

42 1522

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «ВЗОР»

Е. В. Киселев

« 04 » 12 2016 г.



pH-МЕТР

МАРК-902

Руководство по эксплуатации

ВР31.00.000РЭ

СОГЛАСОВАНО

Главный конструктор ООО «ВЗОР»

 А. К. Родионов

« 04 » 12 2016 г.

Зам. гл. конструктора

 К. Е. Крюков

« 04 » 12 2016 г.

Зам. гл. конструктора

 А. С. Конашов

« 04 » 12 2016 г.

г. Нижний Новгород
2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Основные параметры и размеры.....	6
1.3 Технические характеристики	10
1.4 Состав изделия.....	15
1.5 Устройство и принцип работы.....	16
1.6 Маркировка.....	28
1.7 Упаковка.....	30
1.8 Средства измерений, инструмент, принадлежности	31
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	32
2.1 Эксплуатационные ограничения	32
2.2 Меры безопасности	32
2.3 Подготовка рН-метра к работе.....	33
2.4 Включение рН-метра	44
2.5 Экраны измерений	45
2.6 Экраны режима контроля и изменения параметров настройки	46
2.7 Градуировка рН-метра	53
2.8 Проведение измерений	62
2.9 Завершение работы с рН-метром.....	63
2.10 Экраны предупреждений.....	64
2.11 Экраны неисправностей рН-метра	65
2.12 Возможные неисправности и методы их устранения.....	66
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	75
3.1 Общие указания.....	75
3.2 Меры безопасности	76
3.3 Порядок технического обслуживания.....	76
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ.....	78
4.1 Общие сведения.....	78
4.2 Подготовка рН-метра.....	78
4.3 Упаковка рН-метра.....	79
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	80
6 ХРАНЕНИЕ	81

ПРИЛОЖЕНИЕ А1. Методика поверки	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Значения рН стандартных буферных растворов в зависимости от температуры	101
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Реализованная в рН-метре функция зависимости значения рН сильно разбавленных растворов щелочей и кислот от температуры анализируемой среды	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Протокол обмена ВЗОР с внешним устройством по цифровому интерфейсу	103
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Протокол обмена ModBus RTU с внешним устройством по цифровому интерфейсу	110

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения технических характеристик рН-метра МАРК-902 (далее – рН-метр) и правил его эксплуатации.

рН-метр соответствует требованиям ГОСТ 27987-88 «Анализаторы жидкости потенциометрические ГСП», технических условий ТУ 4215-024-39232169-2006 и комплекта конструкторской документации ВР31.00.000.

1 ВНИМАНИЕ: Конструкции электродов и блока преобразовательного содержат стекло. Их **НЕОБХОДИМО ОБЕРЕГАТЬ ОТ УДАРОВ!**

2 ВНИМАНИЕ: В изделии используется пленочная клавиатура. **ИЗБЕГАТЬ НАЖАТИЯ КНОПОК ОСТРЫМИ ПРЕДМЕТАМИ!**

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Наименование и обозначение изделия

Обозначение рН-метра при его заказе и в документации другой продукции, в которой он применяется, включает:

	МАРК-902	X	/	X	/	X
Наименование рН-метра						
Исполнение рН-метра по типу блока датчиков: БД-902 (без знака); БД-902А – «А»; БД-902МП – «МП».						
Исполнение рН-метра по способу монтажа преобразователя: щитовой (без знака); настенный – «1».						
Исполнение рН-метра по номинальному напряжению питающей сети переменного тока: 220 В (без знака); 36 В – «36».						

Пример обозначения рН-метра при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

рН-метр с преобразователем щитового исполнения, блоком датчиков БД-902 с напряжением питания 220 В:

рН-метр МАРК-902 ТУ 4215-024-39232169-2006.

рН-метр с преобразователем настенного исполнения, блоком датчиков БД-902А с напряжением питания 36 В:

рН-метр МАРК-902А/1/36 ТУ 4215-024-39232169-2006.

рН-метр с преобразователем настенного исполнения, блоком датчиков БД-902МП с напряжением питания 220 В:

рН-метр МАРК-902МП/1 ТУ 4215-024-39232169-2006.

1.1.2 рН-метр предназначен для измерений показателя активности ионов водорода (рН) и температуры (°С) водных растворов, а также ЭДС (мВ) рН-электродов.

1.1.3 Область применения – измерение активности ионов водорода (рН) в водных растворах на объектах тепловой и атомной энергетики, химической, металлургической, фармацевтической промышленности, в сельском хозяйстве, в биологии и других отраслях.

1.1.4 Тип блока преобразовательного (далее – преобразователь):

- работающий с чувствительным элементом для измерений активности ионов водорода (рН);
- с гальваническим разделением входа и выхода;
- с устройством индикации;
- с двумя каналами измерений;
- в виде блоков для щитового либо настенного монтажа;
- с преобразованием результатов измерений в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока и обменом информацией по интерфейсу RS-485.

1.1.5 Тип чувствительного элемента:

- проточно-погружной (блоки датчиков БД-902 и БД-902А);
- магистрально-погружной (блок датчиков БД-902МП).

Типы применяемых электродов в зависимости от исполнения рН-метра приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Исполнение рН-метра МАРК-	Тип применяемых электродов	Изготовитель	
902, 902/1, 902/36, 902/1/36	Электрод стеклянный ЭС-10601/7(К80.7)	ООО НПО «Измерительная техника ИТ», г. Москва, Россия	
	Электрод сравнения ЭСр-10106-3,0(К80.4)		
902А, 902А/1, 902А/36, 902А/1/36, 902МП, 902МП/1, 902МП/36, 902МП/1/36	Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7		
902А, 902А/1, 902А/36, 902А/1/36, 902МП, 902МП/1, 902МП/36, 902МП/1/36	Комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837		JUMO GmbH & CO, Fulda Germany
	рН-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800		Mettler-Toledo GmbH, Germany
	Комбинированный рН-электрод ID 4510	GonDo, Тайвань	
	Комбинированный рН-электрод ASPA3111-100-2.1M	Nengshi, Китай	
	Комбинированный рН-электрод SZ 195.2	B&C Electronics, Италия	
Примечание – Типы применяемых электродов определяются при заказе рН-метра.			

1.1.6 Тип рН-метра – с предварительным электронным усилителем, гальванически развязанным от преобразователя и установленным в непосредственной близости от электродов с целью увеличения допустимого расстояния между преобразователем и электродной системой.

1.2 Основные параметры и размеры

1.2.1 Вид климатического исполнения рН-метра – УХЛ 4 по ГОСТ 15150-69, но при этом температура окружающего воздуха при эксплуатации должна быть от плюс 5 до плюс 50 °С.

1.2.2 По устойчивости к воздействиям температуры и влажности группа исполнения рН-метра по ГОСТ Р 52931-2008 – В4.

1.2.3 По устойчивости к механическим воздействиям группа исполнения рН-метра по ГОСТ Р 52931-2008 – L1.

1.2.4 По устойчивости к воздействию атмосферного давления исполнение рН-метра по ГОСТ Р 52931-2008 – Р1.

1.2.5 Степень защиты узлов рН-метра, обеспечиваемая оболочкой по ГОСТ 14254-96, соответствует таблице 1.2.

Таблица 1.2

Исполнение рН-метра МАРК-	Наименование узлов	Степень защиты по ГОСТ 14254-96 (код IP)
902, 902/36, 902/1, 902/1/36, 902А, 902А/36, 902А/1, 902А/1/36, 902МП, 902МП/36, 902МП/1, 902МП/1/36	Блок преобразовательный	IP65
902, 902/36, 902/1, 902/1/36, 902А, 902А/36, 902А/1, 902А/1/36	Блок усилителя	IP62
902МП, 902МП/36,	Блок датчиков БД-902МП	IP68
902МП/1, 902МП/1/36	Коробка клеммная	IP62

1.2.6 Параметры анализируемой среды

Параметры анализируемой среды (водных растворов) соответствуют таблице 1.3.

Таблица 1.3

Тип применяемых электродов	Параметры анализируемой среды (водных растворов)		Диапазон температурной компенсации рН-метра, °С	Диапазон измерений рН
	Давление, МПа, не более	Температура, °С		
Электрод стеклянный ЭС-10601/7(К80.7)	0,000	от 0 до плюс 50	от плюс 5 до плюс 50	от 0 до 12
Электрод сравнения ЭСр-10106-3,0(К80.4)				
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7	0,025	от 0 до плюс 60	от плюс 5 до плюс 60	

Продолжение таблицы 1.3

Тип применяемых электродов	Параметры анализируемой среды (водных растворов)		Диапазон температурной компенсации рН-метра, °С	Диапазон измерений рН
	Давление, МПа, не более	Температура, °С		
Комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	1,000	от 0 до плюс 60	от плюс 5 до плюс 60	от 0 до 12(14)*
рН-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800	1,300			от 0 до 14
Комбинированный рН-электрод ID 4510	0,020			
Комбинированный рН-электрод ASPA3111-100-2.1M	0,600			
Комбинированный рН-электрод SZ 195.2	1,000			

* – кратковременно.

1.2.7 Рабочие условия эксплуатации

1.2.7.1 Температура окружающего воздуха, °С от плюс 5 до плюс 50.

1.2.7.2 Относительная влажность окружающего воздуха при температуре плюс 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более 80.

1.2.7.3 Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

1.2.8 Электрическое питание рН-метра осуществляется от сети однофазного переменного тока напряжением 220 либо 36 В в зависимости от исполнения, при частоте (50 ± 1) Гц, с допускаемым отклонением напряжения питания от минус 15 до плюс 10 %.

1.2.9 Потребляемая мощность при номинальном значении напряжения питания, В·А, не более 10.

1.2.10 рН-метр обеспечивает работу с электродными системами, ЭДС которых соответствует следующему уравнению:

$$E = E_i + S_i(pH - pH_i), \tag{1.1}$$

где E – ЭДС электродной системы, мВ;

E_i, pH_i – координаты изопотенциальной точки электродной системы, мВ, рН;

pH – активность ионов водорода, рН;

S_i – крутизна характеристики электродной системы, мВ/рН.

Значение S_i определяется выражением:

$$S_i = -0,1984 \cdot (273,16 + t) \cdot K_s, \quad (1.2)$$

где t – температура анализируемой среды, °С;

K_s – коэффициент, принимающий значение от 0,8 до 1,01, позволяющий учитывать отклонение крутизны электродной системы от теоретического значения, для которого $K_s = 1$.

1.2.11 В режиме измерений активности ионов водорода рН-метр обеспечивает настройку на параметры электродной системы, приведенные в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Крутизна водородной характеристики электродной системы в ее линейной части, мВ/рН, не менее	Координаты изопотенциальной точки электродной системы	
	E_i , мВ	pH_i , рН
- 57,0 (при температуре 20 °С)	- 14 ± 54	7,0 ± 0,3

1.2.12 Габаритные размеры и масса основных узлов рН-метра соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Исполнение рН-метра МАРК-	Наименование узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
902, 902/36, 902А, 902А/36, 902МП, 902МП/36	Блок преобразовательный щитового исполнения (без кабеля)	252×146×115	2,60
902/1, 902/1/36, 902А/1, 902А/1/36, 902МП/1, 902МП/1/36	Блок преобразовательный настенного исполнения (без кабеля)	266×170×95	
902, 902/36, 902/1, 902/1/36	Блок датчиков БД-902:		
	– блок усилителя;	120×83×30	0,30
	– датчик температуры;	Ø11×128	0,05
	– электрод стеклянный ЭС-10601/7;	Ø12×170	0,07
	– электрод сравнения ЭСр-10106-3,0.	Ø10/26×230	0,10

Продолжение таблицы 1.5

Исполнение рН-метра МАРК-	Наименование узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
902А, 902А/36, 902А/1, 902А/1/36	Блок датчиков БД-902А: – блок усилителя; – датчик температуры; – рН-электрод: • электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7; • комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837; • рН-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800; • комбинированный рН-электрод ID 4510 (без кабеля); • комбинированный рН-электрод ASPA3111-100-2.1М (без кабеля); • комбинированный рН-электрод SZ 195.2 (без кабеля).	120×83×30 Ø11×128 Ø12×160 20×170 21×175 21×165 21×155 Ø17×130	0,30 0,05 0,10 0,05 0,05 0,04 0,04 0,03
902МП, 902МП/36 902МП/1, 902МП/1/36	Блок датчиков БД-902МП	Ø60×275	1,60

1.2.13 Показатели надежности:

- средняя наработка на отказ (за исключением электродов), ч, не менее..... 40000;
- среднее время восстановления работоспособности, ч, не более 2;
- средний срок службы рН-метров (с учетом замены электродов), лет, не менее 10.

1.3 Технические характеристики

1.3.1 Диапазон измерений активности ионов водорода (рН) рН-метра (в зависимости от типа применяемого электрода), рН от 0 до 14.

1.3.2 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН при температуре анализируемой среды ($25,0 \pm 0,2$) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, рН:

- с блоком датчиков БД-902 $\pm 0,05$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800 или комбинированным рН-электродом SZ 195.2 $\pm 0,05$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным рН-электродом ID 4510 или комбинированным рН-электродом ASPA3111-100-2.1М $\pm 0,20$.

1.3.3 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН, вызванной изменением температуры анализируемой среды в диапазоне температурной компенсации рН-метра (погрешность температурной компенсации рН-метра), рН:

- с блоком датчиков БД-902 $\pm 0,10$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным рН-электродом ASPA3111-100-2.1М... $\pm 0,10$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным рН-электродом SZ 195.2, с комбинированным рН-электродом ID 4510 $\pm 0,20$.

1.3.4 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности рН-метра для исполнений МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36, МАРК-902МП, МАРК-902МП/36, МАРК-902МП/1, МАРК-902МП/1/36 при измерении рН, вызванной изменением давления анализируемой среды в диапазоне от 0 до верхнего предела в соответствии таблицей 1.3, рН 0,10.

1.3.5 Диапазон измерений температуры анализируемой среды, °С:

- с блоком датчиков БД-902 от 0 до плюс 50;
- с блоком датчиков БД-902МП от 0 до плюс 60;
- с блоком датчиков БД-902А с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo) от 0 до плюс 60;
- с блоком датчиков БД-902А с комбинированным рН-электродом ID 4510 от 0 до плюс 90;
- с блоком датчиков БД-902А с рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным рН-электродом SZ 195.2, комбинированным рН-электродом ASPA3111-100-2.1М от 0 до плюс 100.

1.3.6 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении температуры анализируемой среды при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, °С $\pm 0,3$.

1.3.7 Диапазон измерений преобразователя:

- при измерении рН, рН от 0 до 15;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ от минус 1000 до плюс 1000.

1.3.8 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя при температуре анализируемой среды ($25,0 \pm 0,2$) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С:

- при измерении рН, рН $\pm 0,02$;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ ± 2 .

1.3.9 Пределы допускаемой погрешности температурной компенсации преобразователя при измерении рН, в диапазоне, указанном в таблице 1.3 (в зависимости от типа применяемого электрода), рН $\pm 0,03$.

1.3.10 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые ± 10 °С от нормальной (20 ± 5) °С в пределах рабочего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С:

- при измерении рН, рН $\pm 0,01$;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ $\pm 1,5$.

1.3.11 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя, вызванной изменением напряжения питания от номинального значения 220 либо 36 В на плюс 10 % и минус 15 %:

- при измерении рН, рН $\pm 0,01$;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ ± 1 .

1.3.12 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя, вызванной влиянием внешнего магнитного поля напряженностью до 400 А/м:

- при измерении рН, рН $\pm 0,02$;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ ± 1 .

1.3.13 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной влиянием сопротивления в цепи измерительного электрода на каждые 500 МОм в диапазоне изменения от 0 до 1000 МОм:

- при измерении рН, рН ± 0,005;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ ± 0,5.

1.3.14 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной влиянием сопротивления в цепи вспомогательного электрода на каждые 10 кОм в диапазоне изменения от 0 до 20 кОм:

- при измерении рН, рН ± 0,005;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ ± 0,5.

1.3.15 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя, вызванной влиянием напряжения постоянного тока ± 1,5 В в цепи «Земля-Раствор» на каждые 1000 Ом сопротивления вспомогательного электрода:

- при измерении рН, рН ± 0,002;
- при измерении ЭДС (для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36), мВ ± 0,2.

1.3.16 Преобразователь (для исполнений МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36) выдерживает в течение 2 ч перегрузку по входному сигналу, мВ ± 1250.

1.3.17 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя при измерении температуры, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждые ± 10 °С от нормальной (20 ± 5) °С в пределах рабочего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С, °С ± 0,1.

1.3.18 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя при измерении температуры, вызванной изменением напряжения питания от номинального значения 220 либо 36 В на плюс 10 % и минус 15 %, °С ± 0,1.

1.3.19 Стабильность показаний преобразователя при времени непрерывной работы не менее 24 ч, рН, не хуже ± 0,02.

1.3.20 Функция преобразования измеренного значения рН в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока (далее выходной ток) $I_{вых}$, мА, соответствует выражениям:

- для выходного тока в диапазоне от 4 до 20 мА на нагрузке, не превышающей 500 Ом:

$$I_{вых}^{4-20} = 4 + 16 \cdot \frac{X - X_{нач}}{X_{дан}}; \quad (1.3)$$

– для выходного тока в диапазоне от 0 до 5 мА на нагрузке, не превышающей 2 кОм:

$$I_{\text{вых}}^{0-5} = 5 \cdot \frac{X - X_{\text{нач}}}{X_{\text{диап}}}, \quad (1.4)$$

где X – измеренное значение рН;

$X_{\text{нач}}$ – значение нижнего предела «MIN» программируемого диапазона измерений рН по токовому выходу;

$X_{\text{диап}}$ – запрограммированный диапазон измерений рН по токовому выходу, определяемый как разность между значениями «MAX» и «MIN» программируемого диапазона измерений рН.

1.3.21 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, % от диапазона токового выхода $\pm 0,8$.

1.3.22 Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые $\pm 10^\circ\text{C}$ от нормальной $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ в пределах рабочего диапазона от плюс 5 до плюс 50°C , % от диапазона токового выхода $\pm 0,4$.

1.3.23 Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток, вызванной изменением напряжения питания от номинального значения 220 либо 36 В на плюс 10 % и минус 15 %, от диапазона токового выхода $\pm 0,4$.

1.3.24 Время установления выходных сигналов (показаний) преобразователя, с, не более 10.

1.3.25 Время установления выходных сигналов (показаний) рН-метра, мин, не более 15.

1.3.26 Время прогрева и установления теплового равновесия преобразователя, ч, не более 0,5.

1.3.27 Значения ширины программируемых поддиапазонов преобразователя (по выходному току) при измерении рН, рН 1; 1,5; 2,5; 5; 10.

1.3.28 Начальное значение поддиапазона (по выходному току), выбираемое с шагом 1 рН, рН от 0 до 10.

1.3.29 Состояние выхода измеренного значения рН, температуры либо ЭДС (для исполнений с блоками датчиков БД-902 и БД-902А) за пределы диапазона измерений сопровождается:

- включением индикатора «ПЕРЕГРУЗКА» и звукового сигнала;
- срабатыванием реле уставок;
- миганием на экране индикатора надписи «рН», « $^\circ\text{C}$ » либо «ЭДС».

1.3.30 Состояние выхода измеренного значения рН за нижнюю или верхнюю уставку сопровождается:

- появлением на экране индикатора одного из символов « \square » либо « \square »;
- срабатыванием реле уставок.

1.3.31 рН-метр осуществляет обмен информацией по интерфейсу RS-485.

1.4 Состав изделия

Состав рН-метра приведен в таблице 1.6.

Таблица 1.6

Наименование	Исполнение МАРК-											
	902	902/1	902/36	902/1/36	902А	902А/1	902А/36	902А/1/36	902МП	902МП/1	902МП/36	902МП/1/36
Блок преобразовательный (щитовое исполнение)	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○
Блок преобразовательный (настенное исполнение)	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●
Блок датчиков БД-902	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○
Блок датчиков БД-902А	○	○	○	○	●	●	●	●	○	○	○	○
Блок датчиков БД-902МП	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●
Кабель соединительный К902.5	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○
Кабель соединительный К902МП.L	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●
Кабель поверочный К902МП.2	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●
Комплект монтажных частей ВР37.03.000	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Комплект монтажных частей ВР49.06.000	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○

Условные обозначения:

- – входит в состав;
- – не входит в состав.

1.5 Устройство и принцип работы

1.5.1 Общие сведения о рН-метре

Внешний вид рН-метра исполнения МАРК-902/1 представлен на рисунке 1.1; исполнения МАРК-902А – на рисунке 1.2; исполнения МАРК-902МП – на рисунке 1.3.

рН-метр представляет собой двухканальный стационарный измерительный прибор, состоящий из следующих основных частей:

- блока преобразовательного настенного или щитового исполнения;
- блоков датчиков БД-902, БД-902А либо БД-902МП.

Блок датчиков соединяется с блоком преобразовательным кабелем длиной от 5 до 100 м.

Измеренное значение рН, температуры и ЭДС (для рН-метров исполнений МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36) выводятся на экран графического ЖК индикатора (в дальнейшем индикатор). При этом возможны режимы индикации первого либо второго канала, либо режим одновременной индикации двух каналов измерения.

По каждому каналу измерений рН в рН-метре имеется выходной ток в диапазонах от 0 до 5 мА либо от 4 до 20 мА. Установка выходного тока производится отдельно для каждого канала. Нижняя (0 либо 4 мА) и верхняя (5 либо 20 мА) границы диапазона выходного тока соответствуют значениям начала и конца запрограммированного поддиапазона измерения рН (по выходному току).

Дополнительно к выходным токам в диапазонах от 0 до 5 мА либо от 4 до 20 мА в меню рН-метра предусмотрена возможность установки по каждому каналу выходного тока от 0 до 20 мА.

Поддиапазоны измерений рН в каждом канале могут выбираться независимо друг от друга. Значения пределов выбранных поддиапазонов также отображаются на экране индикатора.

В соответствии с МУ 34-70-114-85 в рН-метре предусмотрено приведение измеренного значения pH_i к pH_{25} .

Диапазон приведения значений рН к pH_{25} , °С – от плюс 5 до плюс 50. Приведенное значение pH_{25} может быть выведено на индикатор.

Реализованная в рН-метре функция зависимости значения рН сильно разбавленных растворов кислот и щелочей от температуры анализируемой среды в виде графиков приведена в приложении В.

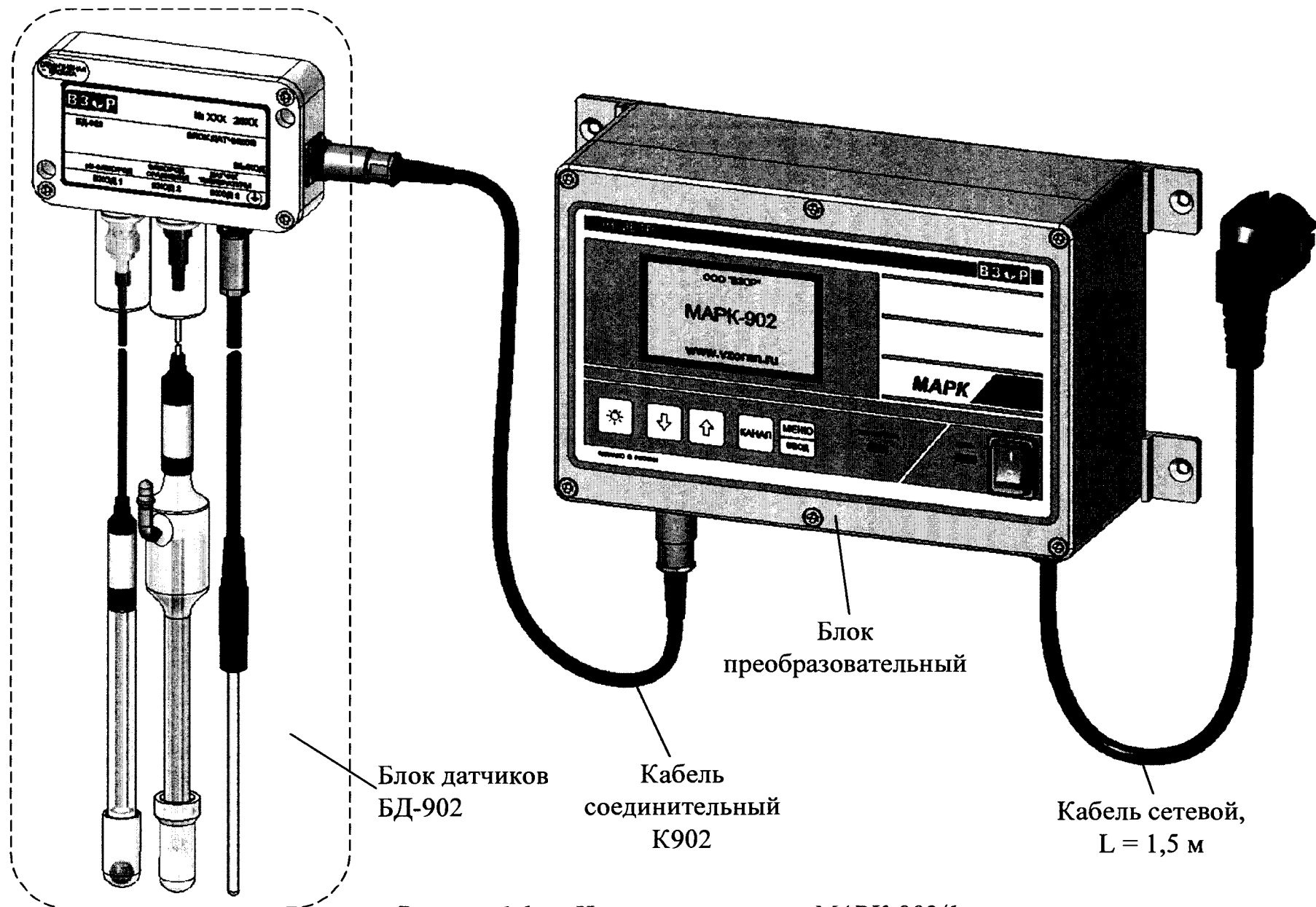
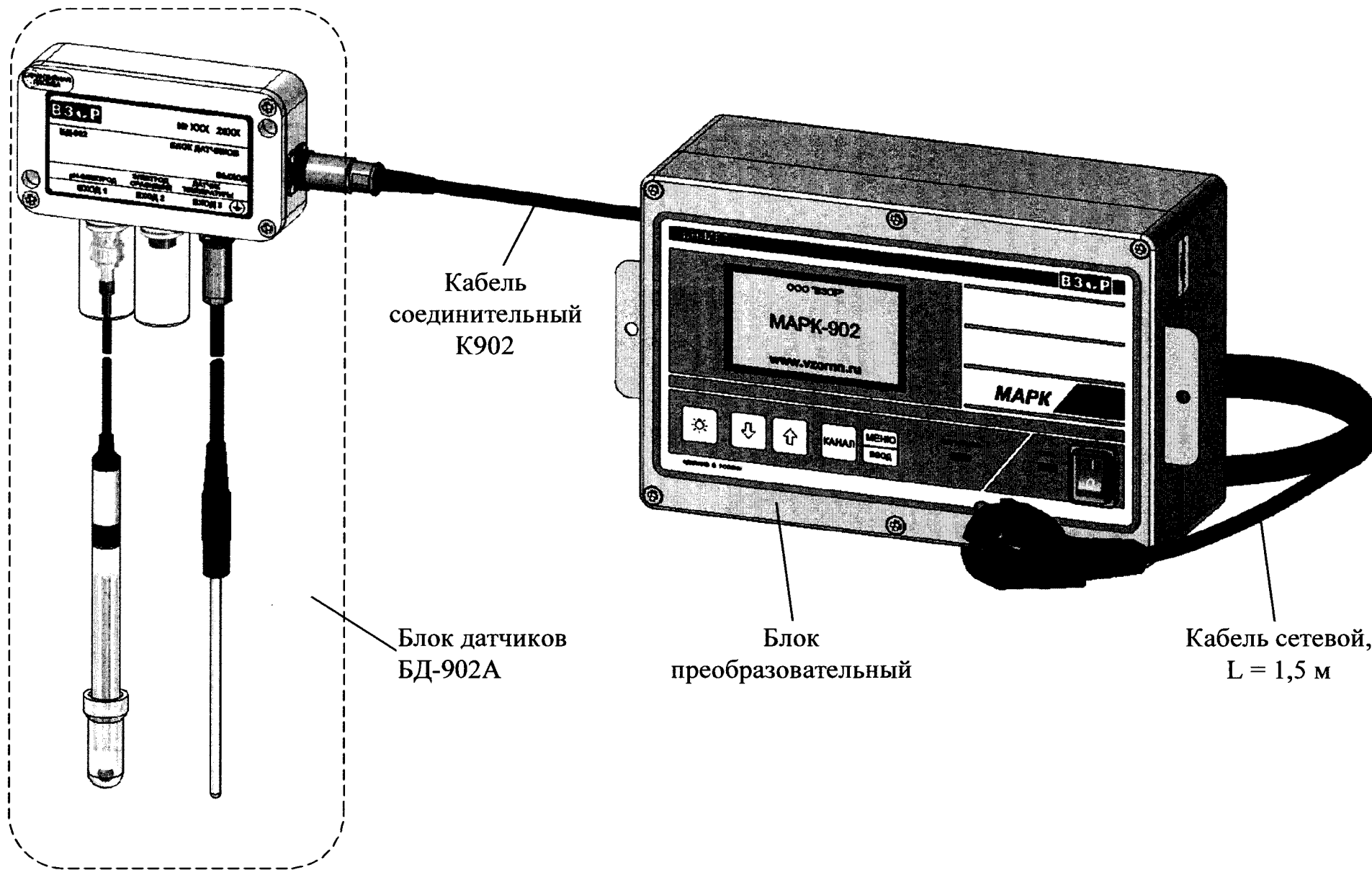


Рисунок 1.1 – рН-метр исполнения MAPK-902/1



Кабель
соединительный
К902

Блок датчиков
БД-902А

Блок
преобразовательный

Кабель сетевой,
L = 1,5 м

Рисунок 1.2 – рН-метр исполнения МАРК-902А

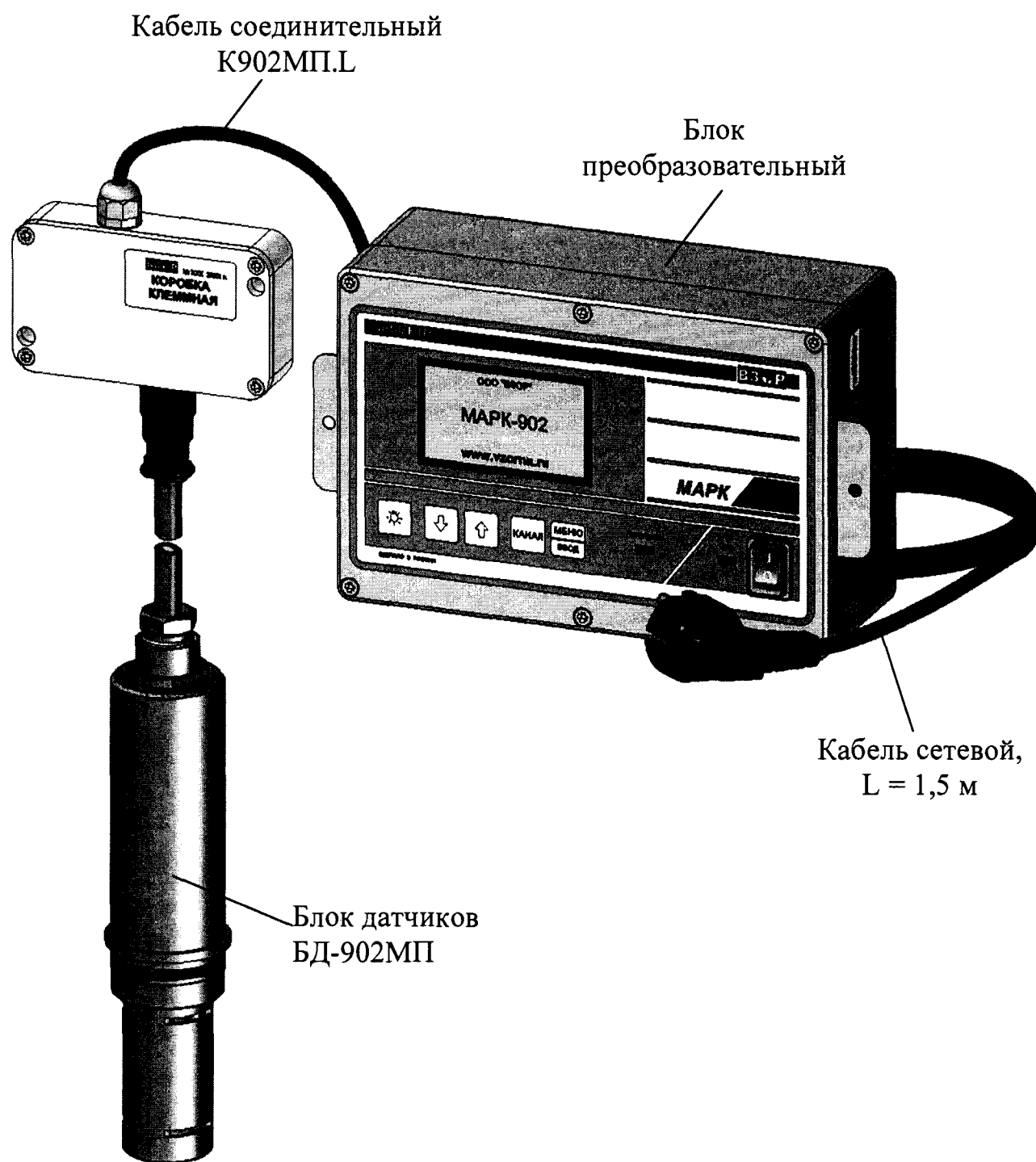


Рисунок 1.3 – рН-метр исполнения MARK-902МП

1.5.2 Принцип работы рН-метра

В основу работы рН-метра положен потенциометрический метод измерения рН контролируемого раствора.

