АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

ВЗОР

ДЛЯ ЭКОЛОГИИ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

pH-метр МАРК-902

Руководство по эксплуатации

ВР31.00.000РЭ

г. Нижний Новгород 2024 г.

ООО «ВЗОР» будет благодарно за любые предложения и замечания, направленные на улучшение качества pH-метра.

При возникновении любых затруднений при работе с pH-метром обращайтесь к нам письменно или по телефону.

почтовый адрес	603000 г. Н.Новгород, а/я 80
отдел маркетинга	(831) 282-98-00
	market@vzor.nnov.ru
сервисный центр	(831) 282-98-02
	service@vzor.nnov.ru
http:	www.vzornn.ru

Система менеджмента качества предприятия сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

В изделии допускаются незначительные конструктивные изменения, не отраженные в настоящем документе и не влияющие на технические характеристики и правила эксплуатации.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА 4
1.1 Назначение изделия 4
1.2 Основные параметры и размеры 6
1.3 Технические характеристики 9
1.4 Состав изделия 14
1.5 Устройство и принцип работы 14
1.6 Маркировка 28
1.7 Упаковка 29
1.8 Средства измерений, инструмент, принадлежности 30
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ 30
2.1 Эксплуатационные ограничения 30
2.2 Меры безопасности 31
2.3 Подготовка pH-метра к работе 31
2.4 Включение pH-метра 52
2.5 Экраны измерений 53
2.6 Экраны режима контроля и изменения параметров настройки 54
2.7 Градуировка pH-метра 59
2.8 Проведение измерений 68
2.9 Завершение работы с pH-метром 70
2.10 Экраны предупреждений 70
2.11 Экраны неисправностей pH-метра 72
2.12 Возможные неисправности и методы их устранения 72
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 85
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ 89
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ 90
6 ХРАНЕНИЕ 90
ПРИЛОЖЕНИЕ А1. Методика поверки 93
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Значения pH стандартных буферных растворов в зависимости от температуры 112
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Реализованная в pH-метре функция зависимости значения pH сильно разбавленных растворов щелочей и кислот от температуры анализируемой среды 113
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Протокол обмена с внешним устройством по цифровому интерфейсу 114
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Применяемые кабели 129

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

pH-метр соответствует требованиям ГОСТ 27987-88 «Анализаторы жидкости потенциометрические ГСП», технических условий ТУ 26.51.53-024-39232169-2021 (идентичны 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 pH-метра состоит из обозначения исполнения pH-метра и обозначения ТУ.

Обозначение исполнения pH-метра:

МАРК-902 X / X / X

Наименование pH-метра

Исполнение pH-метра по типу блока датчиков:
БД-902 (без знака);
БД-902А – «А»;
БД-902МП – «МП».

Исполнение pH-метра по способу монтажа блока преобразовательного:
щитовой (без знака);
настенный – «1».

Исполнение pH-метра по номинальному напряжению питающей сети переменного тока:
220 В (без знака);
36 В – «36».

Пример обозначения pH-метра:

pH-метр с блоком преобразовательным щитового исполнения, блоком датчиков БД-902 и напряжением питания 220 В:

pH-метр МАРК-902 ТУ 26.51.53-024-39232169-2021.

pH-метр с блоком преобразовательным щитового исполнения, блоком датчиков БД-902А и напряжением питания 36 В:

pH-метр МАРК-902А/36 ТУ 26.51.53-024-39232169-2021.

pH-метр с блоком преобразовательным настенного исполнения, блоком датчиков БД-902МП и напряжением питания 36 В:

pH-метр МАРК-902МП/1/36 ТУ 26.51.53-024-39232169-2021.

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

1.1.3 Область применения – измерение активности ионов водорода (pH) 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 измерительного преобразователя (далее – преобразователь):

– работающий с чувствительным элементом для измерений активности ионов водорода (pH);

– с гальваническим разделением входа и выхода;

– с устройством индикации;

– с двумя каналами измерений;

– в виде блоков для щитового либо настенного монтажа и блока усилителя;

– 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).

