0
90	135,25	1352,5	134,71	1347,1
95	137,18	1371,8	136,61	1366,1
100	139,11	1391,1	138,51	1385,1