Электродная система при погружении в контролируемый раствор развивает ЭДС, линейно зависящую от значения рН.

Сигнал (ЭДС) с электродной системы и сигнал с датчика температуры подаются на преобразователь, состоящий из блока усилителя и блока преобразовательного. В блоке усилителя сигналы усиливаются и преобразуются в цифровую форму и через кабель поступают на вход блока преобразовательного.

Измеренное значение ЭДС электродной системы в рН-метре пересчитывается в значение рН с учетом температуры анализируемого раствора, т.е. выполняется автоматическая термокомпенсация, которая компенсирует только изменение ЭДС электродной системы.

1.5.3 Составные части рН-метра

1.5.3.1 Блок преобразовательный

Преобразователь (блок преобразовательный) производит преобразование сигналов от электродной системы, индикацию результатов измерений на экране индикатора, преобразование результатов измерений в выходной ток, управление «сухими» контактами реле и обмен информацией по интерфейсу RS-485.

Преобразователь осуществляет отображение результатов измерений с разрешающей способностью в соответствии с таблицей 1.7.




Таблица 1.7

Индицируемый параметр	Диапазон индикации	Разрешающая способность
рН	от 0,00 до 99,99	0,01
ЭДС, мВ	от - 1000 до 1000	1
Температура « t », °С	от 0,0 до 99,9	0,1

Питание рН-метра осуществляется от сети переменного тока 220 В, 50 Гц либо 36 В, 50 Гц (в зависимости от исполнения).

Внешний вид блока преобразовательного (на примере щитового исполнения) показан на рисунках 1.4 и 1.5.

На передней панели блока преобразовательного расположены:

- экран индикатора, предназначенный для индикации измеренных значений рН, ЭДС и температуры, режимов работы рН-метра, а также для работы с экранными меню;
- кнопка «» для отключения, включения и настройки подсветки экрана индикатора;
- кнопки «», «» для передвижения по строкам меню в режиме контроля и изменения параметров и для изменения параметров настройки;
- кнопка «КАНАЛ» для изменения режима индикации (канала А, канала В либо обоих каналов), а также для некоторых операций в режиме МЕНЮ;
- кнопка « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » для входа в меню (включения режима контроля и изменения параметров) и подтверждения выбранных при программировании величин и режимов работы;
- переключатель «СЕТЬ» для включения и выключения питания рН-метра;
- световой индикатор «СЕТЬ», зеленого цвета, для индикации включения питания рН-метра;
- световой индикатор «ПЕРЕГРУЗКА», красного цвета, для индикации состояния перегрузки запрограммированных диапазонов измерений или выхода измеренного значения температуры за пределы диапазона.

На задней панели блока преобразовательного щитового исполнения в соответствии с рисунком 1.5 (на примере исполнения рН-метра МАРК-902) и на нижней панели блока преобразовательного настенного исполнения в соответствии с рисунком 1.6 (на примере исполнения рН-метра МАРК-902/1) расположены:


- два разъема «ДАТЧИК А» и «ДАТЧИК В» для подключения блоков датчиков к блоку преобразовательному;
- разъем «ТОКОВЫЙ ВЫХОД, СИГНАЛИЗАЦИЯ, RS-485» для подключения регистрирующих и исполнительных устройств и для подключения рН-метра к внешнему устройству;
- клемма «» для подключения защитного заземления к блоку преобразовательному;
- герметичный кабельный ввод сетевого кабеля «~220 В 50 Гц 10 В·А» либо «~36 В 50 Гц 10 В·А» (в зависимости от исполнения).



Рисунок 1.4 – Блок преобразовательный щитового исполнения (вид спереди)

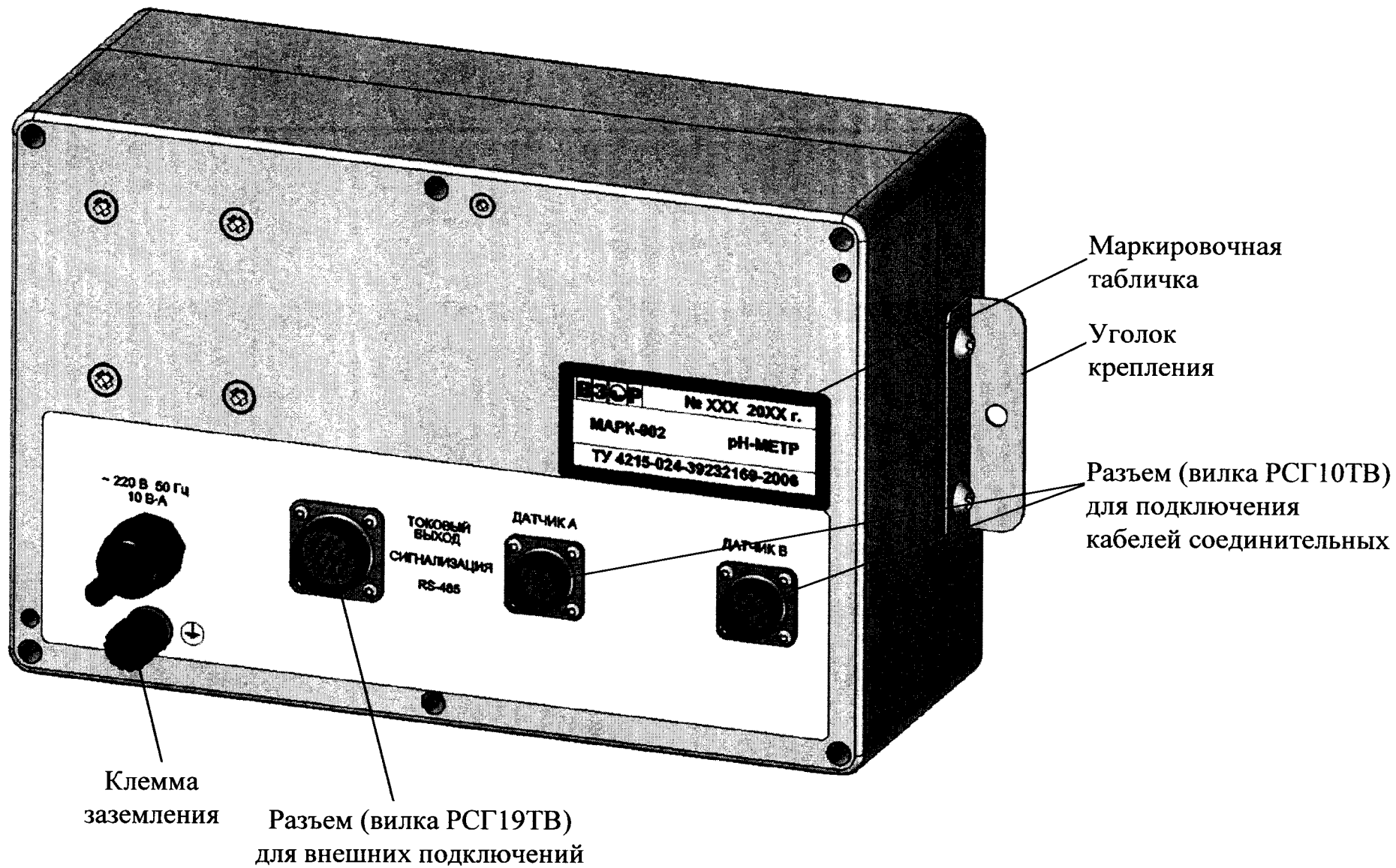
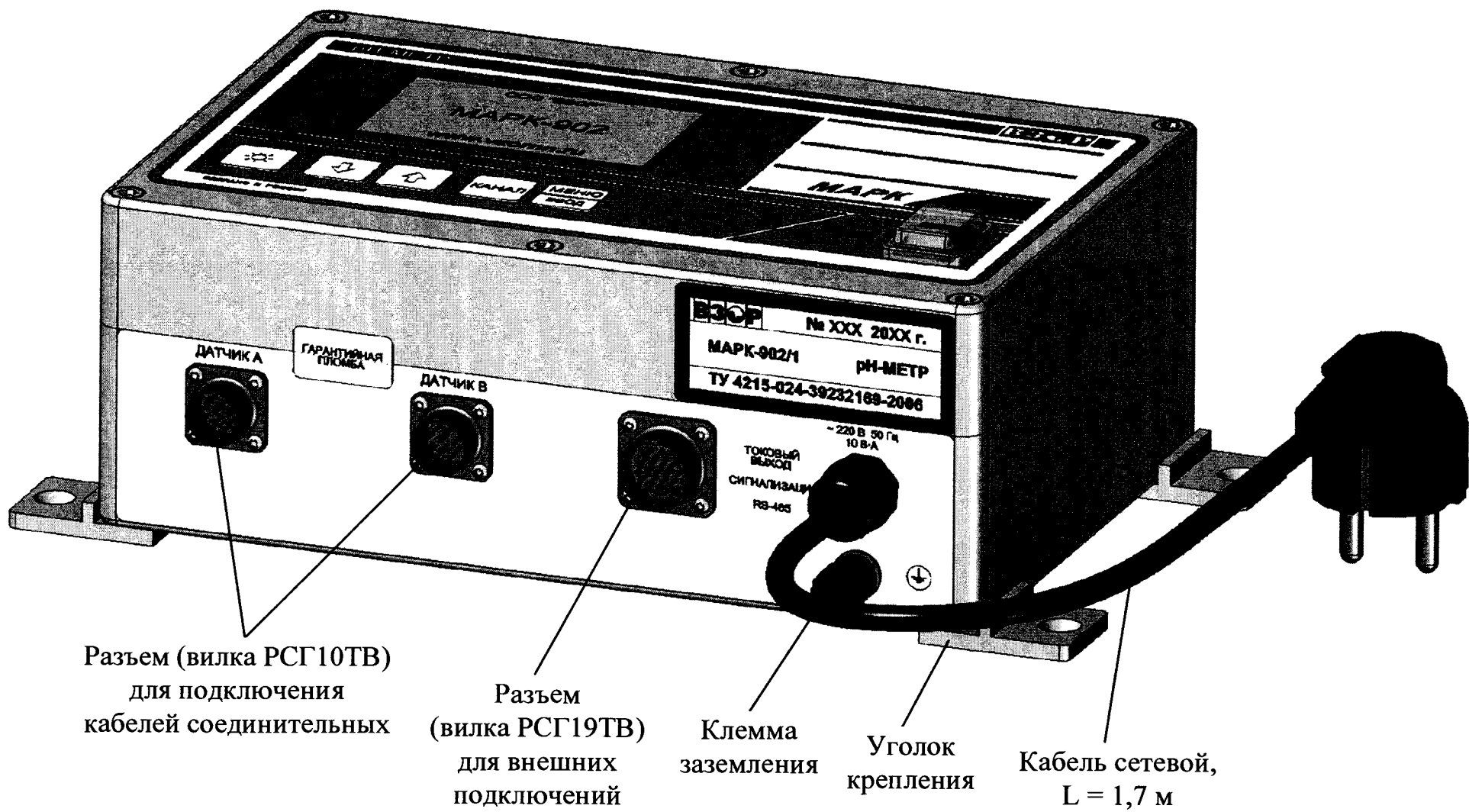


Рисунок 1.5 – Блок преобразовательный щитового исполнения (вид сзади)



Разъем (вилка РСГ10ТВ)
для подключения
кабелей соединительных

Разъем
(вилка РСГ19ТВ)
для внешних
подключений

Клемма
заземления

Уголок
крепления

Кабель сетевой,
L = 1,7 м

Рисунок 1.6 – Блок преобразовательный настенного исполнения (вид снизу)

1.5.3.2 Блок датчиков

Внешний вид блока датчиков БД-902 показан на рисунке 1.7, блока датчиков БД-902А – на рисунке 1.8, блока датчиков БД-902МП – на рисунке 1.9.

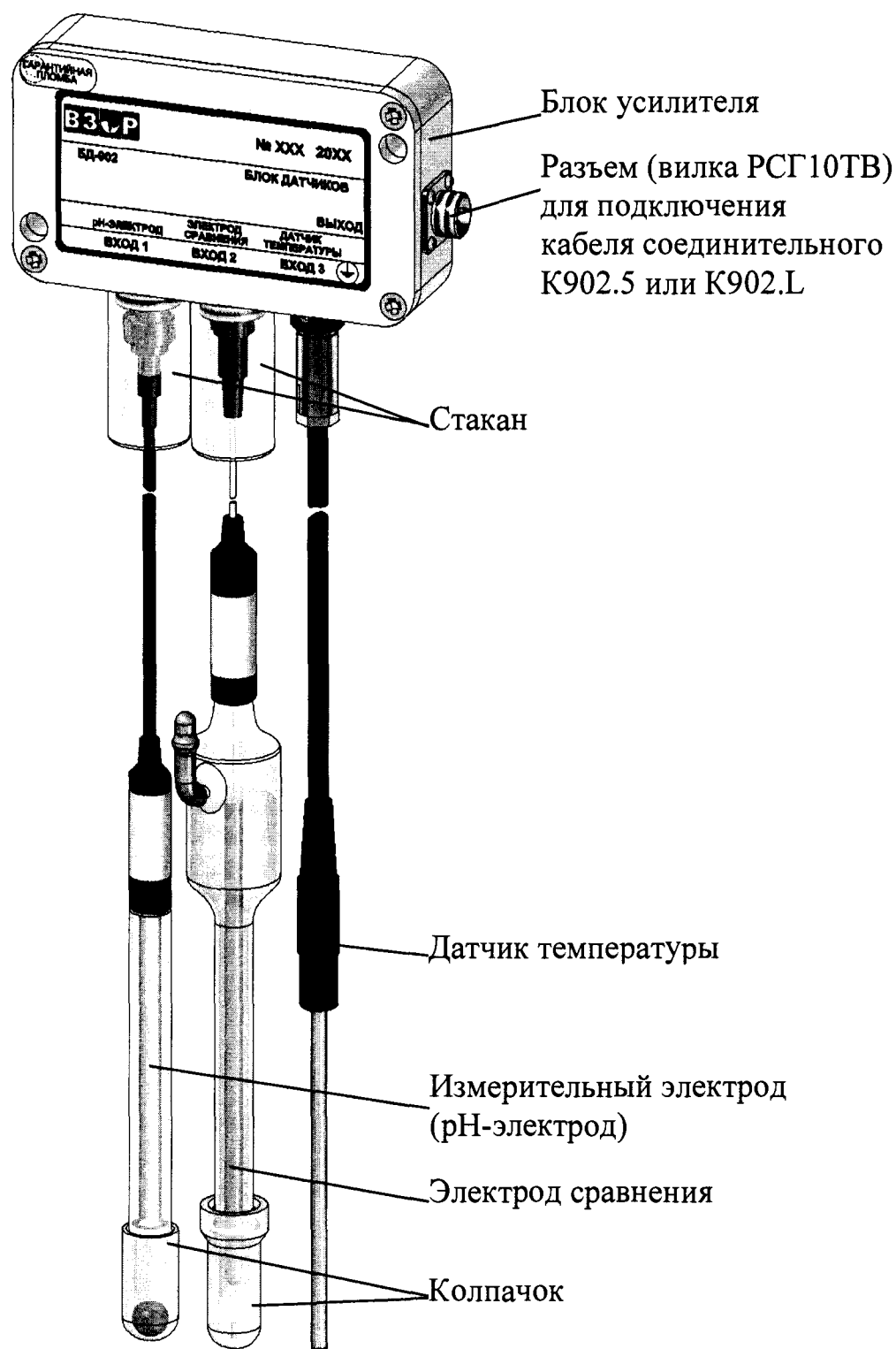


Рисунок 1.7 – Блок датчиков БД-902

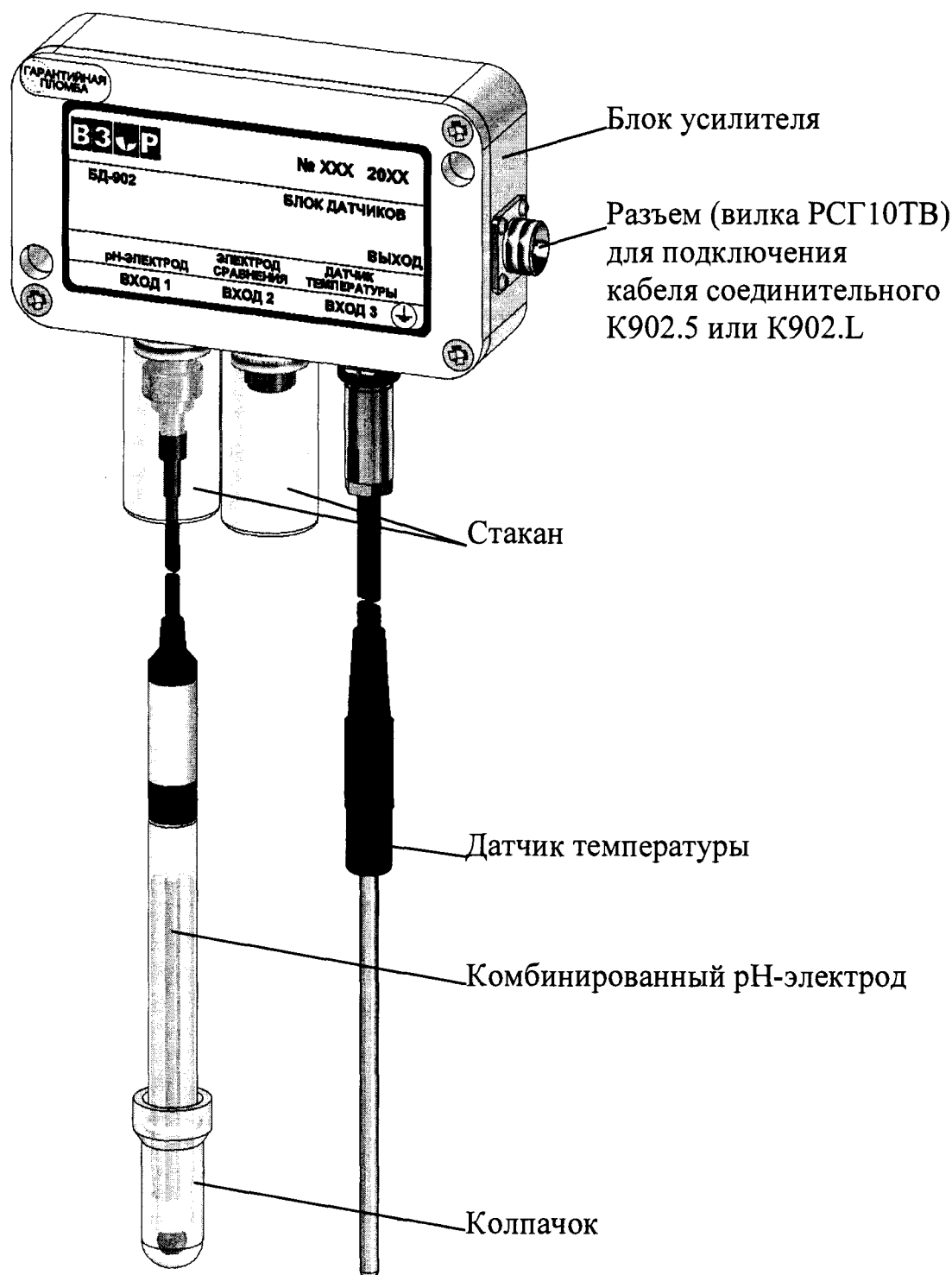


Рисунок 1.8 – Блок датчиков БД-902А

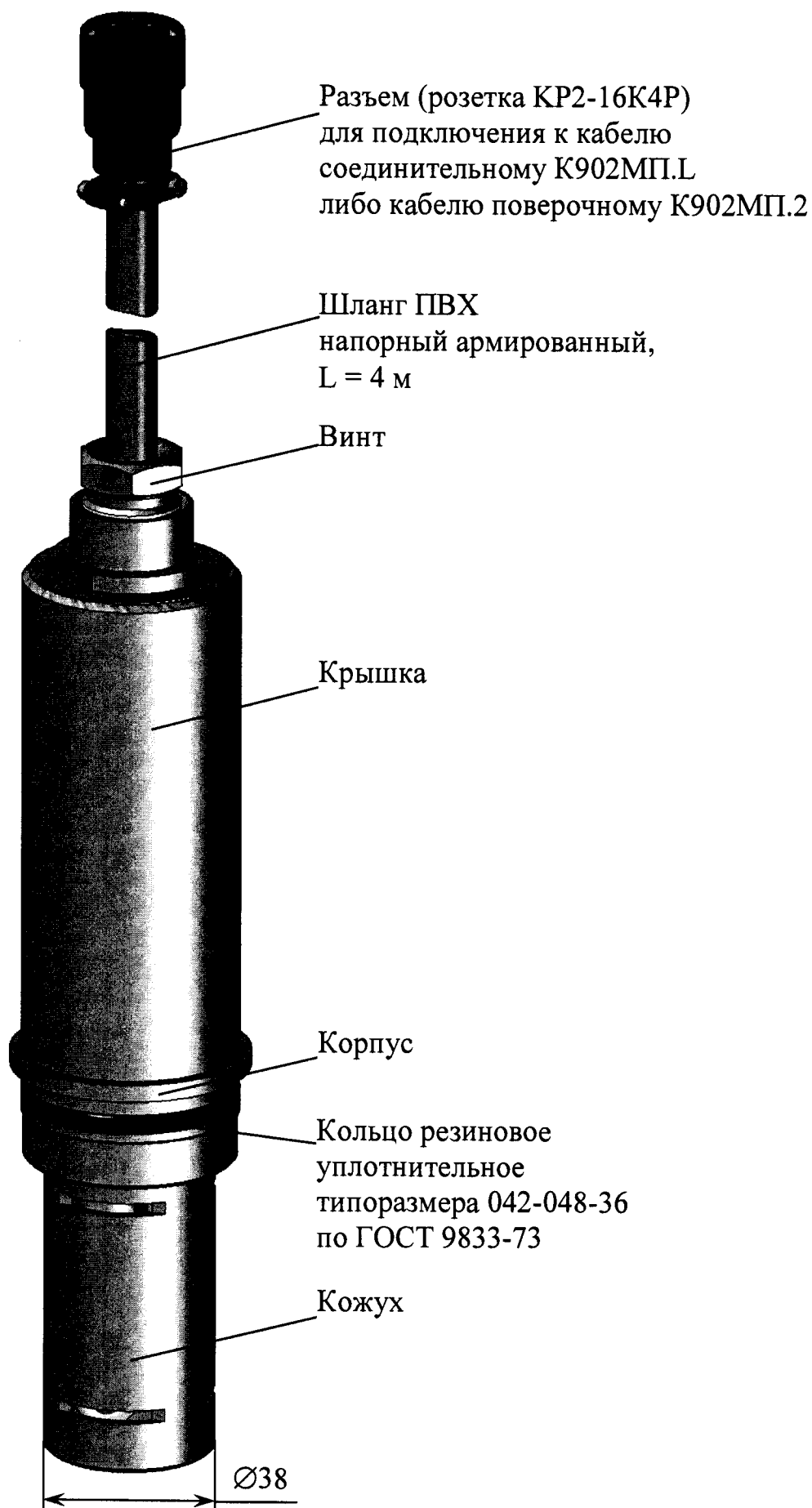


Рисунок 1.9 – Блок датчиков БД-902МП

1.5.3.3 Кабель соединительный К902МП.Л

Внешний вид кабеля соединительного К902МП.Л показан на рисунке 1.10.

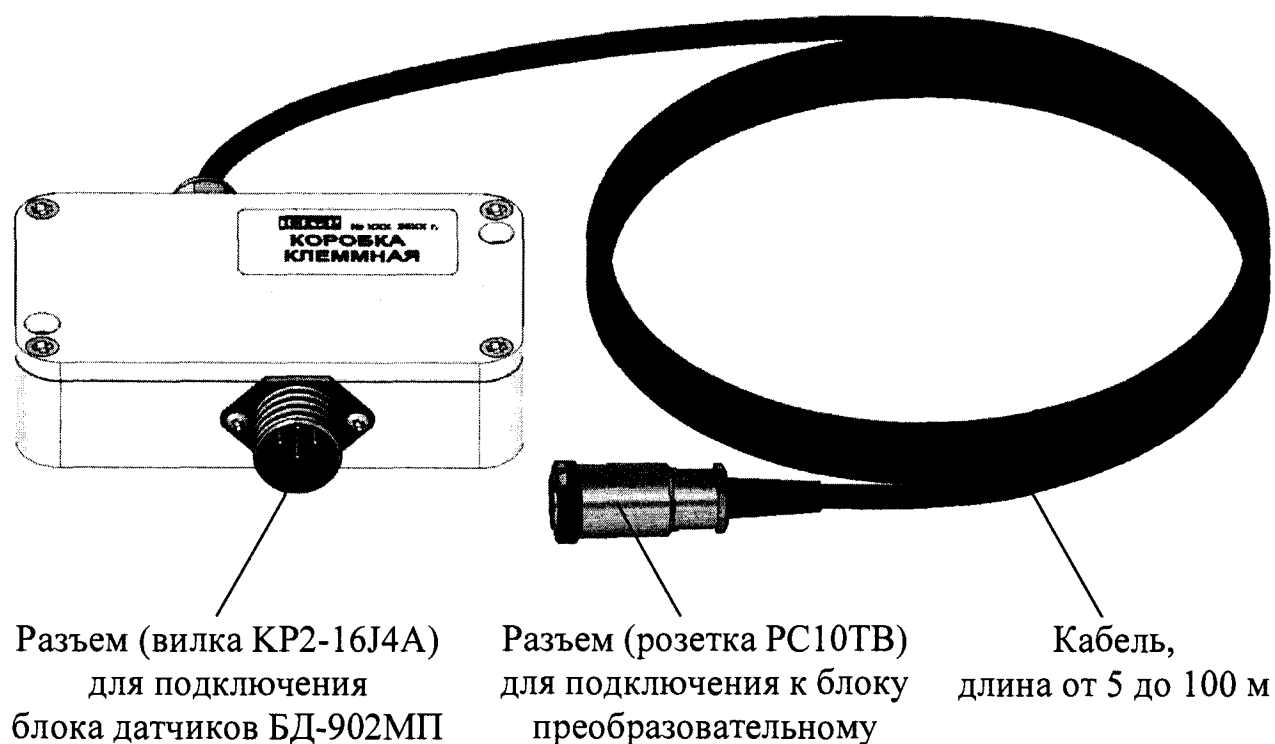


Рисунок 1.10

1.6 Маркировка


1.6.1 Маркировка, нанесенная на составные части рН-метра, соответствует ГОСТ 26828-86.

1.6.2 Блок преобразовательный

1.6.2.1 На передней панели блока преобразовательного нанесены:

- наименование рН-метра и товарный знак;
- наименование страны-изготовителя.


1.6.2.2 На задней панели блока преобразовательного щитового исполнения и на нижней поверхности блока преобразовательного настенного исполнения укреплена табличка содержащая:

- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов ТС;
- знак утверждения типа;
- наименование и условное обозначение рН-метра;
- заводской номер рН-метра и год выпуска;
- регистрационный номер в Государственном реестре средств измерений;
- интервал между поверками;
- номинальное значение напряжения электрического питания;
- условное обозначение рода электрического тока и номинальная частота переменного тока;
- символ «», обозначающий клемму защитного заземления.

1.6.2.3 На боковой поверхности блока преобразовательного щитового исполнения и на нижней поверхности блока преобразовательного настенного исполнения укреплена гарантийная пломба.

1.6.3 Блок датчиков

1.6.3.1 На передней панели блока усилителя блоков датчиков БД-902 и БД-902А укреплена табличка, на которой нанесены:

- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение блока датчиков;
- заводской номер блока датчиков и год выпуска;
- маркировка, указывающая назначение разъемов;
- символ «», обозначающий винт защитного заземления.