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

Таблица 1.1

Исполнение pH-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	Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7 (К 80.7)	
902МП, 902МП/1, 902МП/36, 902МП/1/36	Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7	

Продолжение таблицы 1.1

Исполнение pH-метра МАРК-	Тип применяемых электродов	Изготовитель
902А, 902А/1, 902А/36, 902А/1/36, 902МП, 902МП/1, 902МП/36, 902МП/1/36	Комбинированный pH-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	JUMO GmbH & CO, Fulda Germany
	pH-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800	Mettler-Toledo GmbH, Germany
	Комбинированный pH-электрод ID 4510	GonDo, Тайвань
	Комбинированный pH-электрод ASPA3111-100-2.1M	Nengshi, Китай
	Комбинированный pH-электрод SZ 195.2	B&C Electronics, Италия
	Комбинированный pH-электрод G201S	Shanghai, Китай
Примечание – Возможно применение других электродов, характеристики которых не хуже указанных электродов.		

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

1.2 Основные параметры и размеры

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

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

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

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

1.2.5 Степень защиты узлов pH-метра, обеспечиваемая оболочкой по ГОСТ 14254-2015, соответствует таблице 1.2.

Таблица 1.2

Исполнение pH-метра МАРК-	Наименование узлов	Степень защиты по ГОСТ 14254-2015 (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, 902МП/1, 902МП/1/36	Блок датчиков БД-902МП	IP68
	Коробка клеммная	IP62

1.2.6 Параметры анализируемой среды (водных растворов) соответствуют таблице 1.3.

Таблица 1.3

Тип применяемых электродов	Параметры анализируемой среды (водных растворов)		Диапазон температурной компенсации pH-метра, °С	Диапазон измерений pH
	Давление, МПа, не более	Температура, °С		
Электрод стеклянный ЭС-10601/7(К80.7)	0,000	от 0 до + 50	от + 5 до + 50	от 0 до 12
Электрод сравнения ЭСр-10106-3,0(К80.4)				
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7	0,025	от 0 до + 60	от + 5 до + 60	
Комбинированный pH-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	1,000			от 0 до 12(14)*
Комбинированный pH-электрод G201S	0,600			от 0 до 14
pH-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800	1,300	от 0 до + 60	от + 5 до + 60	от 0 до 14
Комбинированный pH-электрод ID 4510	0,020			
Комбинированный pH-электрод ASPA3111-100-2.1M	0,600	от 0 до + 60	от + 5 до + 60	от 0 до 14
Комбинированный pH-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 до106,7 (от 630 до 800).

1.2.8 Электрическое питание pH-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 Электрическое сопротивление изоляции цепей питания pH-метра между штырями вилки и корпусом преобразователя, МОм, не менее:

– при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С ……..…… 40;

– при температуре окружающего воздуха 50 °С ..…….. 10;

– при температуре окружающего воздуха 35 °С и относительной влажности 80 % ……..…….. 5.

1.2.11 Электрическая изоляция между цепями питания преобразователя и его корпусом выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока со среднеквадратичным значением 1500 В и частотой (50 ± 1) Гц в нормальных условиях применения.

1.2.12 Электрическое сопротивление между внешним зажимом защитного заземления преобразователя и его корпусом, Ом, не более ..... 0,1.

1.2.13 pH-метр обеспечивает работу с электродными системами, ЭДС которых соответствует следующему уравнению:

$$E = E_i + S_t(pH - pH_i), \quad (1.1)$$

где E – ЭДС электродной системы, мВ;

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

pH – активность ионов водорода, pH;

S_t – крутизна характеристики электродной системы, мВ/pH.

Значение S_t определяется выражением:

$$S_t = -0{,}1984\cdot(273{,}16 + t)\cdot K_S, \quad (1.2)$$

где t – температура анализируемой среды, °С;

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

1.2.14 В режиме измерений активности ионов водорода pH-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/pH, не менее	Координаты изопотенциальной точки электродной системы	
	E_i, мВ	pH_i, pH
− 57,0 (при температуре 20 °С)	− 14 ± 54	7,0 ± 0,3

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

Таблица 1.5

Исполнение pH-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;	∅11×128	0,05
	– электрод стеклянный ЭС-10601/7;	∅12×170	0,07
	– электрод сравнения ЭСр-10106-3,0.	∅10/26×230	0,10