1.6.3.2 На разъеме блока датчиков БД-902МП нанесен заводской номер блока датчиков.

1.6.3.3 На передней панели блока усилителя блоков датчиков БД-902 и БД-902А укреплена гарантийная пломба.

1.6.4 Коробка клеммная

1.6.4.1 На передней панели коробки клеммной кабеля соединительного К902МП.Л укреплена табличка, на которой нанесены:

- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- наименование коробки клеммной;
- заводской номер коробки клеммной и год выпуска.

1.6.5 Транспортная маркировка

1.6.5.1 На транспортной таре (коробке) наклеена этикетка, содержащая наименование и условное обозначение рН-метра, дату упаковки, товарный знак, телефоны, адрес и наименование предприятия-изготовителя.

1.6.5.2 На транспортной таре (коробке) нанесены манипуляционные знаки: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх» и «Пределы температуры» по ГОСТ 14192-96.

1.7 Упаковка

1.7.1 Упаковка обеспечивает сохраняемость рН-метра при транспортировании и хранении.

1.7.2 По защите рН-метра от климатических факторов внешней среды упаковка имеет категорию КУ-1 по ГОСТ 23170-78.

1.7.3 Упаковка соответствует требованиям ГОСТ 9.014-78 для группы изделий III:

- вариант временной противокоррозионной защиты ВЗ-0;
- вариант внутренней упаковки ВУ-4.

1.7.4 В отдельные полиэтиленовые пакеты укладываются:

- блок преобразовательный;
- блок усилителя блоков датчиков БД-902 и БД-902А с датчиком температуры;
- блок датчиков БД-902МП;
- комплект инструмента и принадлежностей (для исполнений с блоком датчиков БД-902МП);

- комплекты монтажных частей;
- руководство по эксплуатации, паспорт и упаковочная ведомость.

1.7.5 Упаковка кабелей соединительных К902.5, К902МП.L соответствует требованиям ГОСТ 18690-2012.

1.7.6 Составные части рН-метра укладываются в картонную коробку с последующей ее заклеивкой полимерной липкой лентой.

Электроды укладываются в отдельные картонные коробки.

1.7.7 Свободное пространство в коробке заполняется амортизационным материалом.

1.7.8 Срок сохраняемости до переупаковывания равен сроку службы рН-метра.

1.7.9 Переупаковывание рН-метра проводится в случае обнаружения дефектов упаковки при осмотрах в процессе хранения или по истечении срока сохраняемости до переупаковывания.

1.7.10 По согласованию с заказчиком допускается применять другие виды консервации и упаковки.

1.8 Средства измерений, инструмент, принадлежности

Для проведения градуировки рН-метра дополнительно требуются следующие принадлежности и оборудование, не входящие в комплект поставки:

- колба К-2-1000-50 ГОСТ 25336-82;
- стакан В-1-400 ХС ГОСТ 25336-82;
- раствор 3,0 моль/дм³ хлорида калия (KCl);
- раствор 0,1 моль/дм³ соляной кислоты (HCl);
- буферные растворы – рабочие эталоны рН 2-го разряда по ГОСТ 8.120-2014, приготовленные из стандарт-титров по ГОСТ 8.135-2004.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

ВНИМАНИЕ: Подключать и отключать блоки датчиков от блок преобразовательного ТОЛЬКО ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ блока преобразовательного!

2.1.1 Соблюдать рабочие условия эксплуатации и не превышать допустимые параметры анализируемой среды.

2.1.2 Оберегать от ударов блок преобразовательный и электроды, так как в их конструкции использованы хрупкие материалы.

2.1.3 Избегать нажатия кнопок блока преобразовательного острыми предметами.

2.1.4 Уровень электролита в электроде сравнения при измерениях рН должен быть выше уровня анализируемой среды.

2.1.5 Погружать электрод комбинированный при измерениях рН погружным способом в анализируемый раствор на глубину не менее 16 мм и не выше границы стеклянного корпуса комбинированного электрода.

2.1.6 Погружать блок датчиков БД-902МП при измерениях рН погружным методом в анализируемый раствор на глубину от 5 см и более в зависимости от применяемого электрода. Емкость, где установлен блок датчиков БД-902МП, должна быть защищена от воздействия грозových разрядов.

2.1.7 Не допускается измерение рН, ЭДС и температуры в растворах, содержащих фтористоводородную кислоту или ее соли и вещества, образующие осадки и пленки на поверхности электродов, а также эксплуатация и хранение электродов, незаполненных электролитом.

2.1.8 Материал корпуса блока датчиков БД-902МП (сталь марки 12Х18Н10Т) имеет ограниченную химическую стойкость. рН водной среды должно быть не менее 1.

2.2 Меры безопасности

2.2.1 Блок преобразовательный должен быть установлен в месте, не затрудняющем отключение рН-метра от сети питания.

2.2.2 К работе с рН-метром допускается персонал, изучивший руководство по эксплуатации и правила работы с химическими растворами, а также имеющий допуск к работе с электроустройствами до 1000 В.

ВНИМАНИЕ: ЗАПРЕЩАЕТСЯ работа с рН-метром при снятых крышках корпуса блока преобразовательного, а также при отсутствии заземления!

2.2.3 Электрические цепи, осуществляющие внешние подключение к разъему «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД, СИГНАЛИЗАЦИЯ, RS-485**», должны быть выполнены экранированным кабелем либо проводами, расположенными в проводящих кабельных желобах или в кабелегонах.

2.2.4 Электрические соединения блока датчиков с блоком преобразовательным выполнены экранированным кабелем.

2.3 Подготовка рН-метра к работе

2.3.1 Получение рН-метра

При получении рН-метра следует вскрыть упаковку, проверить комплектность и убедиться в сохранности упакованных изделий.

После пребывания рН-метра на холодном воздухе необходимо выдержать его при комнатной температуре не менее 2 ч, после чего можно приступить к подготовке рН-метра к работе.

2.3.2 Подготовка блока преобразовательного

2.3.2.1 Установка блока преобразовательного

Установить блок преобразовательный в месте, не затрудняющем отключение рН-метра от сети питания.

Расположение и размер отверстий для крепления блока преобразовательного щитового исполнения в щите – в соответствии с рисунком 2.1.

Блок преобразовательный рН-метра щитового исполнения установить с внутренней стороны щита. Накладку, входящую в комплект поставки рН-метра щитового исполнения, установить с лицевой стороны щита в соответствии с рисунком 2.2.

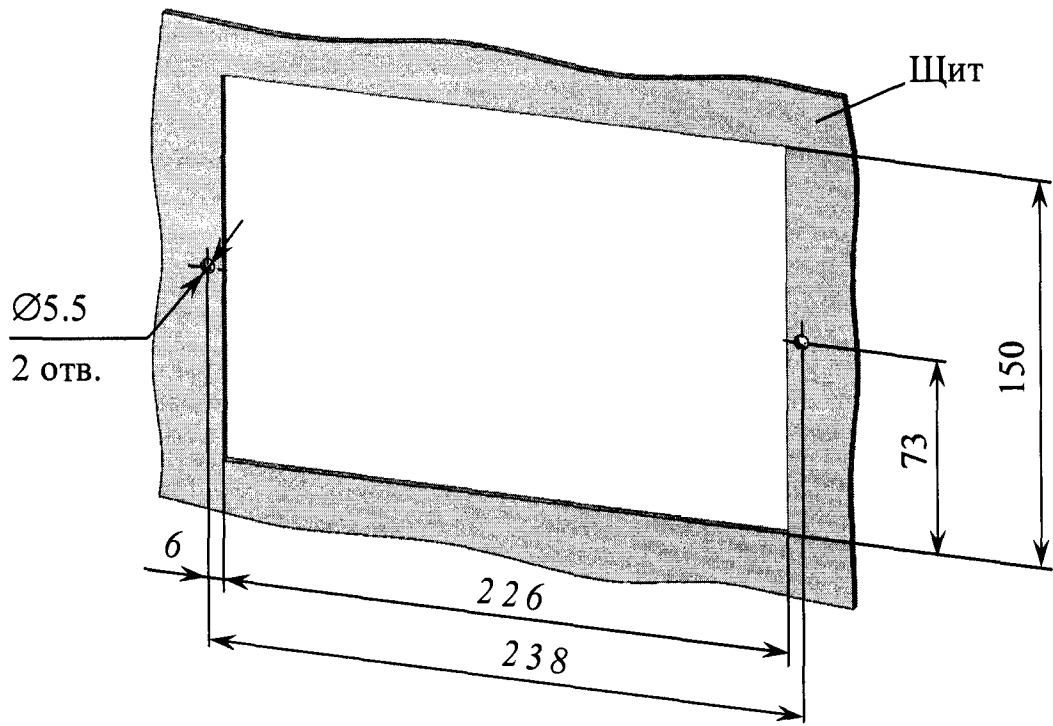


Рисунок 2.1

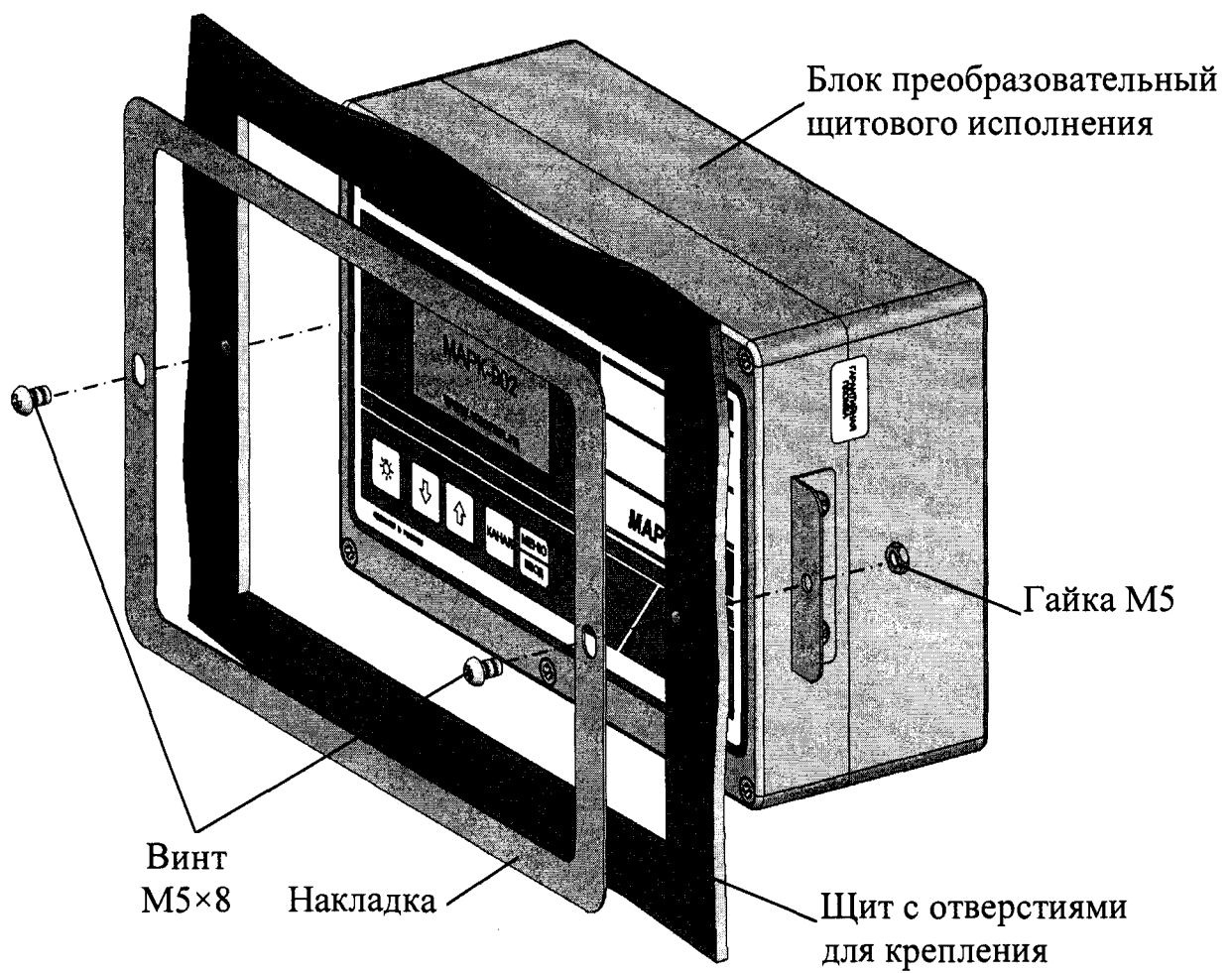


Рисунок 2.2

Для крепления блока преобразовательного на щите (толщиной до 3 мм) можно воспользоваться винтами М5×8 с гайками, входящими в комплект поставки.

Расположение и размер отверстий для крепления блока преобразовательного настенного исполнения на вертикальной поверхности – в соответствии с рисунком 2.3.

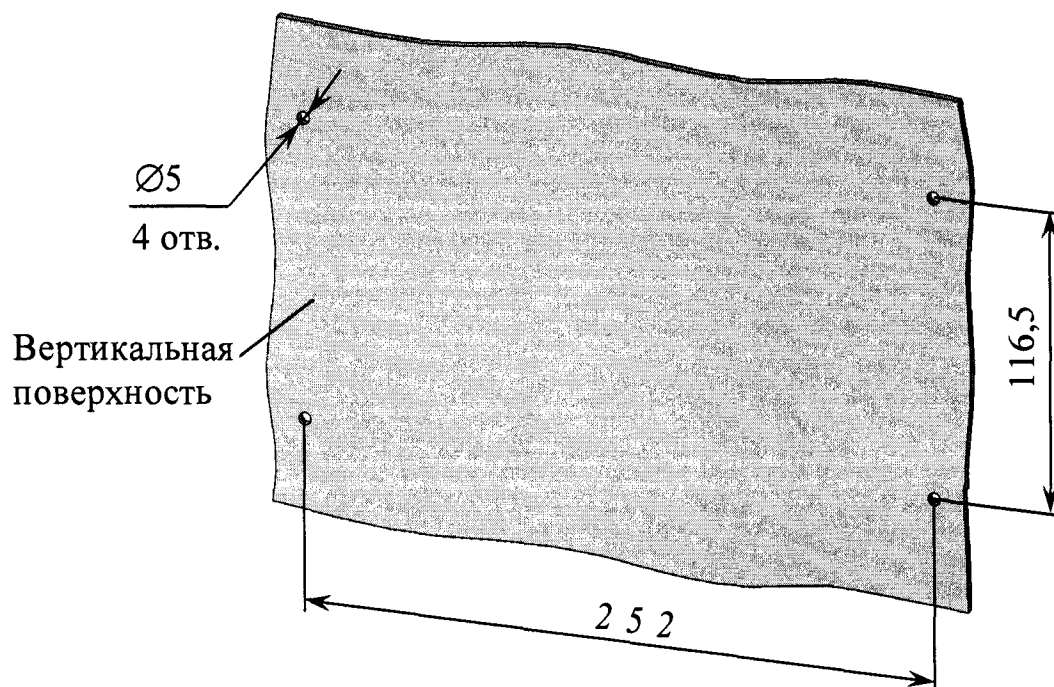


Рисунок 2.3

Конструкция блока преобразовательного настенного исполнения позволяет осуществлять его крепление на различных вертикальных поверхностях, поэтому крепежные изделия в комплект поставки не входят.

Заземлить корпус блока преобразовательного медным проводом желто-зеленого цвета сечением не менее $0,75 \text{ мм}^2$, подключаемым к клемме заземления.

Подвести сетевое питание (в зависимости от исполнения рН-метра):

а) ~ 220 В, 50 Гц с помощью подключения вилки к штепсельной розетке с заземляющим контактом;

б) ~ 36 В, 50 Гц с помощью подключения к контактам сетевого кабеля:

- провод красного цвета – фаза;
- провод синего цвета – нулевой провод;
- провод желто-зеленого цвета – заземление.

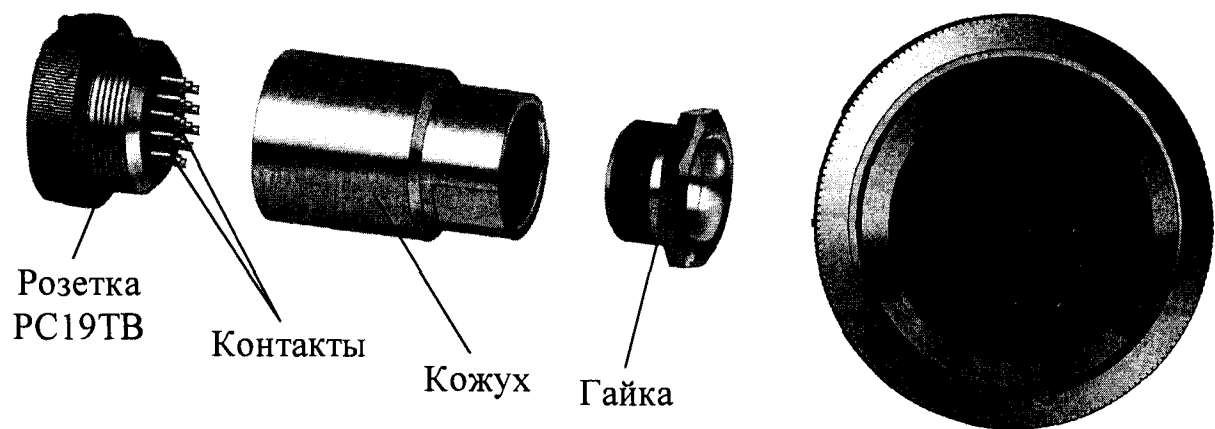
2.3.2.2 Внешние подключения блока преобразовательного

ВНИМАНИЕ: Подключение внешних устройств к блоку преобразовательному производить при отключенном питании внешних устройств и блока преобразовательного!

Внешние подключения к блоку преобразовательному производятся к разъему «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД, СИГНАЛИЗАЦИЯ, RS-485**» с использованием розетки РС19ТВ с кожухом, входящей в комплект монтажных частей.

Для внешнего подключения к блоку преобразовательному следует:

- снять пластмассовую заглушку с разъема «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД, СИГНАЛИЗАЦИЯ, RS-485**»;
- разобрать розетку РС19ТВ в соответствии с рисунком 2.4а;
- припаять контакты в соответствии с рисунком 2.4б и таблицей 2.1.



а – Конструкция розетки РС19ТВ с кожухом

б – Розетка РС19ТВ (вид со стороны пайки контактов)

Рисунок 2.4

Таблица 2.1

Конт.	Выходной сигнал	Цепь	Внешнее подключение
1	Реле «перегрузка»	Канал А	Исполнительное устройство
2			
7	Реле «уставка»		
8			
12			
13			

Продолжение таблицы 2.1

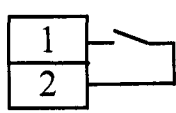
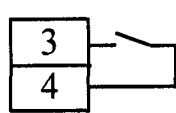
Конт.	Выходной сигнал	Цепь	Внешнее подключение
3	Реле «перегрузка»	Канал В	Исполнительное устройство
4			
16	Реле «уставка»		
17			
18			
19			
5		Выходной ток	Канал А (+)
6	Канал А (-)		
9	Канал В (+)		
6	Канал В (-)		
11	Порт RS-485	SG (сигнальная земля)	
14		DAT+ (Данные +)	
15		DAT- (Данные -)	

В диапазоне от 4 до 20 мА нагрузка не должна превышать 500 Ом, в диапазоне от 0 до 5 мА – 2 кОм.

Протокол обмена – в соответствии с приложением Г либо по протоколу ModBus RTU в соответствии с приложением Д.

Замыкание «сухих» контактов реле «перегрузка» и реле «уставка» происходит в соответствии с таблицей 2.2.

Таблица 2.2

Контролируемый параметр	Канал	Значение контролируемого параметра	Номера контактов, розетки РС19ТВ, между которыми замыкается цепь
Измеренное значение рН	А	выход за пределы запрограммированного диапазона измерений	
Измеренное значение ЭДС, мВ			
Измеренное значение температуры, °С			
Измеренное значение рН	В	выход за пределы запрограммированного диапазона измерений	
Измеренное значение ЭДС, мВ			
Измеренное значение температуры, °С			

Продолжение таблицы 2.2

Контролируемый параметр	Канал	Значение контролируемого параметра	Номера контактов, розетки РС19ТВ, между которыми замыкается цепь
Измеренное значение рН	А	менее значения уставки MIN	
		более значения уставки MAX	
	В	менее значения уставки MIN	
		более значения уставки MAX	

Изменение параметров уставок производится в соответствии с п. 2.6.3.

Максимальный коммутируемый ток 150 мА при постоянном или переменном напряжении 36 В.

2.3.3 Подготовка блока датчиков БД-902 (БД-902А)

Установить блок датчиков вблизи пробоотборной точки, закрепив блок усилителя блока датчиков на вертикальной поверхности либо на гидропанели ГП-902 ВР31.04.000 в соответствии с руководством по эксплуатации ВР31.04.000РЭ.

Расположение и размер отверстий для крепления блока усилителя на вертикальной поверхности – в соответствии с рисунком 2.5.

Примечания

1 Конструкция блок усилителя блока датчиков БД-902 (БД-902А) позволяет осуществлять его крепление на различных вертикальных поверхностях, поэтому крепежные изделия в комплект поставки не входят.

2 Гидропанель ГП-902 ВР31.04.000 поставляется по отдельной заявке.

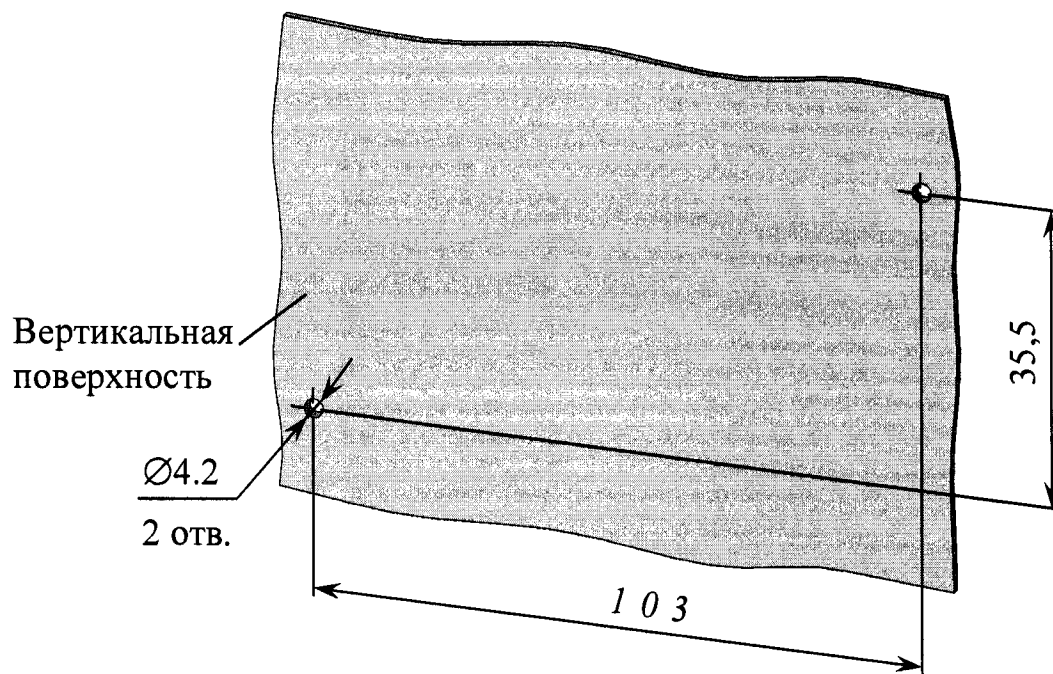


Рисунок 2.5

Заземлить корпус блока усилителя медным проводом желто-зеленого цвета сечением не менее $0,75 \text{ мм}^2$, подключаемым к клемме заземления.

Соединить блок датчиков БД-902 (БД-902А) с блоком преобразовательным кабелем соединительным К902.5 либо К902.L, входящим в комплект поставки.

Подготовить электроды в соответствии с паспортами на применяемые электроды. Подготовленные электроды подсоединить к блоку усилителя согласно рисунку 1.4:

- к разъему «ВХОД 1» подключить измерительный электрод;
- к разъему «ВХОД 2» подключить электрод сравнения (для блока датчиков БД-902).

Датчик температуры подсоединить к разъему «ВХОД 3».

ВНИМАНИЕ: Номер датчика температуры ДОЛЖЕН СОВПАДАТЬ с номером блока усилителя!

Выполнить градуировку рН-метра в соответствии с п. 2.7.

2.3.4 Подготовка блока датчиков БД-902МП

При получении блока датчиков БД-902МП либо после длительного хранения необходимо снять защитный колпачок с комбинированного электрода. Для выполнения этой операции в соответствии с рисунком 2.6 рекомендуется:

- отвернуть стопорный винт;
- отвернуть кожух и снять.



Рисунок 2.6

После снятия защитного колпачка с электрода установить кожух на место, зафиксировав его стопорным винтом.

Подготовить электрод комбинированный в соответствии с паспортом на электрод.

Соединить блок датчиков БД-902МП с блоком преобразовательным кабелем соединительным К902МП.L (длиной от 5 до 100 м), входящим в комплект поставки.

Выполнить градуировку рН-метра в соответствии с п. 2.7.

Произвести монтаж блока датчиков БД-902МП в зависимости от способа проведения измерений.

П р и м е ч а н и е – Для удобства монтажа блока датчиков БД-902МП допускается отсоединить кабель от коробки клеммной. Для этого следует:

- отвернуть четыре винта, удерживающих переднюю панель коробки клеммной;
- ослабить клеммник винтовой и демонтировать кабель.

Для проведения измерений в магистральном трубопроводе используется комплект монтажных частей ВР43.02.600, поставляемый по отдельной заявке. Установка блока датчиков БД-902МП в магистральном трубопроводе – в соответствии с этикеткой ВР43.02.600ЭТ.

Для проведения измерений на глубине следует установить блок датчиков таким образом, чтобы исключить механическую нагрузку на кабель, например, в металлической трубе в соответствии с рисунком 2.7.

Глубина погружения блока датчиков БД-902МП в зависимости от типа применяемого электрода приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Тип применяемого электрода	Глубина погружения, м
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7	2,5
Комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	3,5
рН-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800	
Комбинированный рН-электрод ID 4510	2,0
Комбинированный рН-электрод ASPA3111-100-2.1M	
Комбинированный рН-электрод SZ 195.2	3,5

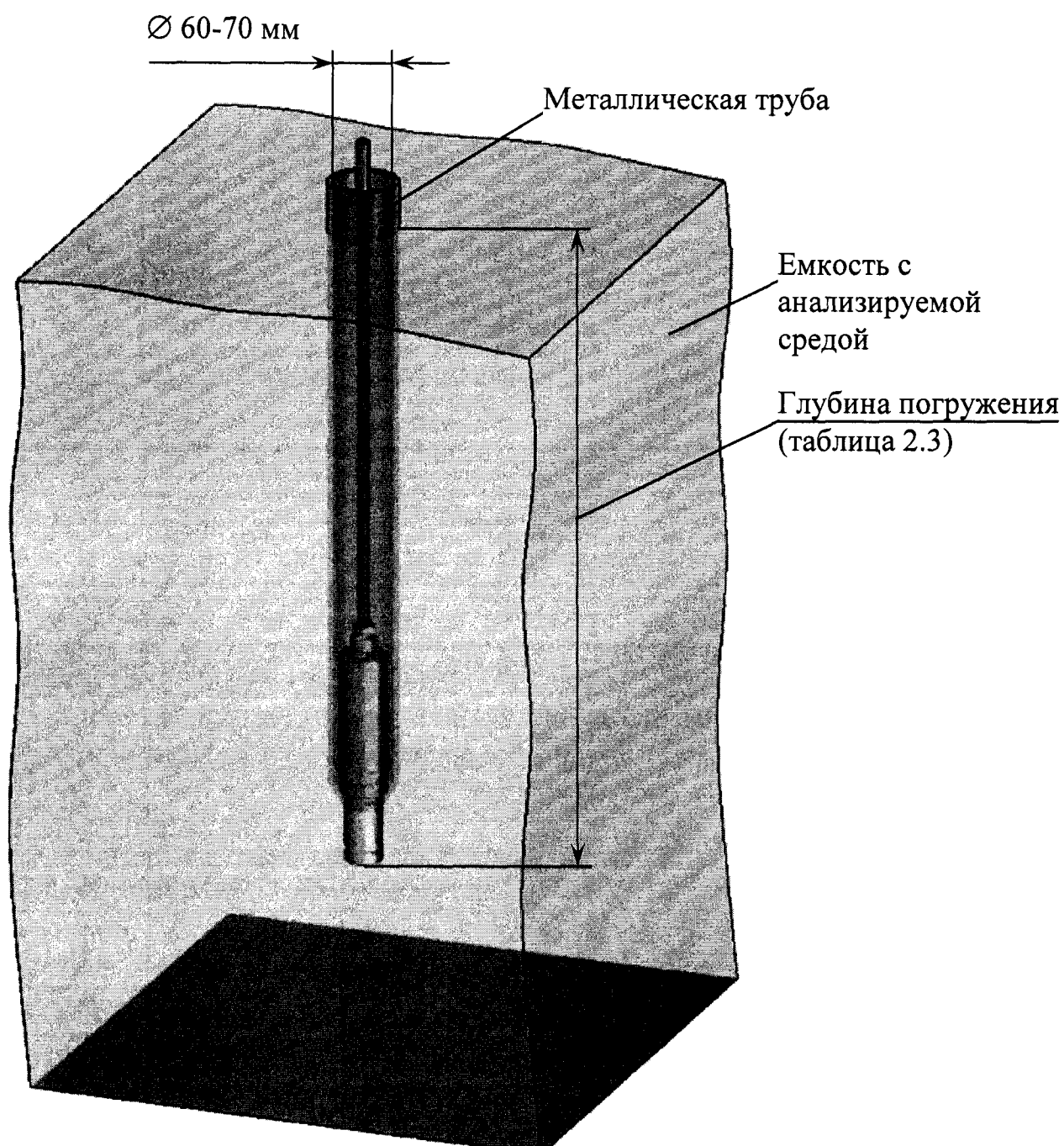


Рисунок 2.7

Закрепить коробку клеммную в месте исключающее возможность попадания на нее вертикально падающих капель воды, так как коробка клеммная выполнена в корпусе со степенью защиты IP62.

Расположение и размер отверстий для крепления коробки клеммной – в соответствии с рисунком 2.8.

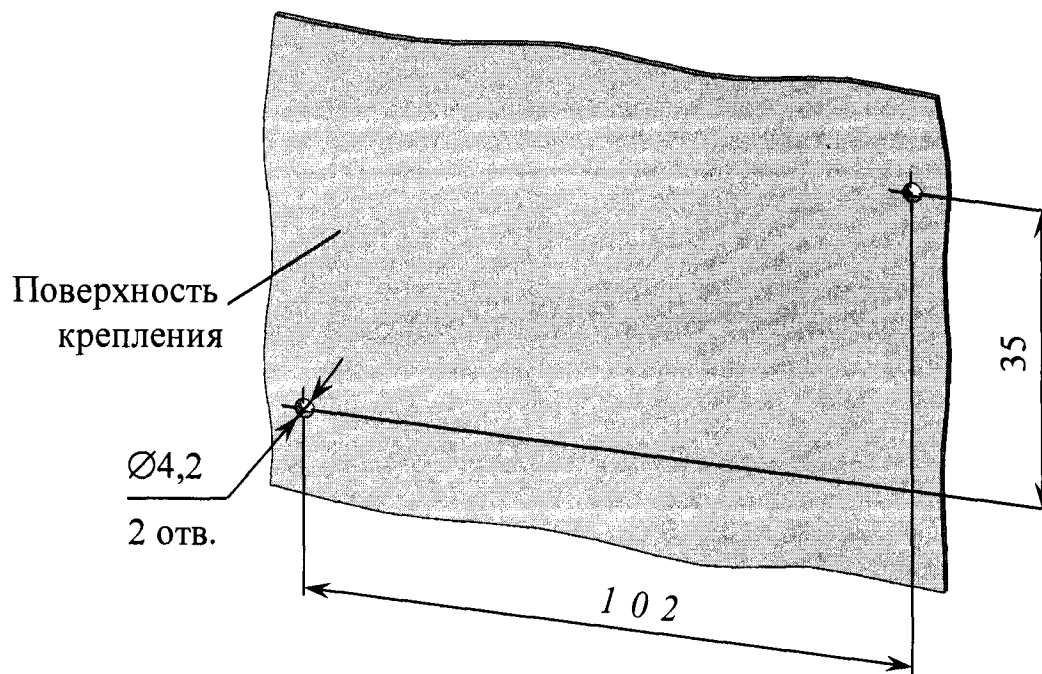


Рисунок 2.8

Монтаж кабеля в коробке клеммной производить в соответствии со схемой разделки кабеля, приведенной на рисунке 2.9.

При сборке коробки клеммной винты передней панели затягивать постепенно, поочередно с диаметрально противоположных сторон.

Примечание – При сборке коробки клеммной обратить внимание на положение уплотнительной прокладки. Она должна быть расположена по всему периметру паза передней панели.

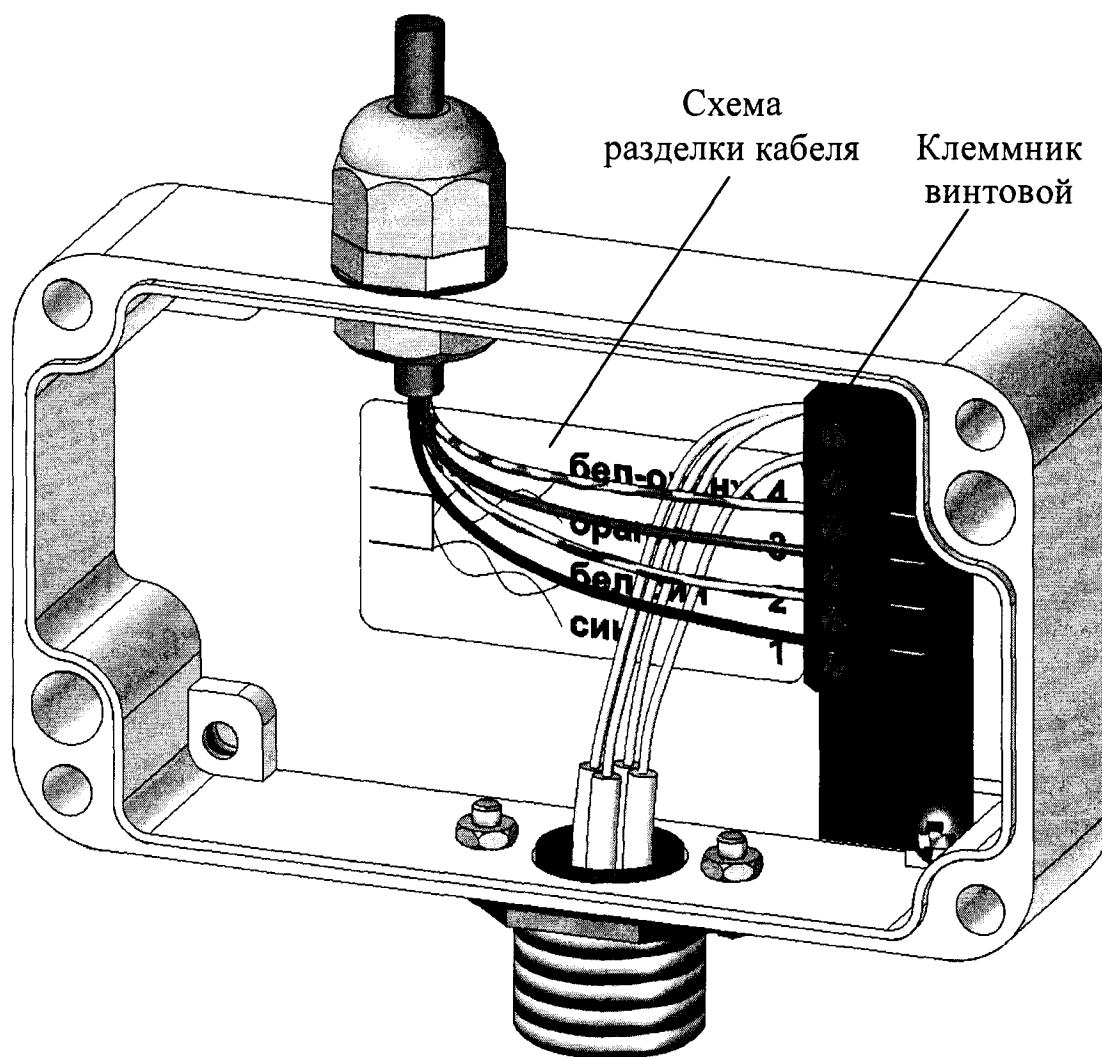


Рисунок 2.9 Коробка клеммная (вид без передней панели)

2.4 Включение рН-метра

Для включения рН-метра перевести переключатель «СЕТЬ» в положение « I », при этом должен загореться световой индикатор «СЕТЬ» зеленого цвета. Включение рН-метра так же сопровождается звуковым сигналом.

На экране индикатора на несколько секунд появится экран-заставка в соответствии с рисунком 2.10.

Далее рН-метр перейдет в режим измерений.



Рисунок 2.10

2.5 Экраны измерений

рН-метр имеет следующие экраны режима измерений:

– экран режима измерений одного канала (например, канала А) в соответствии с рисунками 2.11, 2.12;

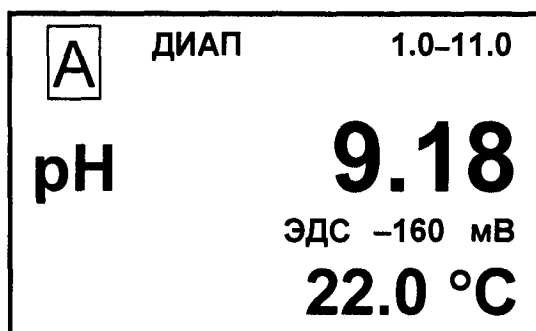


Рисунок 2.11

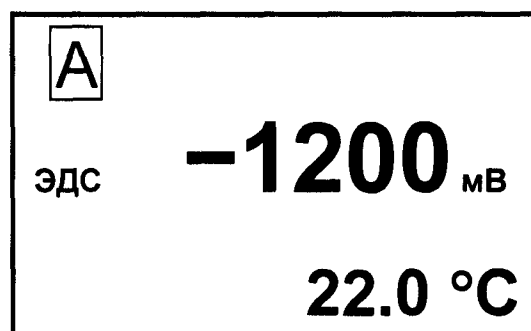


Рисунок 2.12

– экран режима измерений двух каналов (А и В) в соответствии с рисунком 2.13, если подключены два блока датчиков.

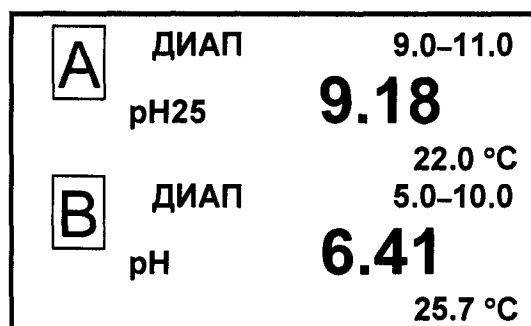


Рисунок 2.13

П р и м е ч а н и е – Режим измерений, а так же численные значения параметров на рисунках 2.11-2.13 могут быть другими.

Переход от одного экранного меню к другому производится последовательным нажатием кнопки «КАНАЛ».

На экранах индицируются названия каналов (А или В), значения диапазона измерений по выходному току для каждого канала и измеренные значения рН либо рН, приведенной к 25 °С, либо ЭДС, а также температуры.

2.6 Экраны режима контроля и изменения параметров настройки

2.6.1 Общие сведения о работе с МЕНЮ

Контроль и изменение параметров рН-метра производятся с помощью экранных меню.

Вход в режим МЕНЮ из режима измерений производится нажатием кнопки « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ».

рН-метр имеет три экранных меню:

- МЕНЮ [А];
- МЕНЮ [В];
- МЕНЮ [А] [В].

Экранное меню МЕНЮ [А] или МЕНЮ [В] отображает состояние индивидуальных параметров канала в соответствии с рисунком 2.14.

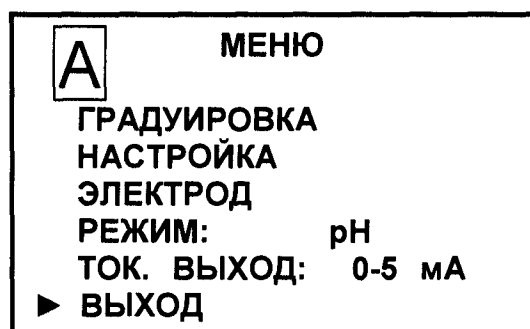


Рисунок 2.14

Экранное меню МЕНЮ [А] [В] отображает и позволяет изменять параметры рН-метра общие для обоих каналов. Экран в соответствии с рисунком 2.15.

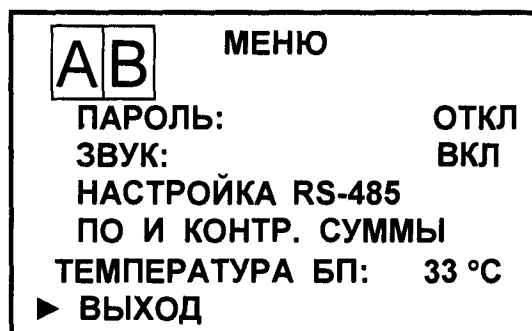


Рисунок 2.15

Выделение необходимого пункта меню производится маркером «▶». Перемещение маркера «▶» вверх и вниз по экрану – кнопками «↑», «↓».

Переход от одного экранного меню к другому производится последовательным нажатием кнопки «КАНАЛ».

Для выхода из экранов **МЕНЮ** следует установить маркер на строку **ВЫХОД** и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ».

2.6.2 Порядок набора числовых значений в МЕНЮ [A], МЕНЮ [B] и МЕНЮ [A] [B]

рН-метр позволяет при необходимости изменять числовые значения в строках меню либо вводить новые. Это относится, например, к разделам выбора программируемого диапазона измерений, вводу значений уставок и прочим.

Перемещение по строке влево осуществляется кнопкой «КАНАЛ».

Перемещение по строке вправо осуществляется кнопкой « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ».

Увеличение либо уменьшение цифры – кнопками «↑», «↓».

Для ввода либо изменения числового значения нужно:

- установить маркер «▶» на эту строку;
- нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ». Будет мигать первая цифра;
- кнопками «↑», «↓» установить значение первой цифры;
- нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ». Будет мигать вторая цифра;
- кнопками «↑», «↓» установить значение второй цифры;
- нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ». Установить остальные цифры.

После установки всех цифр и единиц измерений (когда не будет мигать ни одна цифра) нужно кнопками «↑», «↓» установить маркер «▶» на другую строку и установить, если требуется, второе значение.

После установки всех цифр и единиц измерений (когда не будет мигать ни одна цифра) нужно кнопками « \uparrow », « \downarrow » установить маркер « \blacktriangleright » на строку Выход и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ».

2.6.3 Работа с экранным меню МЕНЮ [А] и МЕНЮ [В]

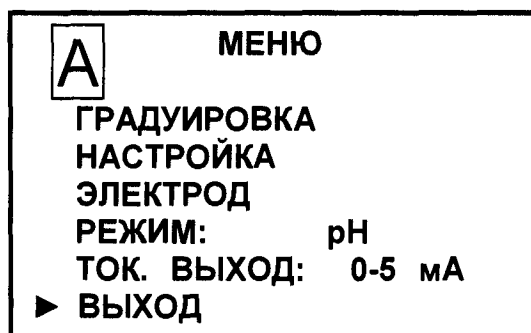


Рисунок 2.16

Вход в необходимый пункт меню производится установкой маркера « \blacktriangleright » на нужную строку и нажатием на кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ».

► ГРАДУИРОВКА – пункт меню предназначен для перехода в подменю ГРАДУИРОВКА (п. 2.10.6). Экран – в соответствии с рисунком 2.17.

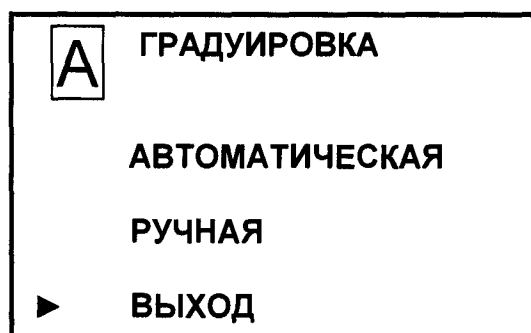


Рисунок 2.17

► НАСТРОЙКА – пункт меню предназначен для перехода в подменю НАСТРОЙКА. Экран – в соответствии с рисунком 2.18.

В строке УСРЕДНЕНИЕ можно установить время усреднения показаний в диапазоне от 0 до 9 мин.

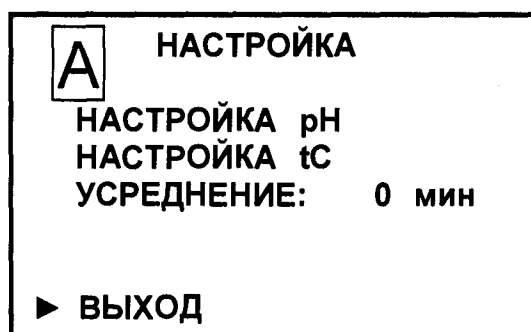


Рисунок 2.18

«НАСТРОЙКА pH» – пункт подменю предназначен для просмотра и изменения пределов программируемого диапазона измерений pH по токовому выходу и уставок. Экран подменю – в соответствии с рисунком 2.19.

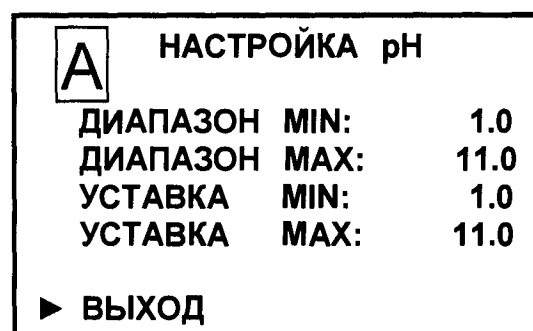


Рисунок 2.19

Можно установить значения:

- в строке ДИАПАЗОН MIN – от 0,0 до 14,9 pH с шагом 0,1 pH;
- в строке ДИАПАЗОН MAX – от 0,1 до 15,0 pH с шагом 0,1 pH;
- в строке УСТАВКА MIN – от 0,0 до 14,9 pH с шагом 0,1 pH;
- в строке УСТАВКА MAX – от 0,1 до 15,0 pH с шагом 0,1 pH.

После установки необходимых значений установить маркер «►» на строку **ВЫХОД** и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ ».

pH-метр перейдет в подменю **НАСТРОЙКА**, запомнив установленные значения.

«НАСТРОЙКА tC» – пункт подменю предназначен для просмотра и изменения верхнего предела программируемого диапазона измерений. Экран подменю – в соответствии с рисунком 2.20.

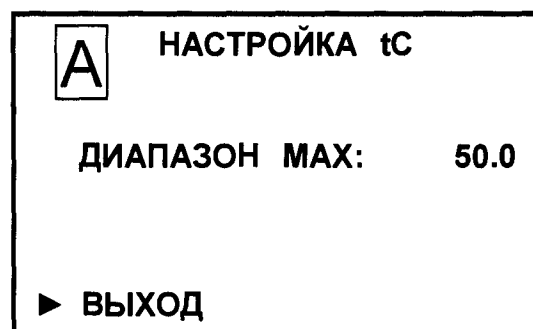


Рисунок 2.20

В строке ДИАПАЗОН MAX можно установить значение – от 30,0 до 99,9 °C с шагом 0,1 °C.

► **ЭЛЕКТРОД** – пункт меню предназначен для просмотра параметров электродной системы. Экран – в соответствии с рисунком 2.21.

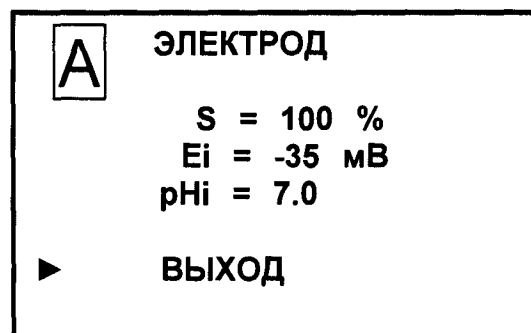


Рисунок 2.21

На экране индикатора отображаются значения параметров датчика, определенные по результатам последней градуировки:

S – крутизна электродной системы в % от номинального значения;

pHi и **Ei** – координаты изопотенциальной точки электродной системы.

► **РЕЖИМ:** – пункт меню предназначен для выбора режима измерений канала.

Кнопками « \uparrow », « \downarrow » и « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » выбирается нужный режим измерений:

- «pH» – измерение pH, не приведенной к 25 °C;
- «pH₂₅» – измерение pH, приведенной к 25 °C;
- «ЭДС» – измерение ЭДС.

► **ТОК ВЫХОД: 0-5 мА** – пункт меню предназначен для переключения диапазона выходного тока в диапазонах от 0 до 5 мА, от 4 до 20 мА либо от 0 до 20 мА.

Последовательным нажатием кнопки « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » выбирается диапазон выходного тока.

2.6.4 Работа с экраным меню МЕНЮ [A] [B]

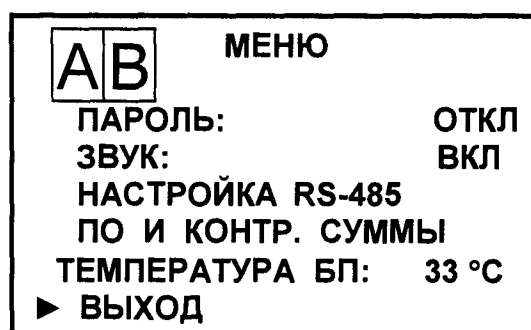


Рисунок 2.22

► **ПАРОЛЬ: ВКЛ** – пункт меню предназначен для ограничения доступа к изменению параметров рН-метра.

Если пароль выключен «**ПАРОЛЬ: ОТКЛ**», то переход из режима измерений в режим **МЕНЮ** происходит без запроса пароля.

Если пароль включен «**ПАРОЛЬ: ВКЛ**», то при переходе из режима измерений в режим **МЕНЮ** рН-метр запросит ввести пароль (число «12»).

Появится экран в соответствии с рисунком 2.23.

На экране будет мигать первая цифра, которую необходимо ввести.

Кнопками «**↑**», «**↓**» установить значение первой цифры пароля «1» и нажать кнопку «**МЕНЮ**
ВВОД». На экране начнет мигать вторая цифра.

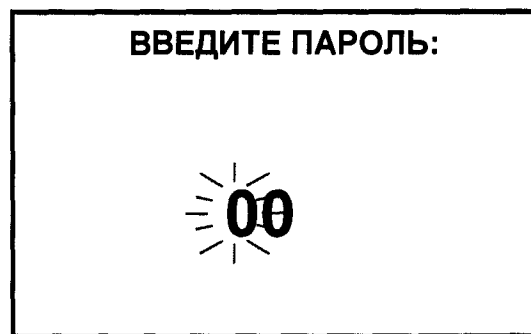


Рисунок 2.23

Кнопками «**↑**», «**↓**» установить значение второй цифры пароля «2» и нажать кнопку «**МЕНЮ**
ВВОД».

Если пароль введен правильно, появится экран **МЕНЮ**.

Если введен неверный пароль, то появится экран в соответствии с рисунком 2.24 и рН-метр перейдет в режим измерений.

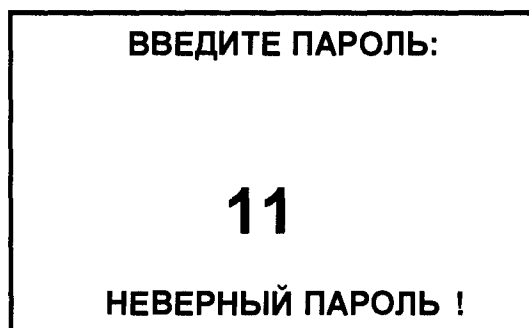


Рисунок 2.24

► **ЗВУК:** – пункт меню предназначен для отключения в случае необходимости звукового сигнала аварийной сигнализации рН-метра при превышении измеренным значением рН, ЭДС или температуры пределов запрограммированного диапазона измерений.

► **НАСТРОЙКА RS-485** – пункт меню предназначен для настройки интерфейса RS-485 и протокола обмена с ПК. Экран – в соответствии с рисунком 2.25.

НАСТРОЙКА RS-485	
ПРОТОКОЛ:	MoDBuS RTU
АДРЕС:	1
СКОРОСТЬ:	19200
ДАННЫЕ:	8
ЧЕТНОСТЬ:	Нет (N)
СТОП БИТ:	1
▶ ВЫХОД	

Рисунок 2.25

Кнопками «↑», «↓» и « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » можно установить:

- в строке «ПРОТОКОЛ:» протокол обмена с ПК «MoDBuS RTU» или ВЗОР (протокол, приведенный в приложении Г);
- в строке «АДРЕС:» значение от «1» до «247» (для протокола обмена с ПК «MoDBuS RTU») и значение от «0» до «99» (для протокола обмена с ПК ВЗОР);
- в строке «СКОРОСТЬ:» значение от «1200» до «115200»;
- в строке «ЧЕТНОСТЬ:» «Нет (N)», «Чет. (E)» или «Нечет. (O)»;
- в строке «СТОП БИТ:» значение от «1» или «2».

▶ **ПО И КОНТР.СУММЫ** – пункт меню предназначен для идентификации данных программного обеспечения: обозначения, номера версии и прочих сведений о программном обеспечении.

П р и м е ч а н и е – В целях предотвращения несанкционированных настройки и вмешательства, приводящим к искажению результатов измерений, предусмотрен только просмотр данных программного обеспечения.

▶ **ТЕМПЕРАТУРА БП:** – пункт меню предназначен для индикации температуры внутри корпуса блока преобразовательного.

2.7 Градуировка рН-метра

2.7.1 Общие указания

Градуировка по буферным растворам производится:

- при вводе рН-метра в эксплуатацию;
- при появлении сомнений в правильности работы рН-метра;
- при получении рН-метра из ремонта или после длительного хранения;
- при смене электродов;
- один раз в две недели (и чаще, по мере необходимости).

Градуировка должна осуществляться по буферным растворам, соответствующим ГОСТ 8.135-2004.

Значения величин рН стандартных буферных растворов приведены в приложении Б.

В рН-метре предусмотрено два типа градуировки:

– автоматическая – проводится по одному либо двум буферным растворам, воспроизводящим при температуре раствора ($25 \pm 0,2$) °С значения рН 1,65 и 9,18;

– ручная – проводится по любому раствору с известным значением рН. Значение рН раствора, по которому проводилась градуировка, вводится вручную.

2.7.2 Подготовка к проведению градуировки

Градуировку рН-метра следует проводить при температуре буферных растворов ($20,0 \pm 5,0$) °С, при этом температуры двух буферных растворов не должны отличаться более, чем на 0,5 °С.

Перед началом градуировки проверить правильность подключения датчика температуры рН-метра исполнений МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36: номер блока усилителя и номер датчика температуры должны совпадать.

Заливочное отверстие комбинированного электрода либо электрода сравнения необходимо открыть.

Промыть рН-электроды и датчик температуры блока датчиков БД-902, БД-902А либо рабочую часть блока датчиков БД-902МП сначала в дистиллированной воде (последовательно в двух сосудах), а затем в буферном растворе, по которому проводят градуировку – например, в буферном растворе, воспроизводящем значение рН 1,65 при температуре раствора ($25 \pm 0,2$) °С.

Поместить в неиспользовавшийся ранее буферный раствор в соответствии с рисунками 2.26 и 2.27:

- для блока датчиков БД-902:
 - измерительный электрод (рН-электрод);
 - электрод сравнения;
 - датчик температуры.
- для блока датчиков БД-902:
 - комбинированный рН-электрод;
 - датчик температуры.
- блок датчиков БД-902МП.

Включить питание рН-метра и дождаться установившихся показаний.

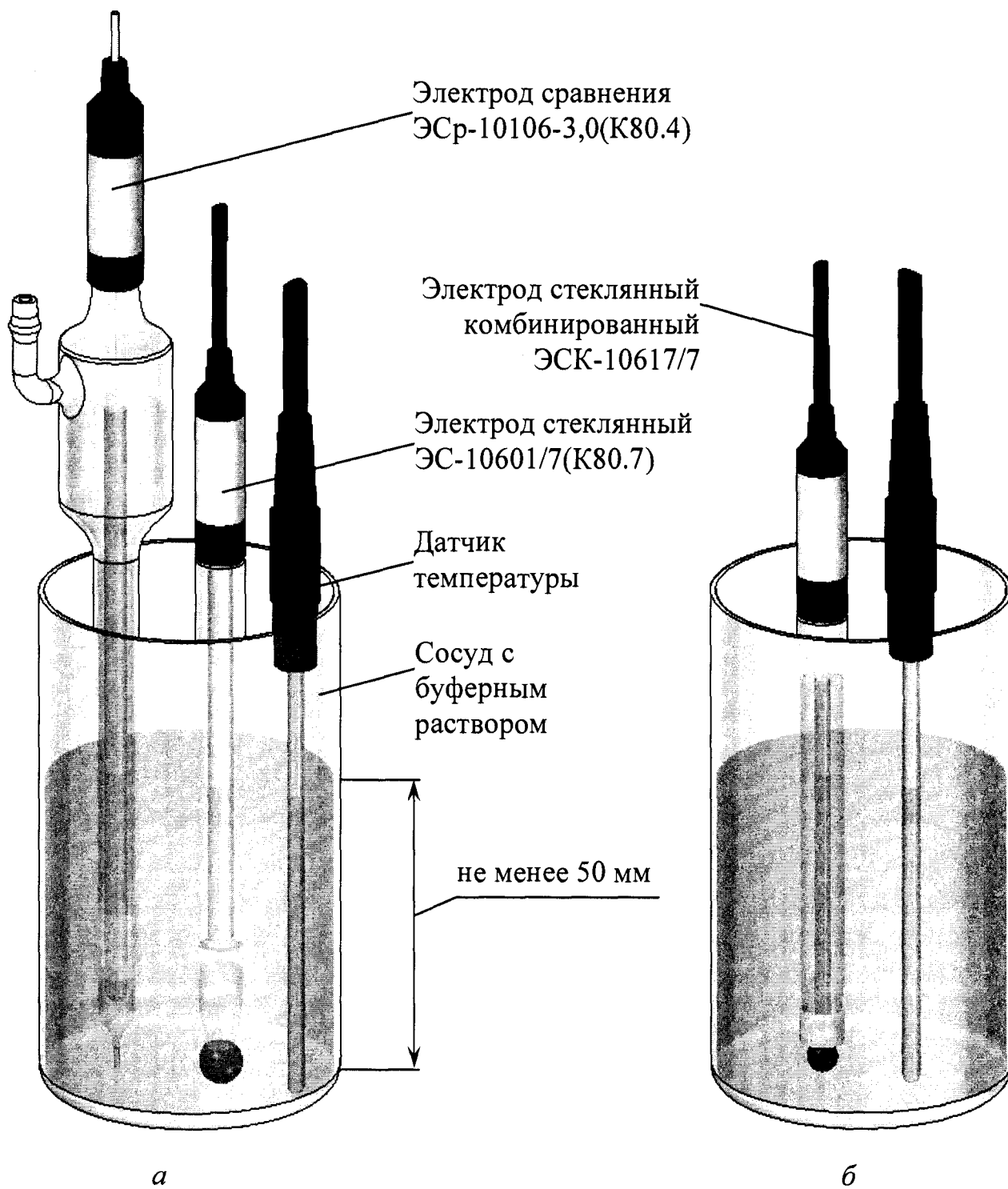


Рисунок 2.26

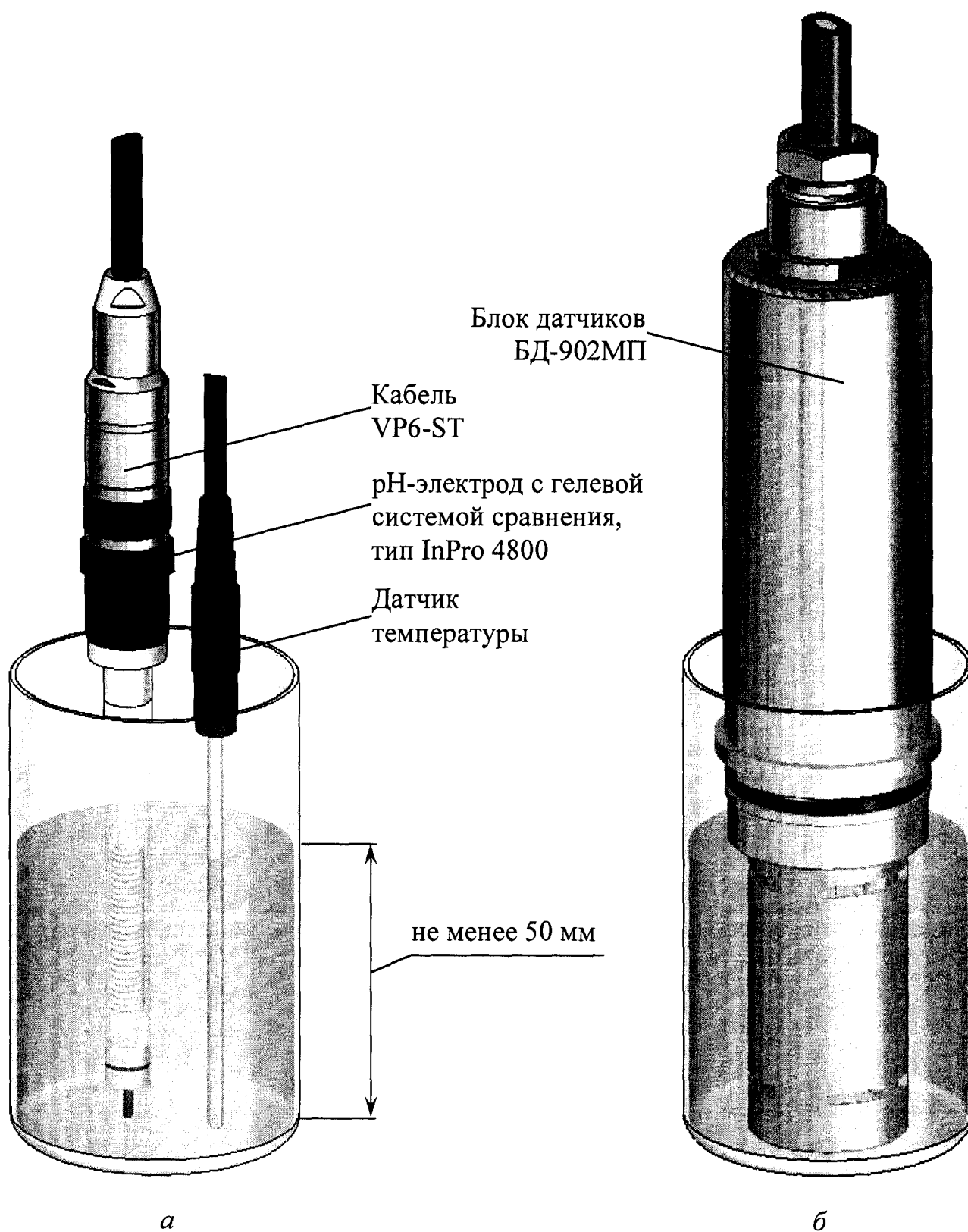


Рисунок 2.27

2.7.3 Проведение автоматической градуировки

1 Кнопкой «КАНАЛ» включить режим измерений того канала, который необходимо отградуировать (например, канал А).