Продолжение таблицы 1.5

Исполнение pH-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;	120×83×30	0,30
	– датчик температуры;	∅11×128	0,05
	– pH-электрод		
	• электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7;	∅12×160	0,10
	• комбинированный pH-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837;	20×170	0,05
	• pH-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800;	21×175	0,05
	• комбинированный pH-электрод ID 4510 (без кабеля);	21×165	0,04
	• комбинированный pH-электрод ASPA3111-100-2.1M (без кабеля);	21×155	0,04
	• комбинированный pH-электрод SZ 195.2 (без кабеля).	∅17×130	0,03
	• комбинированный pH-электрод G201S	∅12×120	0,05
902МП, 902МП/36, 902МП/1, 902МП/1/36	Блок датчиков БД-902МП	∅60×275	1,60

1.2.16 Показатели надежности:

– средняя наработка на отказ (за исключением электродов), ч, не менее ……..……...40000;

– среднее время восстановления работоспособности, ч, не более ……. 2;

– средний срок службы pH-метров (с учетом замены электродов), лет, не менее ……...…..…….... 10.

1.3 Технические характеристики

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

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

– с блоком датчиков БД-902 ….....……..... ± 0,05;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, pH-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800 или комбинированным pH-электродом SZ 195.2 …..... ± 0,05;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным pH-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным pH-электродом G201S, комбинированным pH-электродом ID 4510 или комбинированным pH-электродом ASPA3111-100-2.1M …..... ± 0,20.

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

– с блоком датчиков БД-902 …….....……..….....…... ± 0,10;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, pH-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным pH-электродом ASPA3111-100-2.1M...± 0,10;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным pH-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным pH-электродом G201S, комбинированным pH-электродом SZ 195.2 или комбинированным pH-электродом ID 4510 ..... ± 0,20.

1.3.4 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности pH-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 pH, вызванной изменением давления анализируемой среды в диапазоне от 0 до верхнего предела в соответствии с таблицей 1.3, pH ……...…….....…….....…….. ± 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 pH-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), с комбинированным pH-электродом G201S ….…..... от 0 до плюс 60;

– с блоком датчиков БД-902А с комбинированным pH-электродом ID 4510 ..... от 0 до плюс 90;

– с блоком датчиков БД-902А с pH-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным pH-электродом SZ 195.2, комбинированным pH-электродом ASPA3111-100-2.1M ..... от 0 до плюс 100.

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

1.3.7 Диапазон измерений преобразователя:

– при измерении pH, pH …...……..……. от 0 до 15;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 ± 0,2) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С:

– при измерении pH, pH ……..……..……..……. ± 0,02;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 pH, в диапазоне, указанном в таблице 1.3 (в зависимости от типа применяемого электрода), pH …..... ± 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 °С до плюс 50 °С:

– при измерении pH, pH ……...……..... ± 0,01;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 …….....……..... ± 1,5.

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 pH, pH ……...……..... ± 0,01;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 pH, pH ……..……. ± 0,02;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 преобразователя, вызванной влиянием сопротивления в цепи измерительного электрода на каждые 500 МОм в диапазоне изменения от 0 до 1000 МОм:

– при измерении pH, pH ……..…….. ± 0,005;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 преобразователя, вызванной влиянием сопротивления в цепи вспомогательного электрода на каждые 10 кОм в диапазоне изменения от 0 до 20 кОм:

– при измерении pH, pH ……..…….. ± 0,005;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 pH, pH ……..…….. ± 0,002;

– при измерении ЭДС (для исполнений pH-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 °С 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, pH, не хуже …….....…… ± 0,02.

1.3.20 Функция преобразования измеренного значения pH 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:

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

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

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

где X – измеренное значение pH;

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

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

1.3.21 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения pH в выходной ток при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, % от диапазона токового выхода ..... ± 0,8.

1.3.22 Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования измеренного значения pH в выходной ток, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые ± 10 °С от нормальной (20 ± 5) °С в пределах рабочего диапазона от плюс 5 °С до плюс 50 °С, % от диапазона токового выхода ..... ± 0,4.

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

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

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

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

1.3.27 Начальное значение поддиапазона (по выходному току), выбираемое с шагом 1 pH, pH ….....….…..... от 0 до 10.

1.3.28 Состояние выхода измеренного значения pH, 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 перегрузок;
– миганием на экране индикатора надписи «pH», «°С» либо «ЭДС».