2 Нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.28.

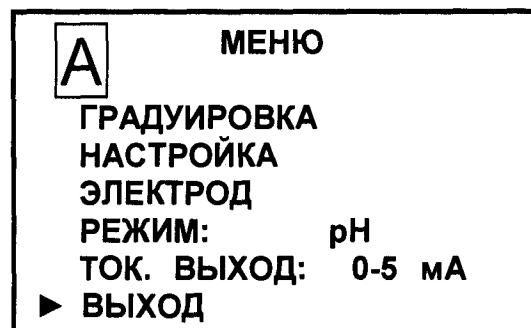


Рисунок 2.28

3 Установить маркер «▶» на строку «ГРАДУИРОВКА» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.29.

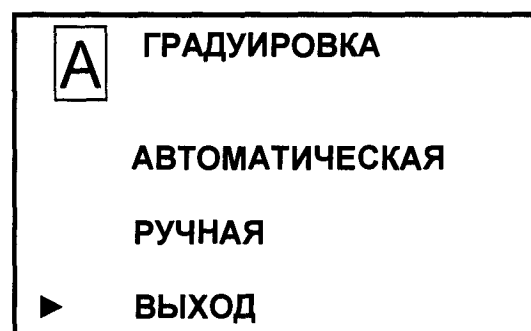


Рисунок 2.29

4 Установить маркер «▶» на строку «АВТОМАТИЧЕСКАЯ» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.30.

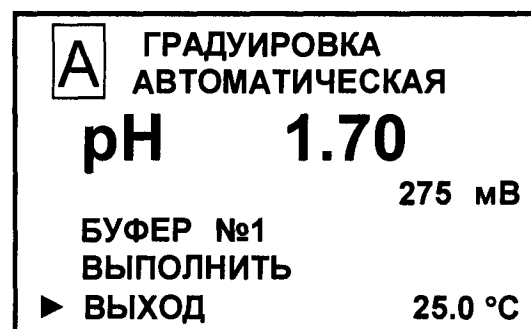


Рисунок 2.30

5 Установить маркер «▶» на строку «ВЫПОЛНИТЬ» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.31.

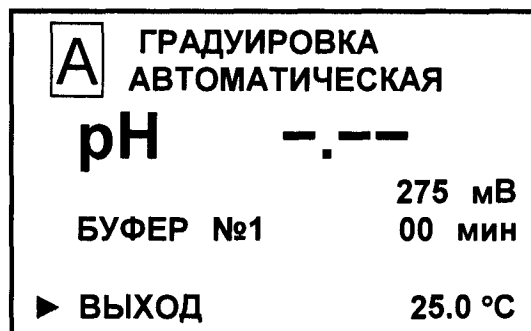


Рисунок 2.31

Если значение pH буферного раствора автоматически не определено, появится экран в соответствии с рисунком 2.32. Следует обратиться к п. 2.12.

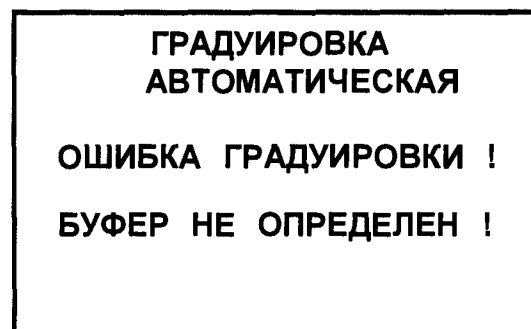


Рисунок 2.32

6 Если значение pH буферного раствора автоматически определено, появится значение pH буферного раствора и начнется заполнение прогресс-метра. После заполнения прогресс-метра появится экран в соответствии с рисунком 2.33.

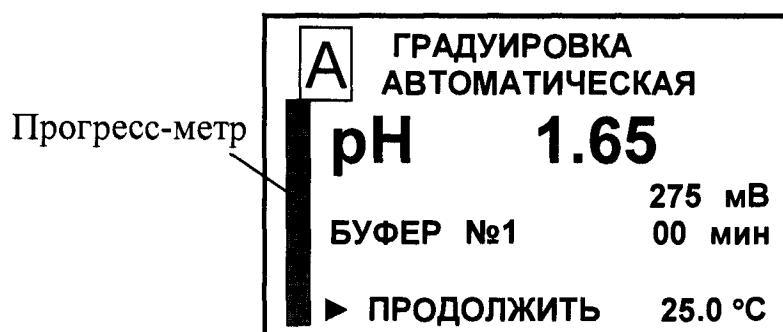


Рисунок 2.33

7 Установить маркер «▶» на строку «ПРОДОЛЖИТЬ» и нажать кнопку «МЕНЮ ВВОД» – появится экран в соответствии с рисунком 2.34.

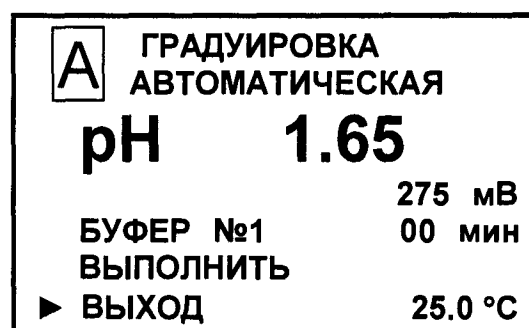


Рисунок 2.34

8 Если градуировка по второму буферному раствору не требуется, установить маркер «▶» на строку «ВЫХОД» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.35а.

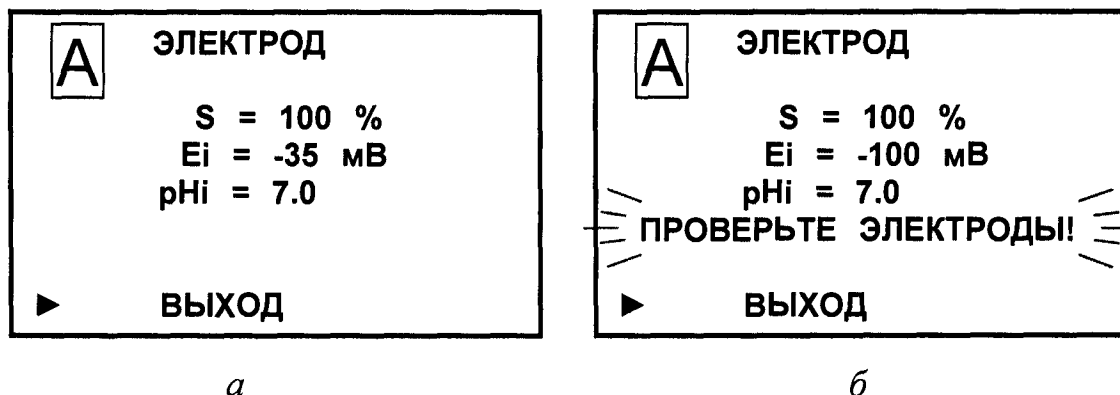


Рисунок 2.35

Примечание – Экран в соответствии с рисунком 2.35б появится, если значения индицируемых параметров (S или Ei) выходят за допустимые пределы. Следует обратиться к п. 2.12.

9 Установить маркер «▶» на строку «ВЫХОД» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.36.

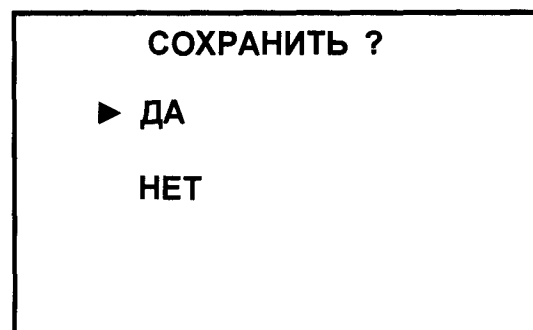


Рисунок 2.36

Установить маркер «▶» на строку ДА и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.28. Градуировка по одному буферному раствору завершена.

10 Для градуировки по второму буферному раствору, воспроизводящему значение рН 9,18 при температуре раствора ($25 \pm 0,2$) °С, извлечь рН-электроды и датчик температуры блока датчиков БД-902, БД-902А либо рабочую часть блока датчиков БД-902МП из первого буферного раствора и промыть их в дистиллированной воде (последовательно в двух сосудах).

Затем промыть их в отдельном объеме второго буферного раствора и поместить в неиспользованный ранее второй буферный раствор. Дождаться установившихся показаний рН-метра.

11 На экране в соответствии с рисунком 2.34 установить маркер «►» на строку «ВЫПОЛНИТЬ» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.37.

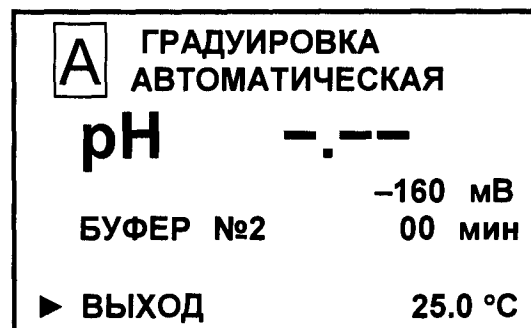


Рисунок 2.37

Если значение pH буферного раствора автоматически не определено, появится экран в соответствии с рисунком 2.32. Следует обратиться к п. 2.12.

12 Если значение pH второго буферного раствора автоматически определено, появится значение pH буферного раствора и начнется заполнение прогресс-метра. После заполнения прогресс-метра появится экран в соответствии с рисунком 2.38.

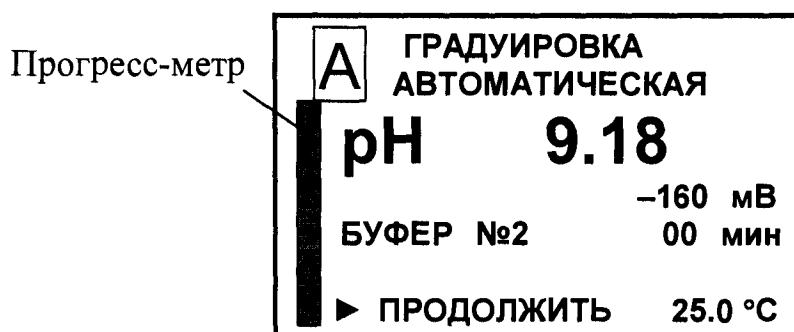


Рисунок 2.38

13 Нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.35а.

14 Установить маркер «►» на строку «ВЫХОД» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.36.

Установить маркер «►» на строку ДА и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.28. Градуировка по двум буферным растворам завершена.

Градуировка второго канала измерений производится аналогичным образом.

2.7.4 Проведение ручной градуировки

- 1 Включить рН-метр.
- 2 Кнопкой «КАНАЛ» включить режим измерений того канала, который необходимо отградуировать (например, канал А).

3 Нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.39.

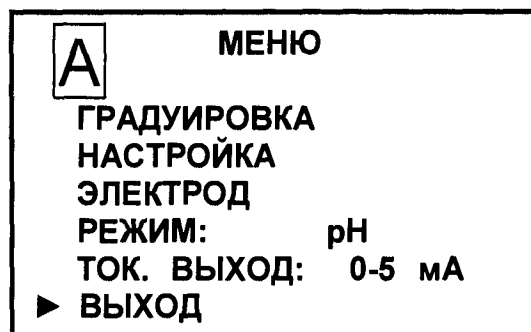


Рисунок 2.39

4 Установить маркер «▶» на строку «ГРАДУИРОВКА» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.40.

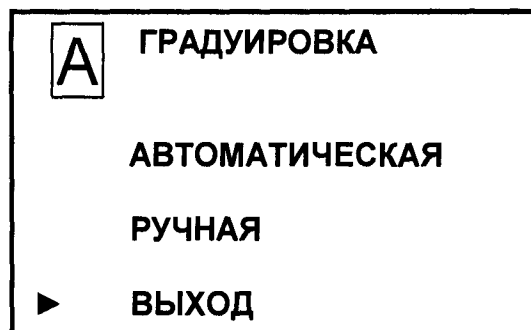


Рисунок 2.40

5 Установить маркер «▶» на строку «РУЧНАЯ» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.41.

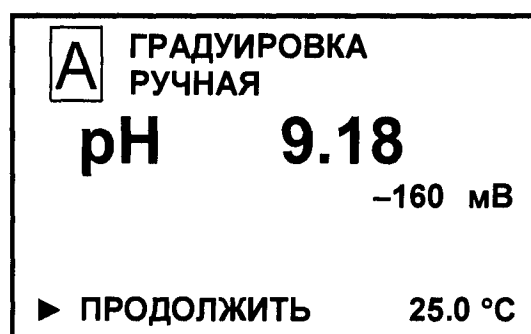


Рисунок 2.41

6 Нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.42.

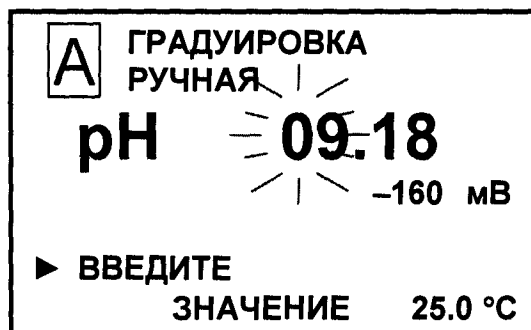


Рисунок 2.42

15 Ввести значение буферного раствора, по которому проводилась градуировка. После ввода значения (когда не будет мигать ни одна цифра) нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ », появится экран в соответствии с рисунком 2.43.

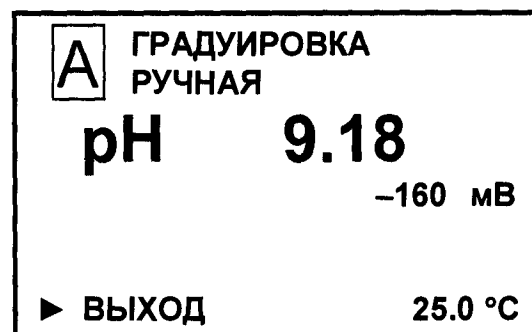


Рисунок 2.43

7 Нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.35а.

8 Установить маркер «▶» на строку «ВЫХОД» и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.36.

Установить маркер «▶» на строку ДА и нажать кнопку « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » – появится экран в соответствии с рисунком 2.28. Ручная градуировка завершена.

Градуировка второго канала измерений производится аналогичным образом.

2.8 Проведение измерений

2.8.1 Контроль и измерение параметров рН-метра

Для проведения измерений следует подготовить рН-метр к работе в соответствии с пп. 2.3, 2.7. Включить рН-метр и убедиться:

- в соответствии параметров анализируемой среды п. 1.2.5;
- в правильности установки параметров рН-метра и режимов работы в соответствии с п. 2.6.

ВНИМАНИЕ: Режим измерений рН₂₅ использовать только для чистых вод, содержащих СО₂ и NH₃! Для анализируемой среды, имеющей высокую удельную электрическую проводимость (сырая вода, сетевая вода, осветлители, солевые отсеки котлов среднего давления и пр.), приведения рН к 25 °С не существует. Для таких вод правильнее всего измерять рН при температуре близкой к 25 °С.

2.8.2 Проведение измерений в магистральном трубопроводе

Подать анализируемый раствор и снять установившиеся показания с индикатора рН-метра.

2.8.3 Проведение измерений погружным способом

Погрузить электроды либо блок датчиков БД-902МП в анализируемую среду.

Снять установившиеся показания с индикатора рН-метра.

2.9 Завершение работы с рН-метром

2.9.1 При кратковременном перерыве в работе следует:

- перевести переключатель «СЕТЬ» в положение « О » и отключить рН-метр от сети переменного тока (при необходимости);
- руководствоваться указаниями эксплуатационной документации на используемые электроды.

2.9.2 При длительном перерыве в работе следует:

- перекрыть подачу анализируемой среды;
- отключить рН-метр от сети переменного тока;
- извлечь электроды из магистрального трубопровода либо емкости с анализируемой средой;
- руководствоваться указаниями эксплуатационной документации на используемые электроды.

2.10 Экраны предупреждений

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.44 появится при превышении измеренным значением pH верхнего предела запрограммированного диапазона измерений.

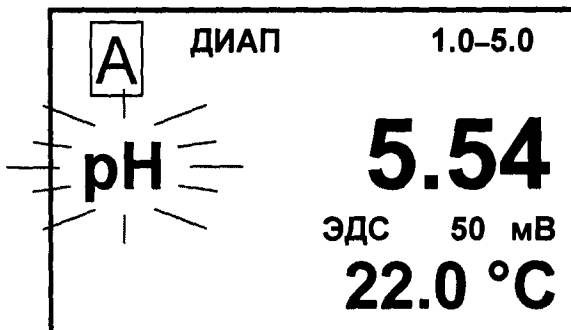


Рисунок 2.44

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.45 появится при превышении измеренным значением ЭДС пределов диапазона измерений.

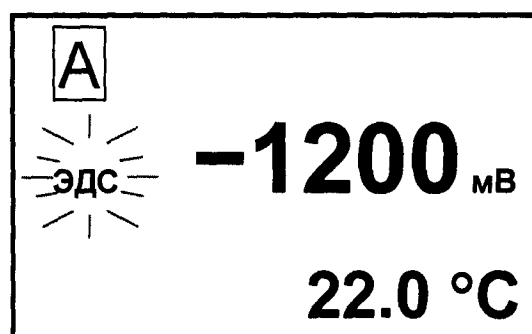


Рисунок 2.45

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.46 появится при превышении измеренным значением температуры анализируемой среды верхнего предела запрограммированного диапазона измерений.

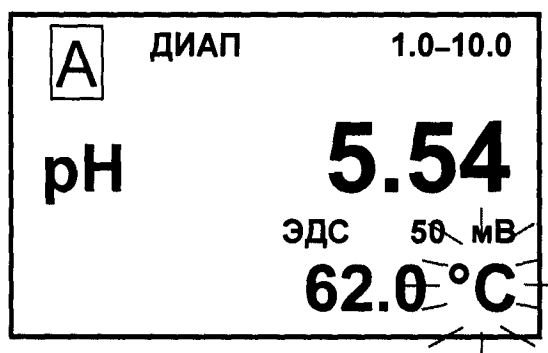


Рисунок 2.46

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.47 появится, если измеренное значение pH выходит за верхнюю уставку.

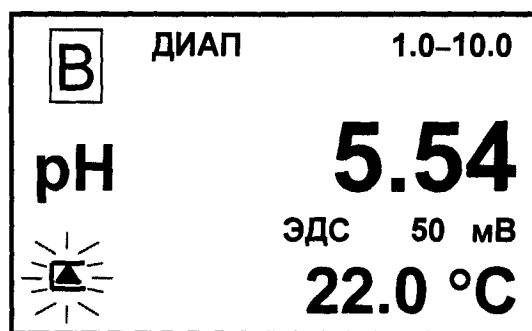


Рисунок 2.47

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.48 появится, если:

- в канале А измеренное значение рН выходит за нижнюю уставку;
- в канале В измеренное значение температуры анализируемой среды превышает верхний предел диапазона измерений.

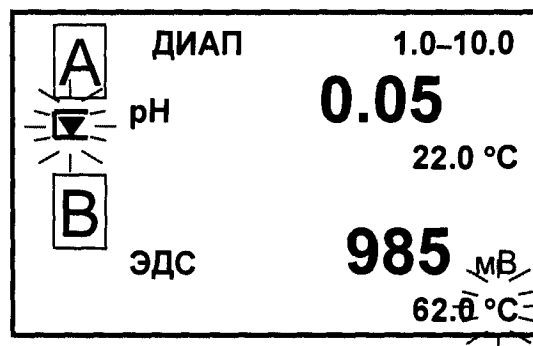


Рисунок 2.48

П р и м е ч а н и е – Численные значения рН, ЭДС, а также температуры на экранах предупреждений рН-метра могут быть другими.

2.11 Экраны неисправностей рН-метра

При появлении экранов в соответствии с рисунками 2.49-2.51 следует обратиться к п. 2.12.

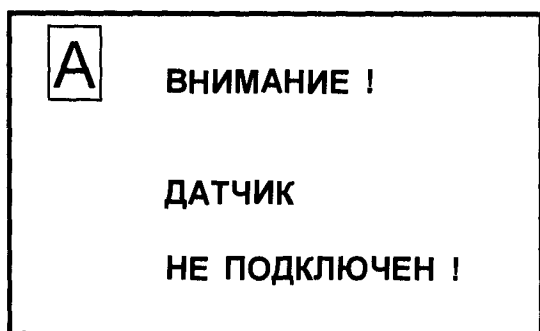


Рисунок 2.49

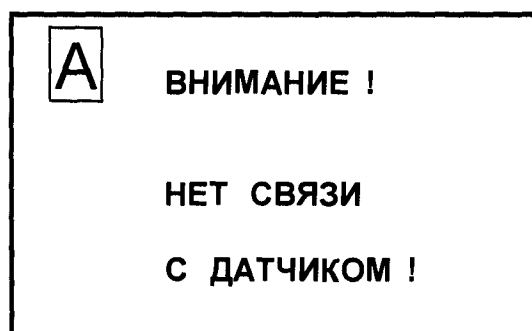


Рисунок 2.50

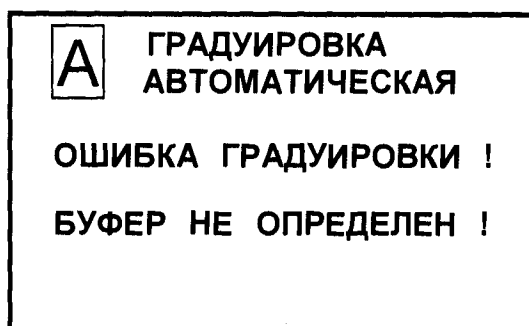


Рисунок 2.51

2.12 Возможные неисправности и методы их устранения

2.12.1 Характерные неисправности рН-метра и методы их устранения приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
1 рН-метр не включается	Вышли из строя сетевые предохранители	Раздел 4. Ремонт в заводских условиях
2 Показания рН-метра неустойчивы	Отсутствие контакта в разъеме кабеля электрода	Проверить и обеспечить надежный контакт
	Обрыв в кабеле	Раздел 4. Ремонт в заводских условиях
3 При градуировке рН-метра по буферным растворам показания рН-метра почти не изменяются при переносе рН-электродов из одного буферного раствора в другой	Неисправность одного из электродов	п. 2.12.3. Заменить электрод
4 Измеренное значение температуры (в нормальных условиях эксплуатации) отличается от реального более чем на 0,3 °С	Неисправен датчик температуры	Раздел 4. Ремонт в заводских условиях

2.12.2 Неисправности, выводимые на экран индикатора рН-метра, и методы их устранения приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Экран неисправности рН-метра	Вероятная причина	Методы устранения
1 «ВНИМАНИЕ! ДАТЧИК НЕ ПОДКЛЮЧЕН!»	Кабель К902.5, К902.L, К902МП.L либо К902МП.2 не подключен к разъему «ДАТЧИК А» или «ДАТЧИК В» блока преобразовательного	Подключить кабель к разъему «ДАТЧИК А» или «ДАТЧИК В» блока преобразовательного
	Неисправность кабеля	Раздел 4. Ремонт в заводских условиях

Продолжение таблицы 2.5

Экран неисправности рН-метра	Вероятная причина	Методы устранения
2 «ВНИМАНИЕ! НЕТ СВЯЗИ С ДАТЧИКОМ!»	Кабель К902.5, К902.L, К902МП.L либо К902МП.2 не подключен к разъему «ВЫХОД» блока усилителя	Подключить кабель к разъему «ВЫХОД» блока усилителя
	Неисправность кабеля	Раздел 4. Ремонт в заводских условиях
3 «ОШИБКА ГРАДУИРОВКИ! БУФЕР НЕ ОПРЕДЕЛЕН!»	Не определено значение рН буферного раствора	Выключить рН-метр. Проверить, что буферный раствор имеет одно из значений рН 1,65 или 9,18.
		Проверить электроды
4 «ПРОВЕРЬТЕ ЭЛЕКТРОДЫ!»	Повреждение рН-электрода. Недостаточный уровень электролита в электроде сравнения.	Проверить электрод (целостность электродов и уровень электролита в электроде сравнения).
		Проверить буферные растворы. После этого вновь провести градуировку рН-метра.

При выявлении неуказанных неисправностей или невозможности устранения неисправности своими силами следует обратиться в ООО «ВЗОР».

2.12.3 Замена электрода стеклянного комбинированного ЭСК-10617/7 блока датчиков БД-902МП

Перед заменой электрода стеклянного комбинированного ЭСК-10617/7 (далее по тексту – рН-электрод ЭСК-10617/7) следует тщательно промыть наружные поверхности блока датчиков БД-902МП и шланга ПВХ напорного армированного (далее по тексту – шланг ПВХ) и осушить.

Для замены рН-электрода ЭСК-10617/7 в соответствии с рисунками 2.52-2.54 следует:

- 1 отвернуть винт и сдвинуть его вдоль по шлангу ПВХ;
- 2 извлечь шайбу, перевернув блок датчиков БД-902МП вниз крышкой и покачивая шлангом ПВХ;
- 3 отвернуть крышку от корпуса, удерживая от вращения шланг ПВХ;

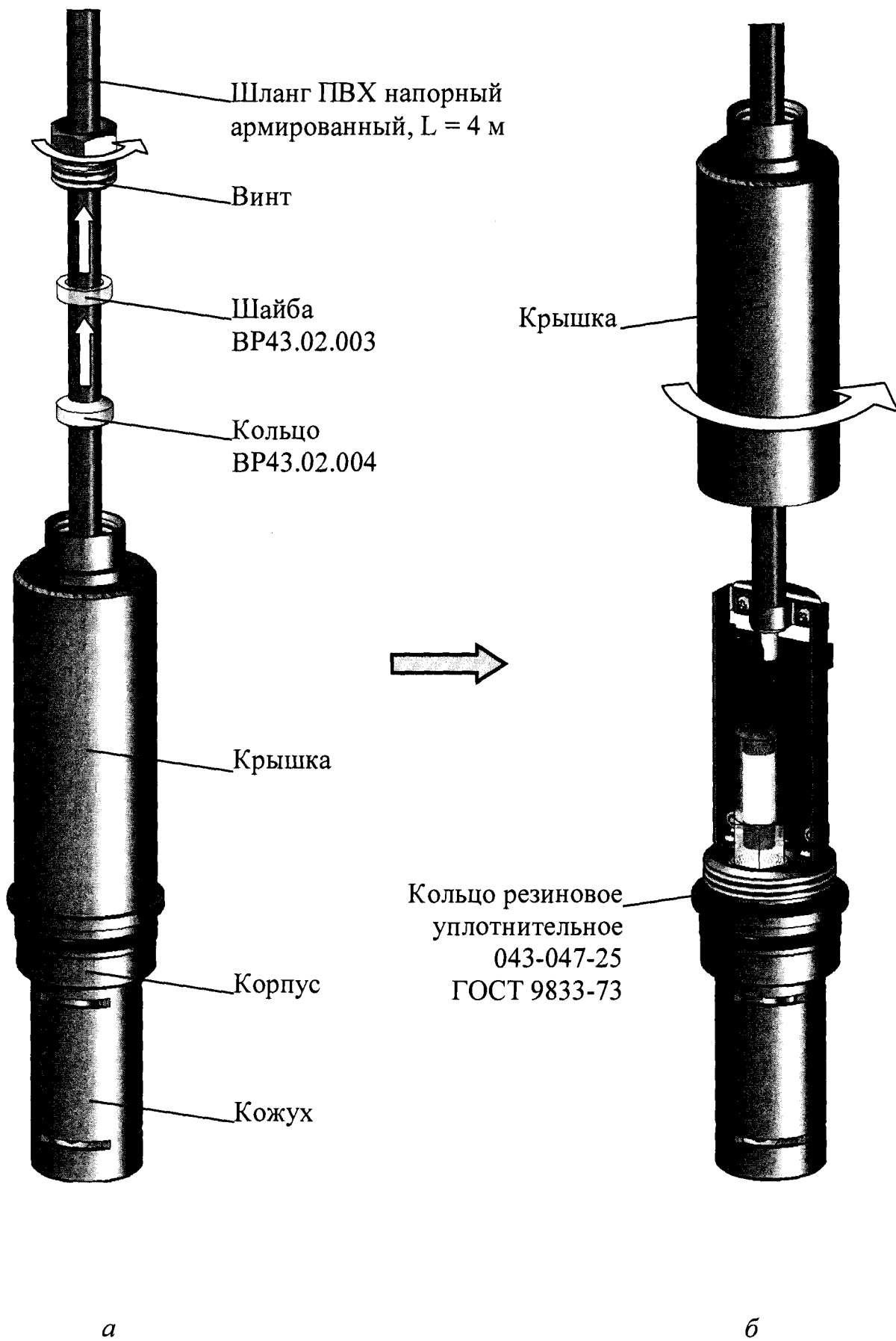


Рисунок 2.52

- 4 сдвинуть крышку вдоль по шлангу ПВХ на расстояние около 20 см, затем немного сдвинуть назад и извлечь кольцо ВР43.02.004;
- 5 сдвинуть винт, шайбу ВР43.02.003, кольцо ВР43.02.004 и крышку вдоль по шлангу ПВХ;
- 6 отпаять провода рН-электрода ЭСК-10617/7 от контактов платы блока усилителя, указанные на рисунке 2.53а;
- 7 отвернуть колпак ВР43.02.006 в соответствии с рисунком 2.53б;
- 8 извлечь неисправный рН-электрод ЭСК-10617/7 вместе с колпаком ВР43.02.006, шайбой ВР43.02.003 и кольцом ВР43.02.004 из корпуса блока датчиков БД-902МП в соответствии с рисунком 2.53в;
- 9 снять с неисправного рН-электрода ЭСК-10617/7 колпак ВР43.02.006, шайбу ВР43.02.003 и кольцо ВР43.02.004 в соответствии с рисунком 2.54а.

Подготовить исправный рН-электрод ЭСК-10617/7. Для этого следует:

- произвести разделку кабеля в соответствии с рисунком 2.54б;
- надеть на кабель термоусадочную трубку F32-4 длиной 10 мм и термоусадить ее в соответствии с рисунком 2.54в;
- на проводник «экран» надеть термоусадочную трубку F32-1 длиной 25 мм и термоусадить ее.

П р и м е ч а н и е – Трубка термоусадочная F32-1 длиной 150 мм и трубка термоусадочная F32-4 длиной 100 мм входят в комплект запасных частей ВР43.02.700.

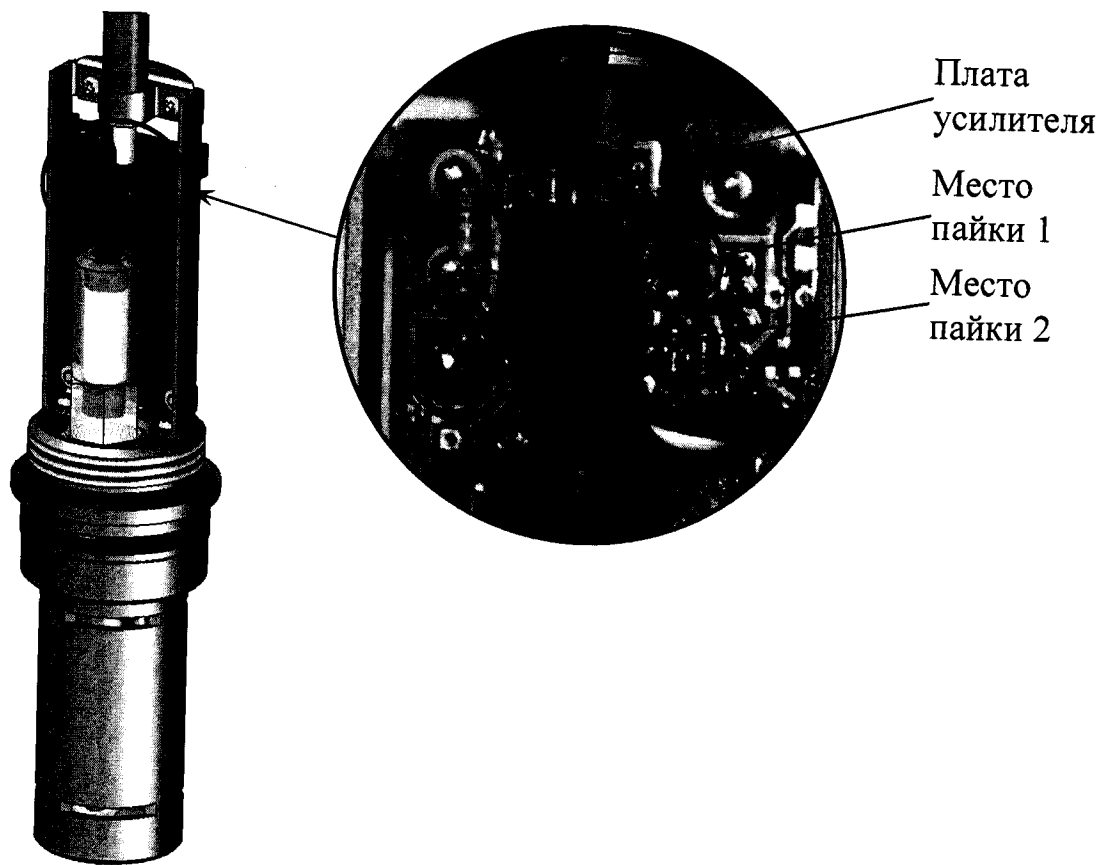
- установить на кольцо ВР43.02.004, шайбу ВР43.02.003 (фаской в сторону кольца ВР43.02.004) и колпак ВР43.02.006 (до упора).

Собрать блок датчиков БД-902МП для этого:

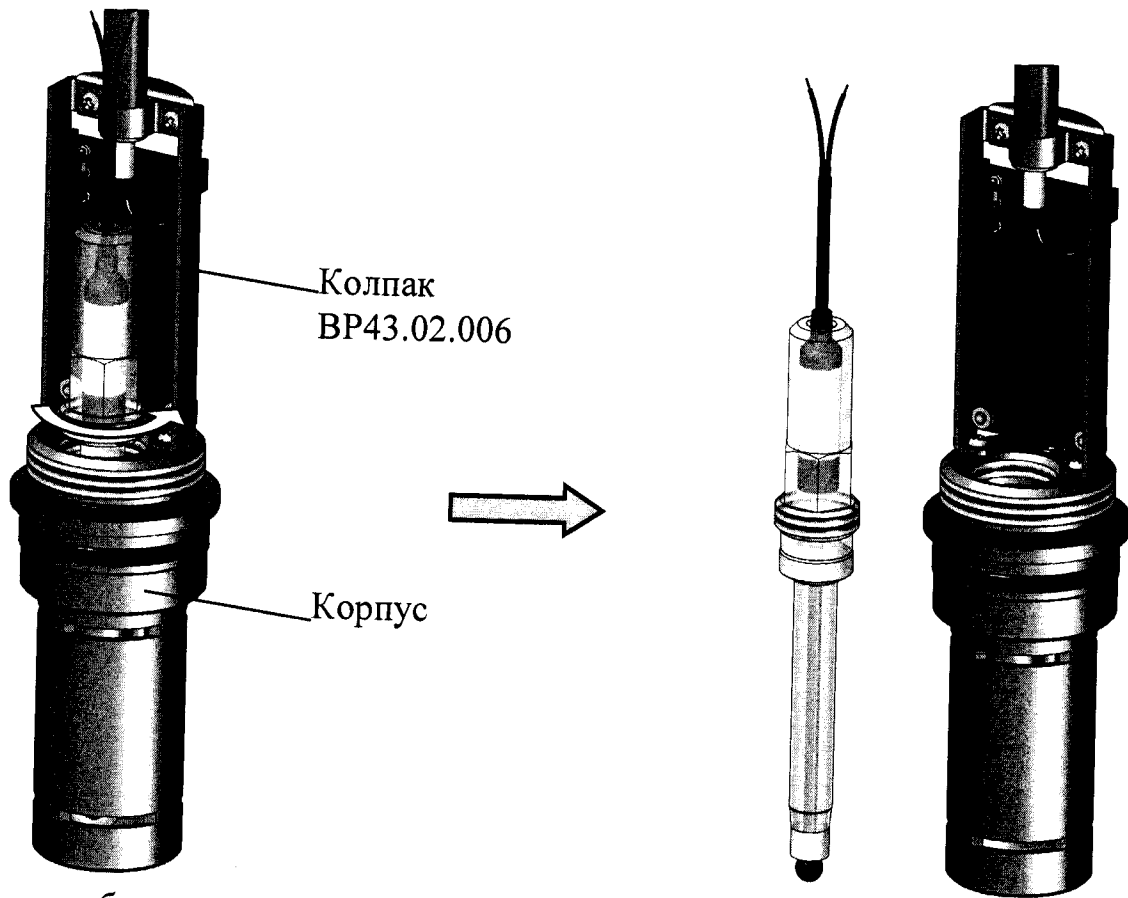
- 1 установить подготовленный исправный рН-электрод ЭСК-10617/7 в корпус блока датчиков БД-902МП, закрутив колпак ВР43.02.006;

ВНИМАНИЕ: НЕ ПРИКЛАДЫВАТЬ излишних усилий при затягивании колпака ВР43.02.006, так как он выполнен из оргстекла!

- 2 надеть на проводник «экран» термоусадочную трубку F32-1 длиной 15 мм и сдвинуть ее вдоль проводника «экран»;
- 3 подсоединить пайкой провода рН-электрода ЭСК-10617/7 к плате усилителя блока датчиков БД-902МП в соответствии с рисунком 2.53а (проводник «экран» должен быть подсоединен к «месту пайки 1»);
- 4 надеть на «место пайки 1» проводника «экран» термоусадочную трубку F32-1 длиной 15 мм и термоусадить ее;
- 5 навернуть крышку на корпус, обеспечив герметичность соединения;
- 6 установить кольцо ВР43.02.004 и шайбу ВР43.02.003 в крышку, сдвинув их по шлангу ПВХ;
- 7 завернуть винт в крышку, обеспечив герметичность соединения.



а



б

в

Рисунок 2.53

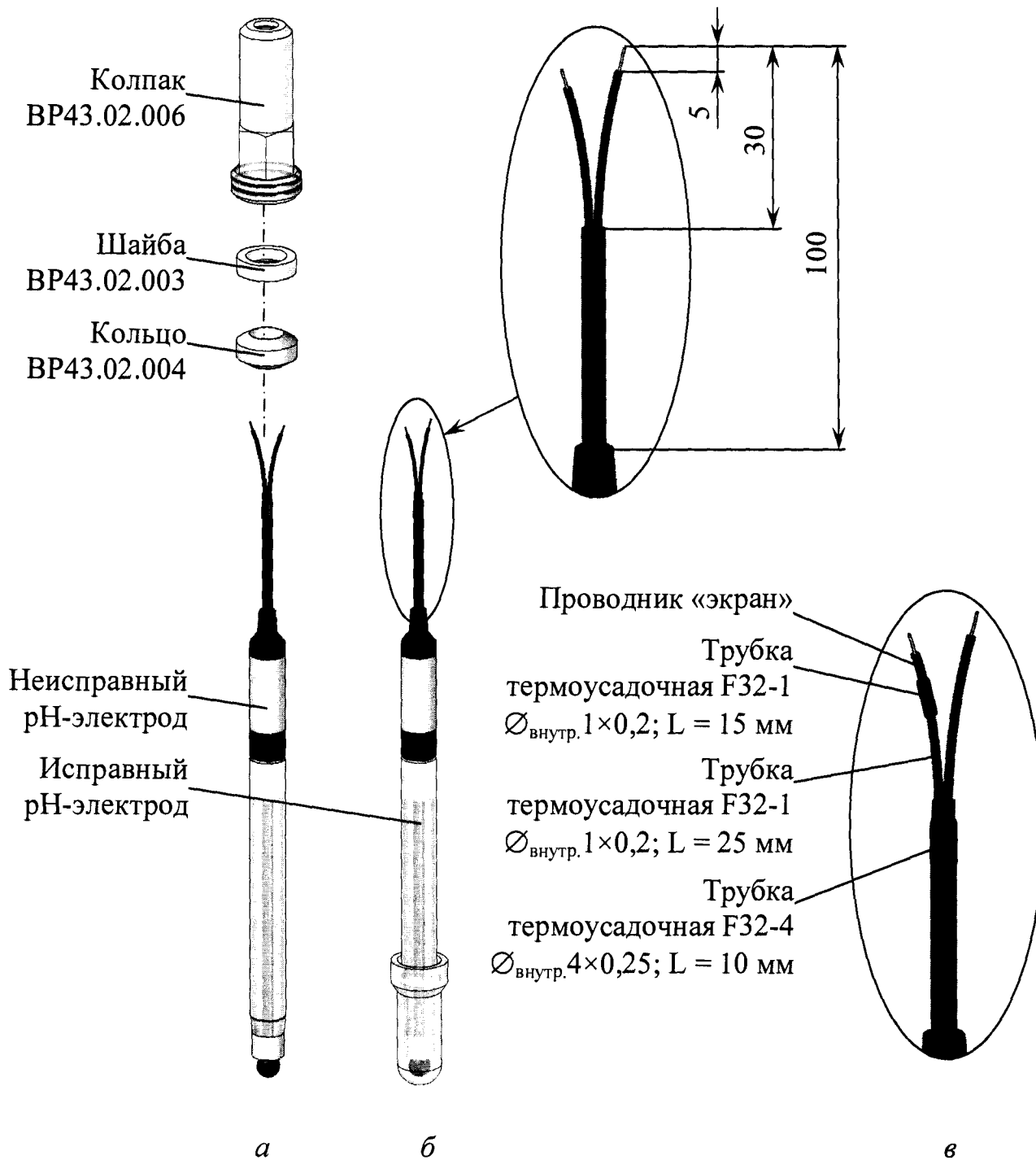


Рисунок 2.54

2.12.4 Замена комбинированного рН-электрода с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837, блока датчиков БД-902МП

Перед заменой комбинированного рН-электрода с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (далее по тексту – рН-электрод JUMO) следует тщательно промыть наружные поверхности блока датчиков БД-902МП и шланга ПВХ.

Для замены рН-электрода JUMO в соответствии с рисунками 2.55-2.56 следует:

1 отвернуть крышку от корпуса аналогично п. 2.12.3 и сдвинуть ее вдоль по шлангу ПВХ в соответствии с рисунком 2.55а;

2 отвернуть разъем тип 202990/00-00-000-90 от рН-электрода JUMO в соответствии с рисунком 2.55б;

3 выкрутить комбинированный электрод из корпуса блока датчиков БД-902МП в соответствии с рисунком 2.56а и извлечь его;

4 завернуть в корпус блока датчиков БД-902МП исправный рН-электрод JUMO;

5 привернуть разъем, тип 202990/00-00-000-90, к исправному рН-электроду JUMO;

6 навернуть крышку на корпус, обеспечив герметичность соединения;

7 установить кольцо ВР43.02.004 и шайбу ВР43.02.003 в крышку, сдвинув их по шлангу ПВХ;

8 завернуть винт в крышку, обеспечив герметичность соединения.

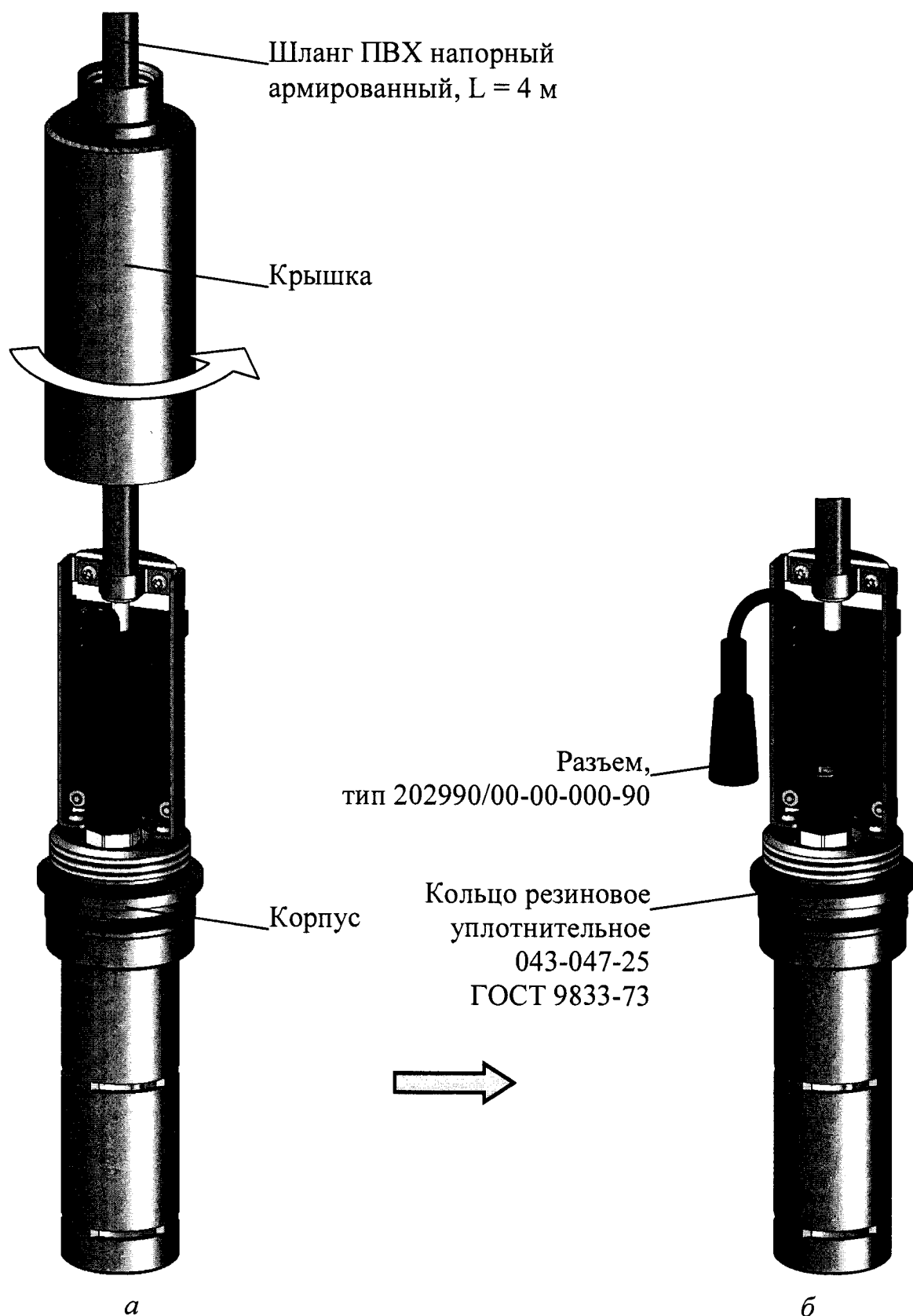


Рисунок 2.55

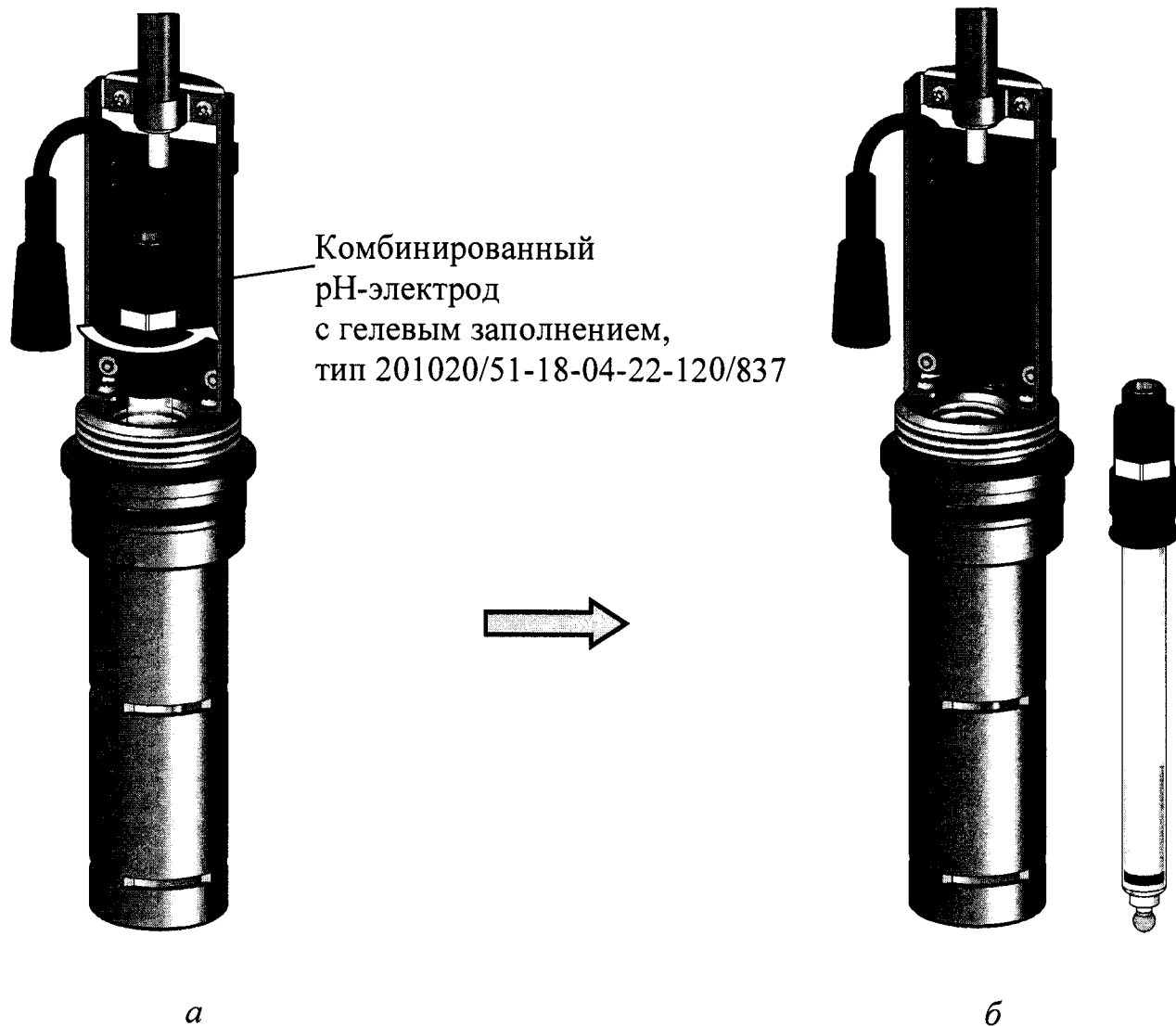


Рисунок 2.56

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

3.1.1 Все виды технического обслуживания (далее ТО) выполняются квалифицированным оперативным персоналом имеющий допуск к работе с электроустройствами до 1000 В, изучивший настоящее руководство по эксплуатации и меры безопасности при работе с химическими реактивами.

3.1.2 Техническое обслуживание рН-метра проводится в процессе работы и во время перерывов между сменами.

3.1.3 Техническое обслуживание для рН-метра, находящегося в эксплуатации, включает в себя операции нерегламентированного и регламентированного обслуживания.

3.1.4 В состав нерегламентированного ТО входят:

- эксплуатационный уход;
- содержание рН-метра в исправном состоянии (таблицы 2.4, 2.5);
- своевременная замена изношенных узлов и деталей.

Все обнаруженные при нерегламентированном ТО неисправности в работе рН-метра должны быть устранены силами оперативного персонала.

3.1.5 Регламентированное ТО реализуется в форме плановых ТО, объем и периодичность которых приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№ пп. РЭ	Наименование работы	Периодичность технического обслуживания		
		ежене- дельно	один раз в 3 мес.	ежегодно
3.3.1	Чистка составных частей рН-метра	*	+	+
3.3.2	Проверка электролита в электроде сравнения	*	*	*
3.3.3	Градуировка рН-метра	*	*	+
3.3.4	Замена изделий с ограниченным ресурсом (колец уплотнительных)	*	*	*
–	Проверка крепления составных частей рН-метра по месту их установки	*	+	+
–	Проверка наличия пломб и маркировки	*	*	+
Условные обозначения:				
«+» – техническое обслуживание проводят;				
«*» – техническое обслуживание проводят при необходимости.				

Обнаруженные при плановом ТО дефекты узлов и деталей, которые при дальнейшей эксплуатации рН-метра могут нарушить его работоспособность, должны быть устранены.

3.2 Меры безопасности

Перед техническим обслуживанием следует:

- перекрыть подачу анализируемой среды;
- выключить рН-метр (перевести переключатель «СЕТЬ» в положение «О») и отключить рН-метр от сети переменного тока;
- извлечь рН-электроды либо блок датчиков из емкости с анализируемой средой (при погружном способе проведения измерений) либо из магистрального трубопровода (при магистральном способе проведения измерений).

3.3 Порядок технического обслуживания

3.3.1 Чистка составных частей рН-метра

1 ВНИМАНИЕ: НЕ ДОПУСКАТЬ попадания моющих средств и воды на разъемы составных частей рН-метра!

2 ВНИМАНИЕ: НЕ ДОПУСКАТЬ попадания моющих средств и воды внутрь преобразователя щитового исполнения!

Чистку наружной поверхности преобразователя, блока датчиков, в том числе блока усилителя, в случае загрязнения производить с использованием мягких моющих средств с последующей промывкой дистиллированной водой.

П р и м е ч а н и е – В качестве мягкого моющего средства можно использовать мыльный раствор: 40-50 г стружки мыла по ГОСТ 28546-2002 растворить в 300-400 см³ горячей воды.

3.3.2 Проверка электролита в электроде сравнения

Периодическая проверка наличия достаточного количества раствора КСl с концентрацией 3,0 М в проточном электроде сравнения.

3.3.3 Градуировка рН-метра

Градуировку рН-метра по буферным растворам в соответствии с п. 2.3.6 рекомендуется производить:

- не реже одного раза в две недели;
- при появлении сомнений в правильности работы рН-метра;
- при получении рН-метра из ремонта или после длительного хранения;
- при замене электрода.

3.3.4 Замена колец уплотнительных

В конструкции блока датчиков БД-902МП используются кольца уплотнительные относящиеся к изделиям с ограниченным ресурсом. Типоразмер применяемых колец приведен в таблице 3.2. Замену уплотнительных колец производить в случае их повреждения.

Таблица 3.2

Типоразмер по ГОСТ 9833-73	Количество, шт.
012-016-25	1
043-047-25	1
042-048-36	1

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Общие сведения



Текущий ремонт, а также гарантийный ремонт, осуществляются в ООО «ВЗОР».

Для этого следует подготовить рН-метр, упаковать и отправить его предприятию-изготовителю для осуществления ремонта.

Примечание – В случае гарантийного ремонта с рН-метром отправляется оригинал рекламации, в остальных случаях – заявка на проведение ремонта.

4.2 Подготовка рН-метра

Для этого следует:

- отключить рН-метр от сети переменного тока;
- отсоединить от разъемов блока преобразовательного:
 - блоки датчиков;
 - регистрирующие и сигнализирующие устройства;
- отсоединить от разъемов блока датчиков:
 - рН-электроды;
 - датчик температуры;
- отсоединить заземляющие проводники от клеммы заземления «» блока преобразовательного и винта заземления «» блока датчиков БД-902А;
- закрыть разъемы блока преобразовательного заглушками;
- очистить и высушить составные части рН-метра.

4.3 Упаковка рН-метра

Для этого следует:

- уложить составные части рН-метра в герметичные полиэтиленовые пакеты (допускается использовать пакет с замком типа «Молния»);
- уложить эксплуатационную документацию (руководство по эксплуатации и паспорт) в отдельный герметичный полиэтиленовый пакет;
- уложить электроды в отдельные картонные коробки;
- поместить составные части рН-метра с эксплуатационной документацией в транспортную тару (коробку);
- заклеить транспортную тару (коробку) полимерной липкой лентой;
- нанести маркировку по ГОСТ 14192-96 и манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», «Пределы температуры».

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Условия транспортирования рН-метров в упаковке предприятия-изготовителя в условиях хранения 5 по ГОСТ 15150-69 при температуре от минус 5 до плюс 50 °С по правилам и нормам, действующим на каждом виде транспорта.

6 ХРАНЕНИЕ

6.1 рН-метры следует хранить в упаковке предприятия-изготовителя в крытом помещении на стеллажах в условиях хранения 1 по ГОСТ 15150-69.

6.2 В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочи, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

П р и м е ч а н и е – Хранение электродов в промежутке между измерениями производится в соответствии с паспортами на используемые электроды.

А1.1 Область применения

Настоящая методика распространяется на рН-метр МАРК-902 (далее рН-метр) с маркировочной табличкой, содержащей регистрационный номер в Государственном реестре средств измерений и интервал между поверками.

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок рН-метра, предназначенного для измерений активности ионов водорода (рН) и температуры ($^{\circ}\text{C}$) водных растворов, также ЭДС (мВ) рН-электродов.

Интервал между поверками – 2 года.

А1.2 Используемые нормативные документы

РМГ 51-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения.

ГОСТ 8.120-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений рН.

Р 50.2.036-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. рН-метры и иономеры. Методика поверки.

А1.3 Метрологические характеристики, проверяемые при поверке

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН при температуре анализируемой среды ($25,0 \pm 0,2$) $^{\circ}\text{C}$ и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) $^{\circ}\text{C}$, должны быть, рН:

- с блоком датчиков БД-902 $\pm 0,05$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800 или комбинированным рН-электродом SZ 195.2 $\pm 0,05$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным рН-электродом ID 4510 или комбинированным рН-электродом ASPA3111-100-2.1M $\pm 0,20$.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, должны быть, % от диапазона выходного тока $\pm 0,8$.

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН, вызванной изменением температуры анализируемой среды в диапазоне температурной компенсации рН-метра (погрешность температурной компенсации рН-метра), должны быть, рН:

- с блоком датчиков БД-902 $\pm 0,10$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным рН-электродом ASPA3111-100-2.1М... $\pm 0,10$;
- с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным рН-электродом SZ 195.2, с комбинированным рН-электродом ID 4510 $\pm 0,20$.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении температуры анализируемой среды при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, должны быть, °С $\pm 0,3$.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (для исполнений МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36) при температуре анализируемой среды ($25,0 \pm 0,2$) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, должны быть, мВ ± 2 .

А1.4 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице А1.4.1.

Таблица А1.4.1

Наименование операции	Номера пп. методики	Необходимость проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	А1.10.1	+	+
2 Опробование	А1.10.2	+	+
3 Определение основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН	А1.10.3	+	+

Продолжение таблицы А1.4.1

Наименование операции	Номера пп. методики	Необходимость проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4 Определение основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток	А1.10.3	+	+
5 Определение дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры анализируемой среды (погрешность температурной компенсации)	А1.10.4	+	+
6 Определение основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении температуры анализируемой среды	А1.10.5	+	+
7 Определение основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (для исполнений МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36)	А1.10.6	+	+
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 Знак «+» означает, что операцию проводят.</p> <p>2 При получении отрицательного результата после любой из операций поверка прекращается, рН-метр бракуется.</p>			

А1.5 Средства поверки

Средства измерений, реактивы, материалы, применяемые при поверке, указаны в таблице А1.5.1.

Таблица А1.5.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
А1.8.1	Гигрометр психрометрический типа ВИТ-1 Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 20 до 90 %. Абсолютная погрешность измерения ± 7 %.

Продолжение таблицы А1.5.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
А1.8.1	Барометр-анероид БАММ-1 Диапазон измеряемого давления от 80 до 106 кПа. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,2$ кПа
А1.9.3, А1.10.3, А1.10.4	Буферные растворы – рабочие эталоны рН 2-го разряда по ГОСТ 8.120-2014, приготовленные из стандарт-титров по ГОСТ 8.135-2004, воспроизводящие значения рН: 1,65; 4,01; 9,18. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения $\pm 0,01$.
А1.10.3, А1.10.4, А1.10.5	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 Диапазон измерений от минус 50 до плюс 300 °С. Погрешность измерений $\pm 0,05$ °С.
А1.10.3	Мультиметр цифровой АРРА-305 Используемый предел измерений переменного напряжения 400 В; основная абсолютная погрешность измерений, В: $\pm (0,007X + 0,05)$, где X – измеренное, значение переменного напряжения, В. Используемый предел измерений силы постоянного тока 40 мА; основная абсолютная погрешность измерений, мА: $\pm (0,002X + 0,004)$, где X – измеренное значение силы постоянного тока, мА
А1.10.6	Магазин сопротивлений Р4831 Диапазон от 0,002 до 100000 Ом, класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$.
А1.10.3, А1.10.4, А1.10.5	Термостат жидкостный ТЖ-ТС-01/26 Диапазон регулирования температуры от плюс 10 до плюс 100 °С. Погрешность поддержания температуры не более $\pm 0,1$ °С.
А1.10.6	Прибор для поверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12. Диапазон выходных калибровочных напряжений $1 \cdot 10^{-7}$ -1000 В. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности на пределе 1 В $2 \cdot 10^{-5} U_k + 1 \cdot 10^{-6}$ В, где U_k – калибровочное напряжение, В.
А1.10.6	Имитатор электродной системы типа И-02. Диапазон выходного напряжения имитатора от 0 до ± 2011 мВ с дискретностью установки 0,1 мВ.
А1.10.5	Стакан цилиндрический СЦ-3 ГОСТ 23932-90
А1.10.3, А1.10.4	Посуда мерная лабораторная стеклянная ГОСТ 1770-74

Продолжение таблицы А1.5.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
А1.9.3, А1.10.3, А1.10.4, А1.10.5	Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72 (удельная электрическая проводимость не более 5 мкСм/см)

Примечания

1 Допускается применение других средств измерений, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с необходимой точностью.

2 Для измерений температуры допускается применение других средств измерений с погрешностью измерений не хуже $\pm 0,1$ °С.

Средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или знаки поверки.

Испытательное оборудование должно иметь отметки, подтверждающие его годность в соответствии с требованиями их технической документации.

А1.6 Требования к квалификации поверителя

А1.6.1 К проведению поверки рН-метров допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, опыт работы в области аналитической химии, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности, владеющие техникой потенциометрических измерений, изучившие настоящую методику поверки и аттестованные в качестве поверителя.

А1.7 Требования безопасности

А1.7.1 При проведении поверки соблюдают правила техники безопасности:

– при работе с химическими реактивами – по ГОСТ 12.1.007-76 и ГОСТ 12.4.021-75;

– при работе с электроустановками – по ГОСТ 12.1.019-2009 и ГОСТ 12.2.007.0-75.

А1.7.2 Помещение, в котором осуществляется поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

А1.7.3 Исполнители должны быть проинструктированы о мерах безопасности, которые должны соблюдаться при работе с приборами, в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к приборам. Обучение работающих лиц правилам безопасности труда проводят по ГОСТ 12.0.004-90.

А1.8 Условия проведения поверки

А1.8.1 Поверка должна проводиться в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С (20 ± 5);
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- питание – от сети переменного тока частотой ($50,0 \pm 0,5$) Гц и напряжением ($220 \pm 4,4$) В либо (36 ± 1) В.

А1.8.2 Вибрация, тряска, удары, влияющие на работу рН-метра, не допускаются.

А1.9 Подготовка к поверке

А1.9.1 Основное и вспомогательное оборудование, указанное в разделе А1.5, подготавливают к работе в соответствии с требованиями нормативных документов и ЭД.

А1.9.2 Поверяемый рН-метр в комплекте с блоком преобразовательным (далее – преобразователь) и блоком датчиков (с электродами) подготавливают к работе в соответствии п. 2.3 руководства по эксплуатации.

А1.9.3 Буферные растворы – рабочие эталоны рН приготавливают, как указано в инструкции на стандарт-титры для рН-метрии.

П р и м е ч а н и е – Буферные растворы готовят непосредственно перед проведением измерений.

А1.10 Проведение поверки

А1.10.1 Внешний осмотр

На поверку предъявляют паспорт и руководство по эксплуатации.

При проведении внешнего осмотра проверяют визуально:

- комплектность рН-метра (блок преобразовательный, блок датчиков с электродами и датчиком температуры, кабели);
- целостность корпусов, электродов, кабелей, отсутствие механических повреждений, препятствующих нормальному функционированию рН-метра;
- чистоту и целостность соединителей и гнезд;
- четкость и правильность маркировки в соответствии с руководством по эксплуатации (обозначение рН-метра, наименование, заводской номер рН-метра, заводской номер электродов, обозначение переключателя, кнопок, соединителей, гнезд, регистрационный номер в Государственном реестре средств измерений и интервал между поверками).




рН-метр, имеющий дефекты, которые затрудняют эксплуатацию, бракуют и к дальнейшей поверке не допускают.

А1.10.2 Опробование

А1.10.2.1 Проверка функционирования рН-метра в различных режимах работы




Подключают преобразователь к сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В либо 36 В (в зависимости от исполнения рН-метра).

Включают поверяемый рН-метр.

Проверяют работоспособность кнопок «КАНАЛ», « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ », «», «» и «».

Результат проверки считают удовлетворительным, если:

- подсвечивается световой индикатор «СЕТЬ»;
- при нажатии кнопки «КАНАЛ» изменяется режим индикации (индикация показаний рН и ЭДС первого, второго либо обоих каналов);

- при нажатии кнопки « $\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$ » рН-метр переходит из режима измерений в режим контроля и изменения параметров (вход в меню);
- кнопкой «» осуществляется включение и отключение подсветки экрана индикатора;
- кнопками «», «» осуществляется перемещение по строкам меню.

A1.10.2.2 Проверка соответствия программного обеспечения (ПО)

Переходят в экранное меню «ПО И КОНТР.СУММЫ».

Проверяют соответствие ПО тому, которое было зафиксировано при испытаниях в целях утверждения типа рН-метра.

Для этого фиксируют идентификационное обозначение ПО и цифровые идентификаторы ПО (контрольные суммы исполняемого кода), которые должны соответствовать таблице A1.10.1.

Таблица A1.10.1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО: – для платы индикации; – для платы усилителя.	902I.430.04.00 902U.430.03.08
Номер версии (идентификационный номер) ПО: – для платы индикации; – для платы усилителя.	04.00 03.08
Цифровой идентификатор ПО: – для платы индикации; – для платы усилителя.	0x9A5174A1 0xCBD6CD5F

Результат проверки считают удовлетворительным, если приведенные идентификационное обозначение, идентификатор метрологически значимой части ПО, идентификаторы ПО (контрольные суммы исполняемого кода в шестнадцатеричной системе) соответствуют установленным по индикатору рН-метра требованиям.

А1.10.3 Определение основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН. Определение основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток.

А1.10.3.1 Подготовка к измерениям

Собирают установку в соответствии с рисунком А1.10.1.

Подсоединяют к каналу А блока преобразовательного блок датчиков.

Подсоединяют мультиметр АРРА-305 к разъему «ТОКОВЫЙ ВЫХОД, СИГНАЛИЗАЦИЯ, RS-485» блока преобразовательного в соответствии с рисунком А1.10.2.

Включают термостат.

С помощью термостата доводят температуру воды до значения $(25,0 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$ и поддерживают ее с отклонением от установившегося значения $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$.

Устанавливают пределы программируемых диапазонов измерений рН и температуры в соответствии с таблицей А1.10.2.

Таблица А1.10.2

Параметр	Пределы программируемого диапазона измерений		Пределы уставок	
	MIN	MAX	MIN	MAX
рН	1	11	0	15
Температура, $^\circ\text{C}$	–	99,9	–	–

Проводят градуировку рН-метра по двум буферным растворам – рабочим эталонам рН, воспроизводящим значения рН 1,65 и 9,18 при температуре растворов $(25 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$.

А1.10.3.2 Проведение измерений

Проводят измерение рН одного из трех (с учетом преимущественного диапазона измерений при эксплуатации рН-метра) буферных растворов – рабочих эталонов рН, воспроизводящих значения рН 3,56; 4,01; 10,00 при температуре раствора $(25 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$.

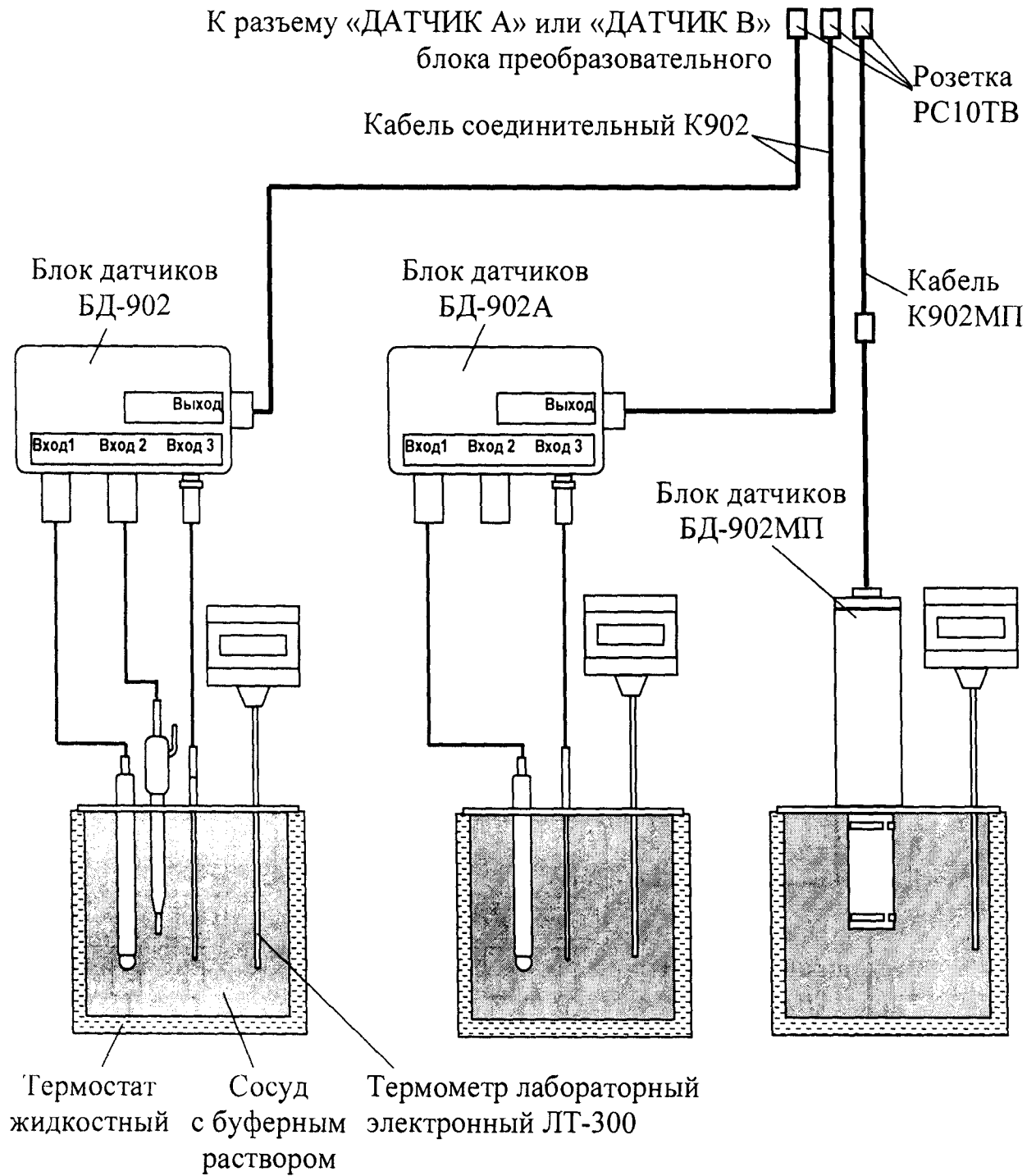


Рисунок А1.10.1

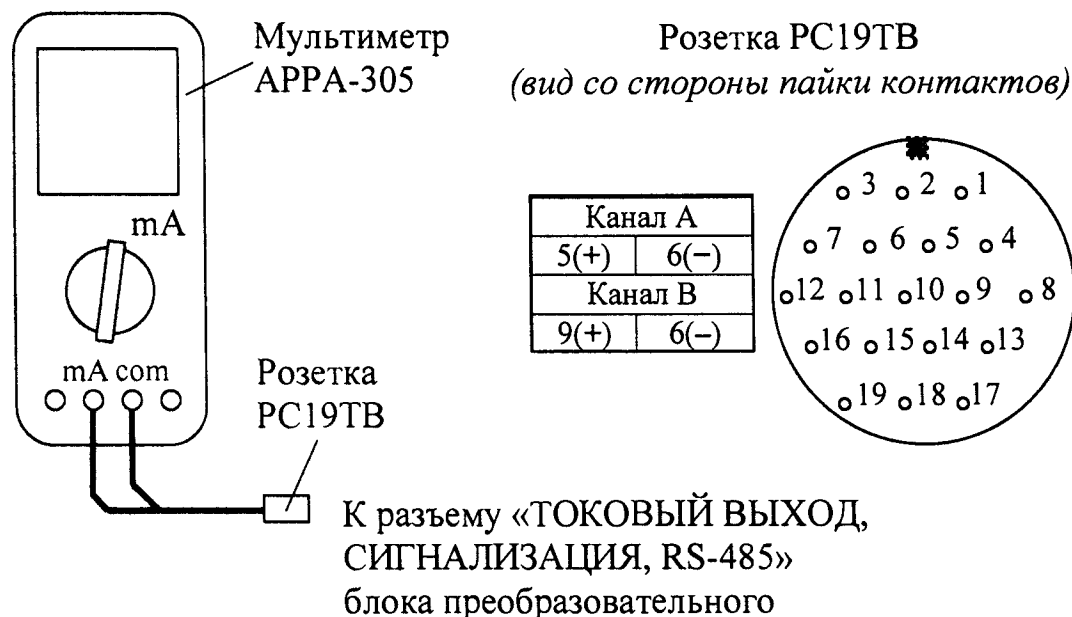


Рисунок А1.10.2

Измерения повторяют не менее трех раз. Фиксируют полученные значения $N_{изм}$, рН.

Для каждого значения $N_{изм}$ фиксируют по мультиметру APPA-305 выходные токи блока преобразовательного $I_{вых}^{4-20}$ и $I_{вых}^{0-5}$, мА, на диапазонах от 4 до 20 мА и от 0 до 5 мА соответственно.

Проводят аналогичные измерения для канала В, если в комплект рН-метра входят два блока датчиков.

А1.10.3.3 Обработка результатов измерений

Если максимальное расхождение результатов измерений рН не превышает предела основной допускаемой погрешности измерений рН, находят среднеарифметическое значение $N_{изм ср}$ для данного буферного раствора.

Рассчитывают основную абсолютную погрешность при измерении активности ионов водорода $\Delta_{о рН}$, рН, для обоих каналов по формуле:

$$\Delta_{о рН} = N_{изм ср} - рН_{эт}, \quad (A1.1)$$

где $рН_{эт}$ – значение рН по ГОСТ 8.134-2014, воспроизводимое буферным раствором – рабочим эталоном рН при температуре 25 °С.

Рассчитывают приведенные погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток для всех зафиксированных значений выходного тока γ_{4-20} и γ_{0-5} , %, для обоих каналов по формулам:

- для выходного тока в диапазоне от 4 до 20 мА:

$$\gamma_{4-20} = \frac{I_{вых}^{4-20} - (4 + 16 \cdot \frac{N_{изм} - N_{нач}}{N_{диап}})}{16} \cdot 100 \% ; \quad (A1.2)$$

- для выходного тока в диапазоне от 0 до 5 мА:

$$\gamma_{0-5} = \frac{I_{вых}^{0-5} - 5 \cdot \frac{N_{изм} - N_{нач}}{N_{диап}}}{5} \cdot 100 \% , \quad (A1.3)$$

где $N_{нач}$ – значение нижнего предела «MIN» программируемого диапазона измерений рН по выходному току, равное 1 рН;

$N_{диап}$ – разность между значениями «MAX» и «MIN» программируемого диапазона измерений рН, равная 10 рН.

Результат определения основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН считают удовлетворительными, если:

- для исполнений с блоком датчиков БД-902

$$- 0,05 \leq \Delta_{о рН} \leq 0,05;$$

- для исполнений с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800 или комбинированным рН-электродом SZ 195.2

$$- 0,05 \leq \Delta_{о рН} \leq 0,05;$$

- для исполнений с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным рН-электродом ID 4510 или комбинированным рН-электродом ASPA3111-100-2.1M

$$- 0,20 \leq \Delta_{о рН} \leq 0,20.$$

Результат проверки основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения рН в выходной ток преобразователя считают удовлетворительным, если выполняются условия:

$$- 0,8 \leq \gamma_{4-20} \leq 0,8;$$

$$- 0,8 \leq \gamma_{0-5} \leq 0,8.$$

А1.10.4 Определение дополнительной абсолютной погрешности при измерении рН, вызванной изменением температуры анализируемой среды (погрешность температурной компенсации)

А1.10.4.1 Подготовка к измерениям

Подготовка к измерениям аналогична приведенной в п. А1.10.3.1. Мультиметр АРРА-305 не используют.

А1.10.4.2 Проведение измерений

С помощью термостата доводят температуру воды до верхнего значения температурной компенсации ($50,0 \pm 0,2$) °С для блока датчиков БД-902 либо ($60,0 \pm 0,2$) °С для блоков датчиков БД-902А, БД-902МП и поддерживают ее с отклонением от установившегося значения $\pm 0,2$ °С.

Проводят измерение рН одного из трех (с учетом преимущественного диапазона измерений при эксплуатации рН-метра) буферных растворов – рабочих эталонов рН, воспроизводящих значения рН 3,56; 4,01; 10,00 при температуре раствора ($25 \pm 0,2$) °С, для температуры ($50 \pm 0,2$) либо ($60 \pm 0,2$) °С.

Измерения повторяют не менее трех раз. Фиксируют полученные значения N_i , рН.

Проводят аналогичные измерения для канала В, если в комплект рН-метра входят два блока датчиков.

А1.10.4.3 Обработка результатов измерений

Если максимальное расхождение результатов измерений рН не превышает предела основной допускаемой погрешности измерений рН, находят среднеарифметическое значение $N_{i, ср}$, рН.

Рассчитывают дополнительную абсолютную погрешность рН-метра при измерении активности ионов водорода $\Delta_{i, рН}$, рН, для обоих каналов по формуле:

$$\Delta_{t,pH} = N_{t,cp} - pH_t, \quad (\text{A1.4})$$

где pH_t – значение рН по ГОСТ 8.134-2014, воспроизводимое буферным раствором – рабочим эталоном рН при температуре $(50 \pm 0,2)$ либо $(60 \pm 0,2)$ °С.

Результат проверки считают удовлетворительным, если выполняются условия:

– для рН-метра с блоком датчиков БД-902

$$- 0,10 \leq \Delta_{t,pH} \leq 0,10;$$

– для рН-метра с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным рН-электродом ASPA3111-100-2.1M

$$- 0,10 \leq \Delta_{t,pH} \leq 0,10;$$

– для рН-метра с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным рН-электродом SZ 195.2, с комбинированным рН-электродом ID 4510

$$- 0,20 \leq \Delta_{t,pH} \leq 0,20.$$

A1.10.5 Определение основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении температуры анализируемой среды

A1.10.5.1 Подготовка к измерениям

Подготовка к измерениям – в соответствии с п. А1.10.3.1.

Мультиметр АРРА-305 не используют.

Вместо буферного раствора используют дистиллированную воду.

Электроды блоков датчиков БД-902, БД-902А в дистиллированную воду не погружают.

Предел программируемого диапазона измерений температуры устанавливают равным 99,9 °С.

С помощью термостата доводят температуру воды до значения $(25,0 \pm 1,0)$ °С и поддерживают ее с отклонением от установившегося значения $\pm 0,2$ °С.

Примечание – Для проверки в точке с температурой $(0,0 + 0,5) ^\circ\text{C}$ допускается использовать стакан с водой, заполненный льдом, установленный на магнитную мешалку.

А1.10.5.2 Проведение измерений

Фиксируют показания рН-метра по температуре t , $^\circ\text{C}$, и показания термометра ЛТ-300 t_2 , $^\circ\text{C}$, при температуре в термостате $(25 \pm 0,2)$, $(0 + 0,5) ^\circ\text{C}$, а так же:

- $(50,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ для блока датчиков БД-902 с электродом стеклянным ЭС-10601/7 и электродом сравнения ЭСр-10106-3,0;
- $(60,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ для блока датчиков БД-902МП;
- $(60,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ для блока датчиков БД-902А с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, комбинированным рН-электродом с гелевым наполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo);
- $(90,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ для блока датчиков БД-902А с комбинированным рН-электродом ID 4510;
- $(100,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ для блока датчиков БД-902А и рН-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным рН-электродом SZ 195.2, комбинированным рН-электродом АSPA3111-100-2.1М.

Проводят проверку второго блока датчиков, если он входит в комплект рН-метра.

А1.10.5.3 Обработка результатов измерений

Результат проверки считают удовлетворительным, если для каждой установленной температуры выполняется условие:

$$- 0,3 \leq t_{изм} - t_2 \leq 0,3.$$

А1.10.6 Определение основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС для исполнений рН-метра МАРК-902, МАРК-902/36, МАРК-902/1, МАРК-902/1/36, МАРК-902А, МАРК-902А/36, МАРК-902А/1, МАРК-902А/1/36

А1.10.6.1 Подготовка к измерениям

Собирают установку в соответствии с рисунком А1.10.3.

Заменяют датчик температуры магазином сопротивлений Р4831. Подбирая сопротивление, устанавливают показания индикатора блока преобразовательного по температуре равными 20,0 °С.

Заменяют электродную систему прибором В1-12. Для удобства подключения используют имитатор электродной системы И-02.

А1.10.6.2 Проведение измерений

Определение основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС выполняют в точках, соответствующих минус 1000, минус 500, 0, 500, 1000 мВ.

Включают режим измерений ЭДС.

На вход канала А блока преобразовательного подают напряжение U , мВ, от прибора В1-12, равное минус 1000, минус 500, 0, 500, 1000 мВ.

Для каждой точки фиксируют показания индикатора блока преобразовательного $U_{изм.}$, мВ.

Проводят проверку второго блока датчиков, если он входит в комплект рН-метра.

А1.10.6.3 Обработка результатов измерений

Рассчитывают основную абсолютную погрешность преобразователя при измерении ЭДС $\Delta_{о \text{ ЭДС}}$, мВ, для обоих каналов по формуле:

$$\Delta_{о \text{ ЭДС}} = U_{изм} - U. \quad (A1.5)$$

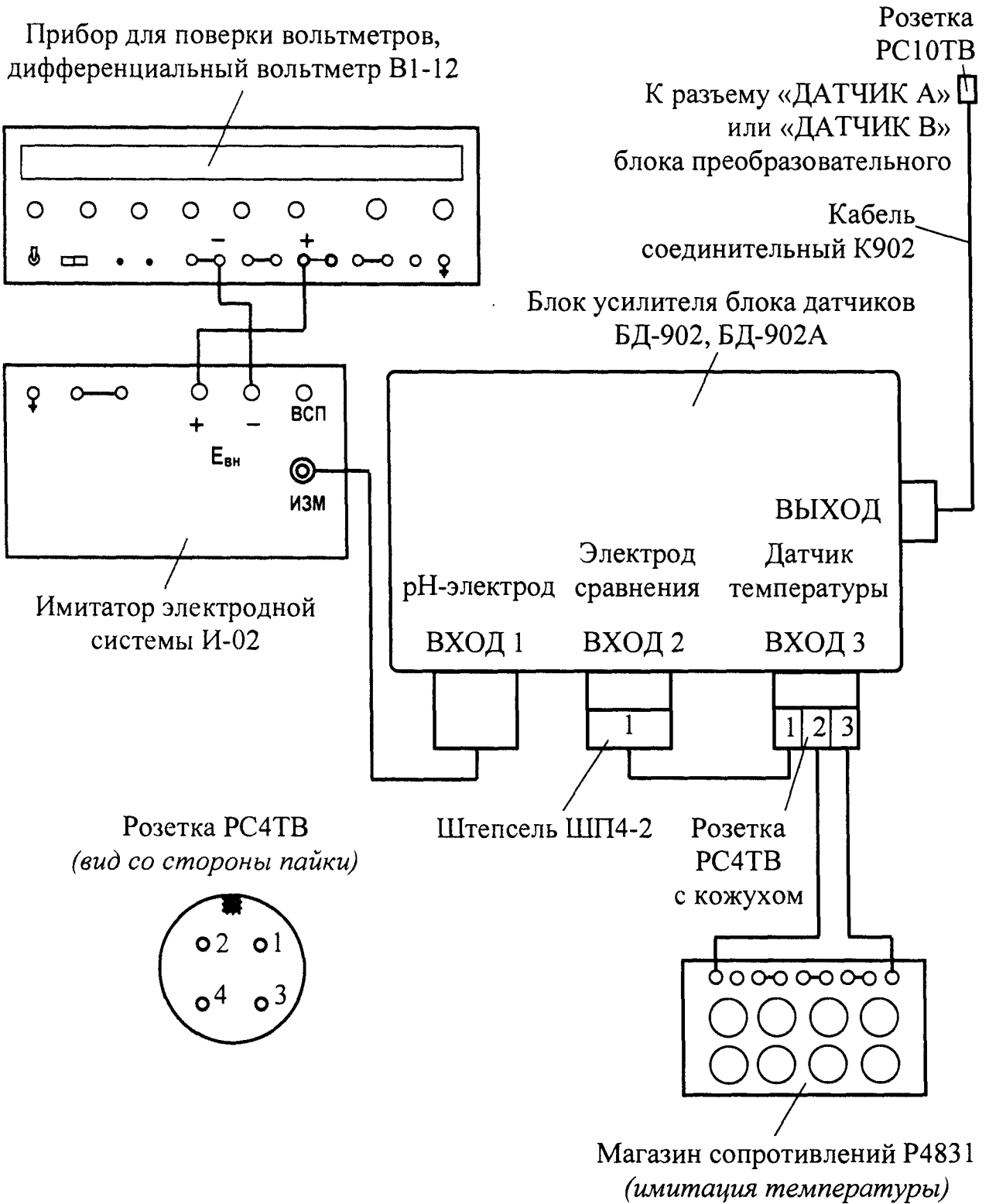


Рисунок А1.10.3

Результат проверки считают удовлетворительными, если для всех точек выполняется условие:

$$-2 \leq \Delta_{\sigma \text{ ЭДС}} \leq 2.$$

А1.11 Оформление результатов поверки

А1.11.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы.

А1.11.2 Положительные результаты поверки удостоверяют свидетельством о поверке и (или) записью в паспорте на рН-метр и знаком поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт, и на блок преобразовательный.

А1.11.3 Если по результатам поверки рН-метр признают непригодным к применению, свидетельство о поверке аннулируют и выписывают извещение о непригодности к применению в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Значения рН стандартных буферных растворов
в зависимости от температуры

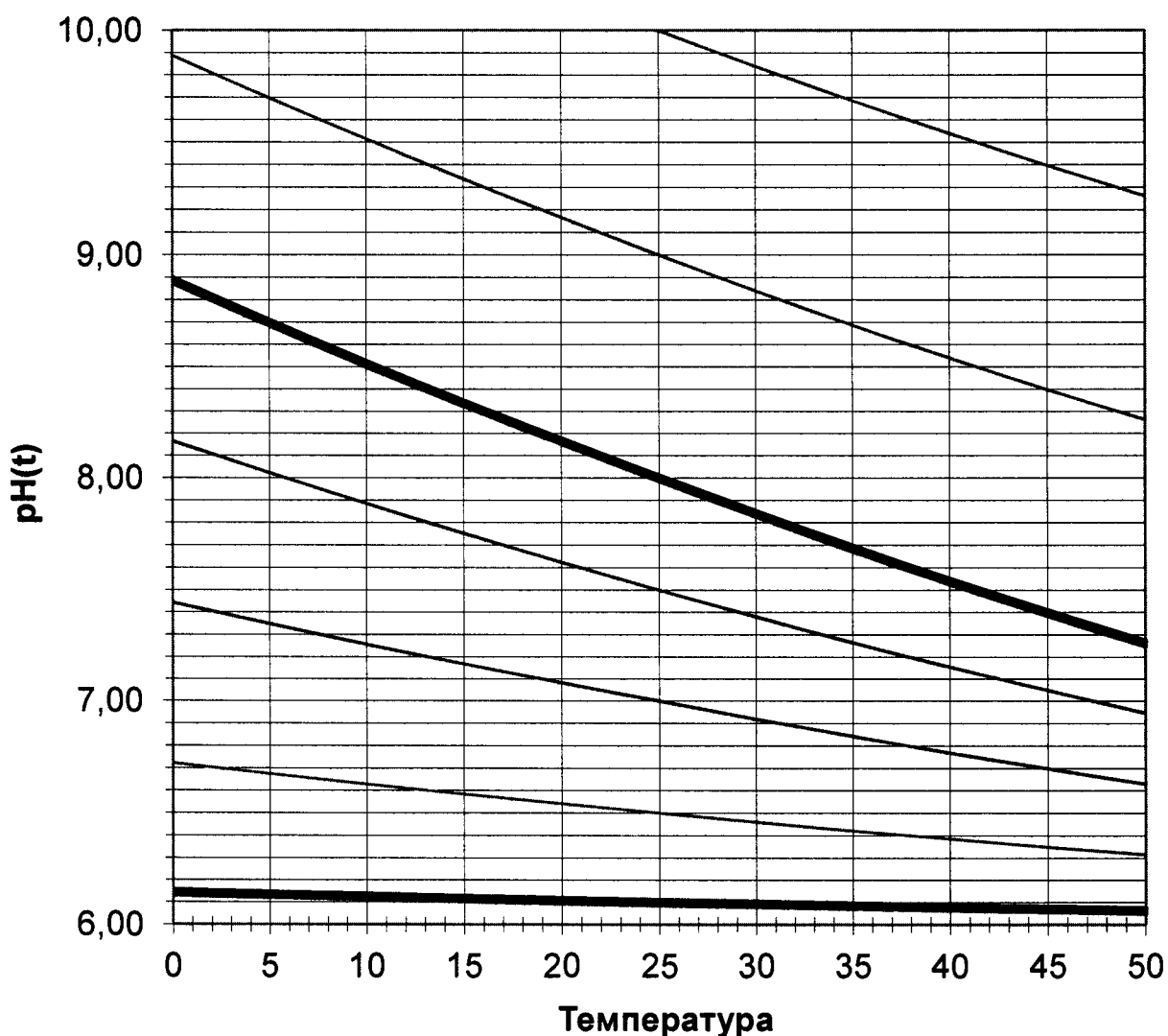
Таблица Б.1

Тем- пера- тура, °С	Буферные растворы и их состав					
	Калий тетраоксалат (0,05 моль/кг) $\text{KH}_3(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \times$ $\times 2\text{H}_2\text{O}$	Калий гидротартрат (насыщенный раствор при 25 °С) $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	Калий гидрофталат (0,05 моль/кг) $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$	Натрий моногидро- фосфат (0,025 моль/кг) +калий дигид- рофосфат (0,025 моль/кг) Na_2HPO_4+ $+\text{KH}_2\text{PO}_4$	Натрий тетраборат (0,05 моль/кг) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times$ $\times 10\text{H}_2\text{O}$	Натрий гидрокарбонат (0,025 моль/кг) +натрий карбонат (0,025 моль/кг) NaHCO_3+ $+\text{Na}_2\text{CO}_3$
	1,65	3,56	4,01	6,86	9,18	10,00
0	-	-	4,000	6,961	9,475	10,273
5	-	-	3,998	6,935	9,409	10,212
10	1,638	-	3,997	6,912	9,347	10,154
15	1,642	-	3,998	6,891	9,288	10,098
20	1,644	-	4,001	6,873	9,233	10,045
25	1,646	3,556	4,005	6,857	9,182	9,995
30	1,648	3,549	4,011	6,843	9,134	9,948
37	1,649	3,544	4,022	6,828	9,074	9,889
40	1,650	3,542	4,027	6,823	9,051	9,866
50	1,653	3,544	4,050	6,814	8,983	9,800
60	1,660	3,553	4,080	6,817	8,932	9,753
70	1,67	3,57	4,12	6,83	8,90	9,730
80	1,69	3,60	4,16	6,85	8,88	9,73
90	1,72	3,63	4,21	6,90	8,84	9,75
95	1,73	3,65	4,24	6,92	8,89	9,77

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Реализованная в рН-метре функция зависимости значения рН сильно разбавленных растворов щелочей и кислот от температуры анализируемой среды, рассчитанная на основании данных, приведенных в МУ 34-70-114-85



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)
**ПРОТОКОЛ ОБМЕНА ВЗОР С ВНЕШНИМ УСТРОЙСТВОМ
ПО ЦИФРОВОМУ ИНТЕРФЕЙСУ**

Г.1 Физический формат посылки одного байта

- 1 стартовый бит;
- 8 бит данных;
- 1 стоповый бит;
- контроль на четность/нечетность не используется;
- скорость – 19200 бит/с.

Г.2 Формат кадра данных, передаваемых персональным компьютером

Формат посылки – 7 байт:

- 1 – преамбула (255);
- 2 – сетевой адрес (0 – 255);
- 3 – канал (0 – блок преобразовательный, 1 – канал А, 2 – канал В);
- 4 – код операции (старший бит: 1 – запись, 0 – чтение);
- 5 – старший байт данных;
- 6 – младший байт данных;
- 7 – контрольная сумма (CRC).

Таблица Г.1 – Канал 0

Пре-амбула	Сетевой адрес	Канал	Код операции	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC	Комментарий
255	DEV	0	1	0	0	CRC	Тест
255	DEV	0	2	0	0	CRC	Чтение типа сетевого устройства
255	DEV	0	3	0	0	CRC	Чтение RegIndChannel
255	DEV	0	4	0	0	CRC	Чтение OfficialMaster
255	DEV	0	5	0	0	CRC	Чтение OfficialMaster1
255	DEV	0	6	0	0	CRC	Чтение OfficialSlave
255	DEV	0	7	0	KeyKod	CRC	Имитация нажатия клавиши KeyKod
255	DEV	0	131	0	RegIndChannel	CRC	Запись RegIndChannel

Тип сетевого устройства:

2 – МАРК-902.

Таблица Г.2 – Канал 1

Преамбула	Сетевой адрес	Канал	Код операции	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC	Комментарий
255	DEV	1	1	0	0	CRC	Тест канала А
255	DEV	1	2	0	0	CRC	Чтение FirstWord_A и SecondWord_A
255	DEV	1	3	0	0	CRC	Чтение U_A
255	DEV	1	4	0	0	CRC	Чтение T_A
255	DEV	1	5	0	0	CRC	Чтение pH_A
255	DEV	1	6	0	0	CRC	Чтение pH25_A
255	DEV	1	7	0	0	CRC	Чтение S_A
255	DEV	1	8	0	0	CRC	Чтение Ei_A
255	DEV	1	9	0	0	CRC	Чтение StartDiapA
255	DEV	1	10	0	0	CRC	Чтение WidthDiapA
255	DEV	1	11	0	0	CRC	Чтение MAX_A
255	DEV	1	12	0	0	CRC	Чтение MIN_A
255	DEV	1	13	0	0	CRC	Чтение RegIndA
255	DEV	1	137	0	StartDiapA	CRC	Запись StartDiapA
255	DEV	1	138	0	WidthDiapA	CRC	Запись WidthDiapA
255	DEV	1	139	0	MAX_A	CRC	Запись MAX_A
255	DEV	1	140	0	MIN_A	CRC	Запись MIN_A
255	DEV	1	141	0	RegIndA	CRC	Запись RegIndA

Таблица Г.3 – Канал 2

Преамбула	Сетевой адрес	Канал	Код операции	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC	Комментарий
255	DEV	2	1	0	0	CRC	Тест канала В
255	DEV	2	2	0	0	CRC	Чтение FirstWord_B и SecondWord_B
255	DEV	2	3	0	0	CRC	Чтение U_B
255	DEV	2	4	0	0	CRC	Чтение T_B
255	DEV	2	5	0	0	CRC	Чтение pH_B
255	DEV	2	6	0	0	CRC	Чтение pH25_B
255	DEV	2	7	0	0	CRC	Чтение S_B
255	DEV	2	8	0	0	CRC	Чтение Ei_B
255	DEV	2	9	0	0	CRC	Чтение StartDiapB
255	DEV	2	10	0	0	CRC	Чтение WidthDiapB
255	DEV	2	11	0	0	CRC	Чтение MAX_B
255	DEV	2	12	0	0	CRC	Чтение MIN_B
255	DEV	2	13	0	0	CRC	Чтение RegIndB
255	DEV	2	137	0	StartDiapB	CRC	Запись StartDiapB
255	DEV	2	138	0	WidthDiapB	CRC	Запись WidthDiapB
255	DEV	2	139	0	MAX_B	CRC	Запись MAX_B
255	DEV	2	140	0	MIN_B	CRC	Запись MIN_B
255	DEV	2	141	0	RegIndA	CRC	Запись RegIndB

Г.3 Формат кадра данных, передаваемых блоком преобразовательным персональному компьютеру

Формат посылки – 7 байт:

- 1 – преамбула (255);
- 2 – сетевой адрес (0 – 255);
- 3 – канал (0 – блок преобразовательный, 1 – канал А, 2 – канал В);
- 4 – код операции (старший бит: 1 – запись, 0 – чтение);
- 5 – старший байт данных;
- 6 – младший байт данных;
- 7 – контрольная сумма (CRC).

Таблица Г.4 – Канал 0

Преамбула	Сетевой адрес	Канал	Код операции	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC	Комментарий
255	DEV	0	1	0	0	CRC	Отклик на тест
255	DEV	0	130	0	TYPE	CRC	Запись типа сетевого устройства
255	DEV	0	131	0	RegIndChannel	CRC	Запись RegIndChannel
255	DEV	0	132	0	OfficialMaster	CRC	Запись OfficialMaster
255	DEV	0	133	0	OfficialMaster	CRC	Запись OfficialMaster1
255	DEV	0	134	0	OfficialSlave	CRC	Запись OfficialSlave

Тип сетевого устройства:
2 – MAPK-902.

Таблица Г.5 – Канал 1

Преамбула	Сетевой адрес	Канал	Код операции	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC	Комментарий
255	DEV	1	1	0	0	CRC	Отклик на тест канала А
255	DEV	1	130	FirstWord_A	SecondWord_A	CRC	Запись FirstWord_A и SecondWord_A
255	DEV	1	131	U_A_Hi	U_A_Lo	CRC	Запись U_A
255	DEV	1	132	T_A_Hi	T_A_Lo	CRC	Запись T_A
255	DEV	1	133	pH_A_Hi	pH_A_Lo	CRC	Запись pH_A
255	DEV	1	134	pH25_A_Hi	pH25_A_Lo	CRC	Запись pH25_A
255	DEV	1	135	0	S_A	CRC	Запись S_A
255	DEV	1	136	0	Ei_A	CRC	Запись Ei_A
255	DEV	1	137	0	StartDiapA	CRC	Запись StartDiapA
255	DEV	1	138	0	WidthDiapA	CRC	Запись WidthDiapA
255	DEV	1	139	0	MAX_A	CRC	Запись MAX_A
255	DEV	1	140	0	MIN_A	CRC	Запись MIN_A
255	DEV	1	141	0	RegIndA	CRC	Запись RegIndA

Таблица Г.6 – Канал 2

Преамбула	Сетевой адрес	Канал	Код операции	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC	Комментарий
255	DEV	2	1	0	0	CRC	Отклик на тест канала В
255	DEV	2	130	FirstWord_B	SecondWord_B	CRC	Запись FirstWord_B и SecondWord_B
255	DEV	2	131	U_B_Hi	U_B_Lo	CRC	Запись U_B
255	DEV	2	132	T_B_Hi	T_B_Lo	CRC	Запись T_B
255	DEV	2	133	pH_B_Hi	pH_B_Lo	CRC	Запись pH_B
255	DEV	2	134	pH25_B_Hi	pH25_B_Lo	CRC	Запись pH25_B
255	DEV	2	135	0	S_B	CRC	Запись S_B
255	DEV	2	136	0	Ei_B	CRC	Запись Ei_B
255	DEV	2	137	0	StartDiapB	CRC	Запись StartDiapB
255	DEV	2	138	0	WidthDiapB	CRC	Запись WidthDiapB
255	DEV	2	139	0	MAX_B	CRC	Запись MAX_B
255	DEV	2	140	0	MIN_B	CRC	Запись MIN_B
255	DEV	2	141	0	RegIndB	CRC	Запись RegIndB

Где:

FirstWord – первое слово состояния;

SecondWord – второе слово состояния;

OfficialSlave – служебные ведомого процессора;

StartDiapA – начало диапазона канала А;

StartDiapB – начало диапазона канала В;

WidthDiapA – ширина диапазона канала А;

WidthDiapB – ширина диапазона канала В;

RegIndA – режим индикации канала А:

0 – индикация pH,

1 – индикация pH₂₅,

2 – индикация U (напряжения);

RegIndB – режим индикации канала В:

0 – индикация pH,

1 – индикация pH₂₅,

2 – индикация U (напряжения);

OfficialMaster – первый байт служебных мастер-процессора;

OfficialMaster1 – второй байт служебных мастер-процессора;

RegIndChannel – режим индикации каналов:

0 – индикация канала А,

1 – индикация канала В,

2 – индикация каналов А+В;

MAX_A – максимум уставки канала А;

MAX_B – максимум уставки канала В;

MIN_A – минимум уставки канала А;

MIN_B – минимум уставки канала В;

OfficialMaster – слово состояния ведущего процессора

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	GlobalErr_B	GlobalErr_A	Cal_B	Cal_A	Port	Iout

Iout (токовый выход) – значение токового выхода:

при 0 – 0-5 мА,

при 1 – 4-20 мА;

Port (порт) – тип порта:

при 0 – RS-232C,

при 1 – RS-485;

Cal_A – калибровка канала А:

при 0 – обычный режим работы (измерение),

при 1 – калибровка канала А;

Cal_B – калибровка канала В:

при 0 – обычный режим работы (измерение),

при 1 – калибровка канала В;

GlobalErr_A – глобальная ошибка в канале А (датчик не отвечает):

при 0 – нормальная работа,

при 1 – возникла глобальная ошибка (датчик не отвечает);

GlobalErr_B – глобальная ошибка в канале В (датчик не отвечает):

при 0 – нормальная работа,

при 1 – возникла глобальная ошибка (датчик не отвечает);

OfficialSlave – слово состояния ведомого процессора

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	ErrEEPROM	Iout	BEEn	AEn

AEn (Channel A Enabled) – доступность канала А:

при 0 – канал А недоступен,

при 1 – канал А доступен;

BEEn (Channel B Enabled) – доступность канала В:

при 0 – канал В недоступен,

при 1 – канал В доступен;

IOut (токовый выход) – значение токового выхода:

при 0 – 0-5 мА,

при 1 – 4-20 мА;

ErrEEPROM – ошибка при записи во внутреннюю EEPROM:

при 0 – ошибки нет,

при 1 – возникла ошибка;

Формат первого слова состояния (FirstWord):

7	6	5	4	3	2	1	0
BufNotDef	ErrSensor	ErrBuf	LowPower	InCom	RegWork2	RegWork1	RegWork0

RegWork – режим работы:

- 0 – нормальная работа, но измерений еще не было;
- 1 – нормальная работа;
- 2 – состояние: калибровка по pH;
- 3 – состояние: калибровка по температуре;
- 4 – пакет данных содержит информацию о параметрах электрода;

InCom (Incorrect command) – неправильная команда:

- при 0 – команда воспринята корректно,
- при 1 – команда воспринята некорректно;

LowPower – индикация низкого напряжения питания:

- при 0 – нормальное напряжение питания,
- при 1 – низкое напряжение питания;

ErrBuf – ошибка определения буфера:

- при 0 – буфер определен корректно,
- при 1 – буфер определен не корректно;

ErrSensor – ошибка определения параметров электрода:

- при 0 – параметры электрода определены корректно,
- при 1 – параметры электрода определены не корректно;

BufNotDef – буфер не определен.

- при 0 – буфер определен корректно,
- при 1 – буфер не определен.

Формат второго слова состояния (SecondWord)

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	U_Locked	Err_U1	Err_U	Err_T

Err_T – перегрузка по температуре:

- при 0 – перегрузки по температуре нет,
- при 1 – перегрузка по температуре (отрицательное значение температуры или значение температуры более 50 °C);

Err_U – перегрузка по напряжению:

- при 0 – перегрузки по напряжению нет,
- при 1 – перегрузка по напряжению (модуль напряжения находится в диапазоне от 1001 до 1250 мВ);

Err_U1 – перегрузка по напряжению:

при 0 – перегрузки по напряжению нет,

при 1 – перегрузка по напряжению (модуль напряжения больше 1250 мВ);

U_Locked – U_{ex} и T для калибровочной точки зафиксированы:

при 0 – фиксации нет,

при 1 – фиксация есть.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

ПРОТОКОЛ ОБМЕНА MODBUS RTU С ВНЕШНИМ УСТРОЙСТВОМ
ПО ЦИФРОВОМУ ИНТЕРФЕЙСУ

Д.1 Общее требования и параметры связи

Протокол связи Modbus RTU, режим Slave.

Физический интерфейс: RS-485, полудуплексный режим.

Скорость обмена, бит/с: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 (значение настраивается)

Разрядность слова, бит: 8.

Количество стоповых бит: 1, 2. Значение настраивается.

Контроль на четность: Нет(N), Нечет.(O), Чет.(E) (значение настраивается).

Д.2 Перечень поддерживаемых типов данных

Таблица Д.1

Тип данных	Описание
int	Двухбайтовое целое, unsigned int или signed int. На каждый параметр отводится один регистр Modbus типа <i>Input Register</i> или <i>Holding Register</i> . Младшийц байт параметра занимает младший байт регистра, старший байт параметра – старший байт регистра.
ubyte	Однобайтовое целое, unsigned char или signed char. На каждый параметр отводится один регистр Modbus типа <i>Input Register</i> или <i>Holding Register</i> . Параметр занимает младший байт регистра, значение старшего байта регистра не определено.
long	Четырехбайтовое целое, unsigned long int или signed long int. На каждый параметр отводится два соседних регистра Modbus типа <i>Input Register</i> или <i>Holding Register</i> . В регистре с младшим номером хранится младшая часть числа, в регистре с большим номером – старшая часть числа.
float	Четырехбайтовое с плавающей точкой. На каждый параметр отводится два соседних регистра Modbus типа <i>Input Register</i> или <i>Holding Register</i> . В регистре с младшим номером хранится младшая часть числа, в регистре с большим номером – старшая часть числа.

Продолжение таблицы Д.1

Тип данных	Описание
asciiz	Массив символов, последний символ является 0. На каждый параметр отводится несколько регистров Modbus типа <i>Input Register</i> или <i>Holding Register</i> . Символ с младшим номером занимает младший байт регистра, символ со старшим номером – старший байт регистра. Символы заполняют регистры от младшего номера к старшему.
bool	Значение флага 0 или 1. На каждый параметр отводится один регистр Modbus типа <i>Discrete Input</i> или <i>Coil</i> .

Д.3 Список регистров

Список регистров преобразователя приведен в таблице Д.2.

Таблица Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
1	0x0001	R	4	int	CONST_TYPE_MARK902	Тип прибора. Константное значение: 1.
2	0x0002	R	4	int	VersionSoftIndHi	Старший байт номера версии ПО платы индикации.
3	0x0003	R	4	int	VersionSoftIndLo	Младший байт номера версии ПО платы индикации.
4	0x0004	R	4	int	VersionIzmIndHi	Старший байт номера изменения ПО платы индикации.
5	0x0005	R	4	int	VersionIzmIndLo	Младший байт номера изменения ПО платы индикации.
6	0x0006.. 0x0007	R	4	long	ulCalk_CRC32_Ind_MAPK_902I	CRC32 ПО платы индикации.
7	0x0008.. 0x0009	R	4	long	CRC32X	Зарезервировано.
8	0x000A	R	4	int	VersionSoftIndDate	Дата (день) ПО платы индикации.
9	0x000B	R	4	int	VersionSoftIndMonth	Месяц ПО платы индикации.

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
10	0x000C	R	4	int	VersionSoftIndYear	Год ПО платы индикации относительно 2000 г.
11	0x000D.. 0x000E	R	4	float	fIntT	Значение температуры внутри блока преобразовательного (°C).
12	0x000F	R	4	int	RegIndDevice	Текущий режим индикации прибора: 0 – Канал А, 1 – Канал В, 2 – Канал А + В.
13	0x0010	R	4	int	Language	Текущий язык индикации прибора: 0 – Русский, 1 – Английский.
14	0x0011	R	4	int	PasswordStatus	Статус запроса пароля при входе в меню: 0 – не запрашивать пароль, 1 – запрашивать пароль.
15	0x0012.. 0x0013	R	4	float	fU_A	Канал А: Измеренное значение ЭДС (мВ).
16	0x0014.. 0x0015	R	4	float	fTemperature_A	Канал А: Измеренное значение температуры, °C.
17	0x0016.. 0x0017	R	4	float	fрН_A	Канал А: Вычисленное значение рН.
18	0x0018.. 0x0019	R	4	float	fрН25_A	Канал А: Вычисленное значение рН25.
19	0x001A.. 0x001B	R	4	float	fS_A	Канал А: Значение S (%).
20	0x001C.. 0x001D	R	4	float	fEi_A	Канал А: Значение Ei (мВ).
21	0x001E.. 0x001F	R	4	float	fMinDiap_A	Минимум диапазона токового выхода текущего режима индикации канала А.

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
22	0x0020.. 0x0021	R	4	float	fMaxDiap_A	Максимум диапазона токового выхода текущего режима индикации канала А.
23	0x0022.. 0x0023	R	4	float	fDeltaDiap_A	Разница между максимумом и минимумом диапазона токового выхода текущего режима индикации канала А.
24	0x0024.. 0x0025	R	4	float	fMin_A	Минимум уставки текущего режима индикации канала А.
25	0x0026.. 0x0027	R	4	float	fMax_A	Максимум уставки текущего режима индикации канала А.
26	0x0028	R	4	int	RegIndDevice_A	Текущий режим индикации канала А: 0 – рН, 1 – рН25, 2 – U.
27	0x0029	R	4	int	Averaging_A	Значение усреднения канала А (мин).
28	0x002A	R	4	int	NGrad_pH_A	Номер текущей градуировки рН канала А.
29	0x002B	R	4	int	TypeGrad_A	Тип текущей градуировки канала А: 0 – Нет градуировки, 1 – Автоматическая градуировка рН, 2 – Ручная градуировка рН, 3 – Градуировка температуры, 4 – Градуировка U.
30	0x002C	R	4	int	TypeI_Out_A	Тип токового выхода канала А: 0: 0-20 мА, 1: 0-5 мА, 2: 4-20 мА.

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
31	0x002D	R	4	int	VersionSoftUsilHi_A	Старший байт номера версии ПО (железо) платы усилителя канала А.
32	0x002E	R	4	int	VersionSoftUsilLo_A	Младший байт номера версии ПО (железо) платы усилителя канала А.
33	0x002F	R	4	int	VersionIzmUsilHi_A	Старший байт номера изменения ПО платы усилителя канала А.
34	0x0030	R	4	int	VersionIzmUsilLo_A	Младший байт номера изменения ПО платы усилителя канала А.
35	0x0031.. 0x0032	R	4	long	ulCalk_CRC32_Usil_MAPK_902U_A	CRC32 ПО платы усилителя канала А.
36	0x0033	R	4	int	VersionSoftUsilDate_A	Дата (день) ПО платы усилителя
37	0x0034	R	4	int	VersionSoftUsilMonth_A	Месяц ПО платы усилителя
38	0x0035	R	4	int	VersionSoftUsilYear_A	Год ПО платы усилителя относительно 2000 г.
39	0x0036	R	4	int	ValProgressMeter_A	Значение прогрессметра канала А.
40	0x0037.. 0x0038	R	4	float	fU_B	Канал В: Измеренное значение ЭДС (мВ).
41	0x0039.. 0x003A	R	4	float	fTemperature_B	Канал В: Измеренное значение температуры, °С.
42	0x003B.. 0x003C	R	4	float	fрН_B	Канал В: Вычисленное значение рН.
43	0x003D.. 0x003E	R	4	float	fрН25_B	Канал В: Вычисленное значение рН25.
44	0x003F.. 0x0040	R	4	float	fS_B	Канал В: Значение S (%).
45	0x0041.. 0x0042	R	4	float	fEi_B	Канал В: Значение Ei (мВ).

Продолжение таблицы Д.2

N	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
46	0x0043.. 0x0044	R	4	float	fMinDiap_B	Минимум диапазона токового выхода текущего режима индикации канала В.
47	0x0045.. 0x0046	R	4	float	fMaxDiap_B	Максимум диапазона токового выхода текущего режима индикации канала В.
48	0x0047.. 0x0048	R	4	float	fDeltaDiap_B	Разница между максимумом и минимумом диапазона токового выхода текущего режима индикации канала В.
49	0x0049.. 0x004A	R	4	float	fMin_B	Минимум уставки текущего режима индикации канала В.
50	0x004B.. 0x004C	R	4	float	fMax_B	Максимум уставки текущего режима индикации канала В.
51	0x004D	R	4	int	RegIndDevice_B	Текущий режим индикации канала В: 0 – рН, 1 – рН25, 2 – U.
52	0x004E	R	4	int	Averaging_B	Значение усреднения канала В (мин).
53	0x004F	R	4	int	NGrad_pH_B	Номер текущей градуировки рН канала В.
54	0x0050	R	4	int	TypeGrad_B	Тип текущей градуировки канала В: 0 – Нет градуировки, 1 – Автоматическая градуировка рН, 2 – Ручная градуировка рН, 3 – Градуировка температуры, 4 – Градуировка U.

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
55	0x0051	R	4	int	TypeI_Out_B	Тип токового выхода канала В: 0: 0-20 мА, 1: 0-5 мА, 2: 4-20 мА.
56	0x0052	R	4	int	VersionSoftUsilHi_B	Старший байт номера версии ПО (железо) платы усилителя канала В.
57	0x0053	R	4	int	VersionSoftUsilLo_B	Младший байт номера версии ПО (железо) платы усилителя канала В.
58	0x0054	R	4	int	VersionIzmUsilHi_B	Старший байт номера изменения ПО платы усилителя канала В.
59	0x0055	R	4	int	VersionIzmUsilLo_B	Младший байт номера изменения ПО платы усилителя канала В.
60	0x0056.. 0x0057	R	4	long	ulCalk_CRC32_Usil_MAPK_902U_B	CRC32 ПО платы усилителя канала В.
61	0x0058	R	4	int	VersionSoftUsilDate_B	Дата (день) ПО платы усилителя
62	0x0059	R	4	int	VersionSoftUsilMonth_B	Месяц ПО платы усилителя
63	0x005A	R	4	int	VersionSoftUsilYear_B	Год ПО платы усилителя относительно 2000 г.
64	0x005B	R	4	int	ValProgressMeter_B	Значение прогрессметра канала В.
Список доступных дискретных регистров (Discretes)						
65	0x0001	R	2	bool	bICanZoom	Флаг разрешения звукового сигнала при ошибках и перегрузках: 0 – звуковая сигнализация отключена, 1 – звуковая сигнализация включена.
66	0x0002	R	2	bool	bChannelEn_A	0 – канал А подключен, 1 – отключен.

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
67	0x0003	R	2	bool	bResponse_A	0 – отклик канала А отсутствует, 1 – отклик получен.
68	0x0004	R	2	bool	bErrCh_A	1 – совокупная ошибка в канале А, 0 – в другом случае. Возникает при: 1 – ошибка определения параметров электрода, 2 – ошибка определения буфера рН, 3 – ошибка плата усилителя не отвечает, 4 – ошибка по температуре: температура меньше 0 °С, либо больше максимума диапазона, 5 – индицируемое значение вышло за диапазон токового выхода текущего режима индикации.
69	0x0005	R	2	bool	bErrTemp_A	1 – Ошибка по температуре в канале А: температура меньше 0 °С либо больше максимума диапазона по температуре, 0 – нет ошибки.
70	0x0006	R	2	bool	bErrNoResponse_A	Канал А не отвечает. 1 – отсутствие связи с усилителем канала А, 0 – в другом случае.

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
71	0x0007	R	2	bool	bErrGrad_pH_A	1 – Ошибка градуировки по pH в канале А: возникла ошибка определения параметров электрода pH или ошибка определения буфера pH, 0 – нет ошибки.
72	0x0008	R	2	bool	bErrGradT_A	Ошибка при градуировке по температуре в канале А. В настоящее время не используется, всегда 0.
73	0x0009	R	2	bool	bU_Charter_A	1 – индицируемая измеренная величина канала А больше границы уставки MAX, 0 – в другом случае
74	0x000A	R	2	bool	bD_Charter_A	1 – индицируемая измеренная величина канала А меньше границы уставки MIN, 0 – в другом случае.
75	0x000B	R	2	bool	bOverload_pH_A	1 – выход за диапазон токового выхода канала А по pH, 0 – в другом случае.
76	0x000C	R	2	bool	bOverload_pH25_A	1 – выход за диапазон токового выхода канала А по pH25, 0 – в другом случае.
77	0x000D	R	2	bool	bOverload_U_A	1 – выход за диапазон токового выхода канала А по ЭДС, 0 – в другом случае.
78	0x000E	R	2	bool	bChannelEn_B	0 – канал В подключен, 1 – отключен
79	0x000F	R	2	bool	bResponse_B	0 – отклик канала В отсутствует, 1 – отклик получен

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
80	0x0010	R	2	bool	bErrCh_V	1 – совокупная ошибка в канале В, 0 – в другом случае. Возникает при: 1 – ошибка определения параметров электрода, 2 – ошибка определения буфера рН, 3 – ошибка плата усилителя не отвечает, 4 – ошибка по температуре: температура меньше 0 °С, либо больше максимума диапазона, 5 – индицируемое значение вышло за диапазон токового выхода текущего режима индикации.
81	0x0011	R	2	bool	bErrTemp_V	1 – Ошибка по температуре в канале В: температура меньше 0 °С либо больше максимума диапазона по температуре, 0 – нет ошибки.
82	0x0012	R	2	bool	bErrNoResponce_V	Канал В не отвечает. 1 – отсутствие связи с усилителем канала А, 0 – в другом случае.
83	0x0013	R	2	bool	bErrGrad_pH_V	1 – Ошибка градуировки по рН в канале В: возникла ошибка определения параметров электрода рН или ошибка определения буфера рН, 0 – нет ошибки.

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Доступ	Функции	Тип	Имя регистра	Описание
84	0x0014	R	2	bool	bErrGradT_V	Ошибка при градуировке по температуре в канале В. В настоящее время не используется, всегда 0.
85	0x0015	R	2	bool	bU_Charter_V	1 – индицируемая измеренная величина канала В больше границы уставки МАХ, 0 – в другом случае
86	0x0016	R	2	bool	bD_Charter_V	1 – индицируемая измеренная величина канала В меньше границы уставки MIN, 0 – в другом случае.
87	0x0017	R	2	bool	bOverload_pH_V	1 – выход за диапазон токового выхода канала В по рН, 0 – в другом случае.
88	0x0018	R	2	bool	bOverload_pH25_V	1 – выход за диапазон токового выхода канала В по рН25, 0 – в другом случае.
89	0x0019	R	2	bool	bOverload_U_V	1 – выход за диапазон токового выхода канала В по ЭДС, 0 – в другом случае.
90	0x001A	R	2	bool	bInMainMenu	0 – канал В подключен, 1 – отключен.
91	0x001B	R	2	bool	bInServiceMenu	0 – отклик канала В отсутствует, 1 – отклик получен

Продолжение таблицы Д.2

№	Адрес (hex)	Дос- туп	Функ- ции	Тип	Имя регистра	Описание
92	0x001C	R	2	bool	bLight	1 – совокупная ошибка в канале В, 0 – в другом случае. Возникает при: 1 – ошибка определения параметров электрода, 2 – ошибка определения буфера рН, 3 – ошибка плата усилителя не отвечает, 4 – ошибка по температуре: температура меньше 0 °С, либо больше максимума диапазона, 5 – индицируемое значение вышло за диапазон токового выхода текущего режима индикации.