1.3.29 Состояние выхода измеренного значения pH за нижнюю или верхнюю уставку сопровождается:

– появлением на экране индикатора одного из символов «▼» либо «▲»;
– срабатыванием реле уставок.

1.3.30 pH-метр осуществляет обмен информацией по интерфейсу RS-485.

1.4 Состав изделия

Состав pH-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:
L – длина кабеля, м;
● – входит в состав;
○ − не входит в состав.

1.5 Устройство и принцип работы

1.5.1 Общие сведения о pH-метре

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

pH-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.

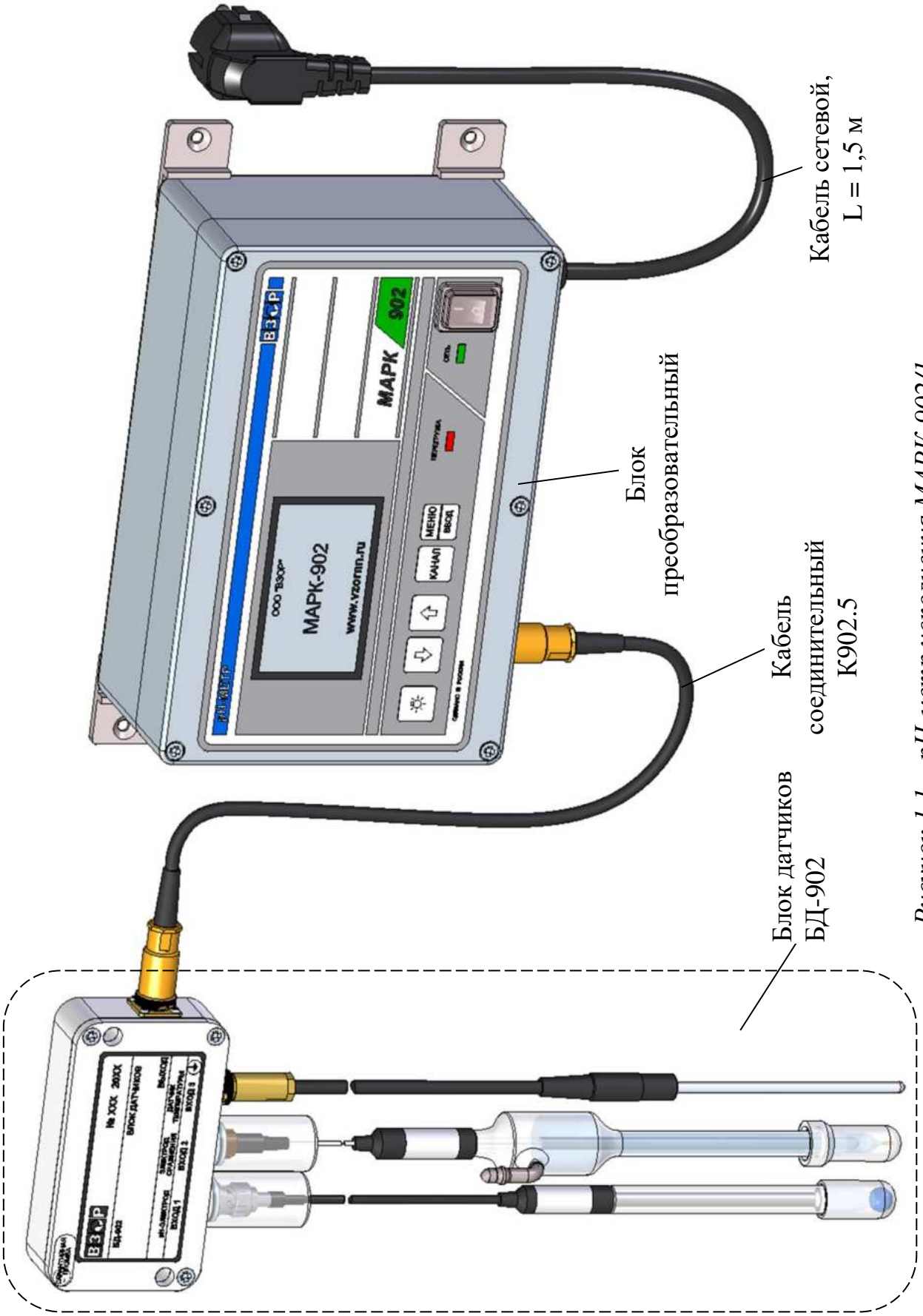


Рисунок 1.1 – pH-метр исполнения МАРК-902/1

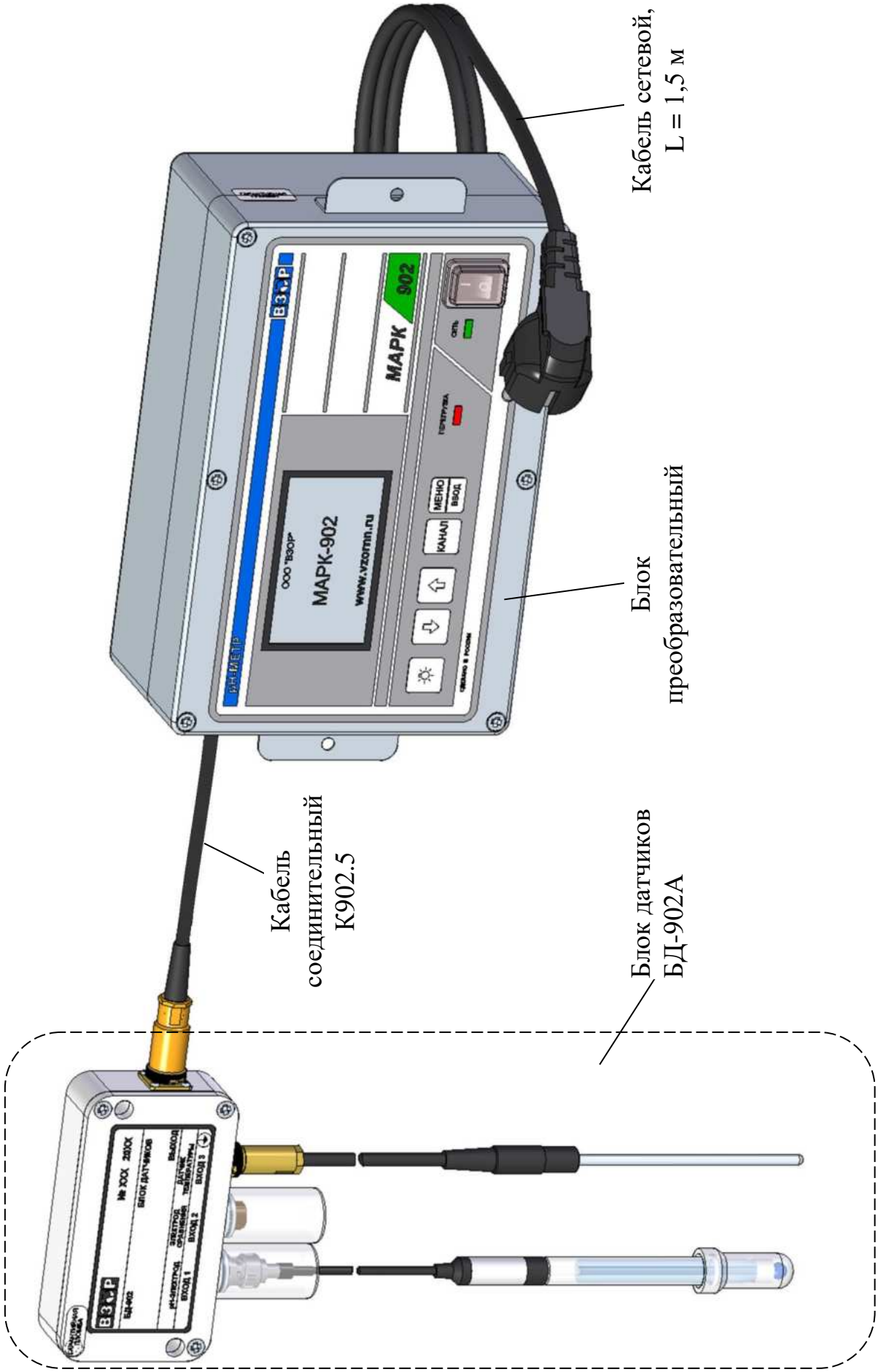


Рисунок 1.2 – pH-метр исполнения МАРК-902А

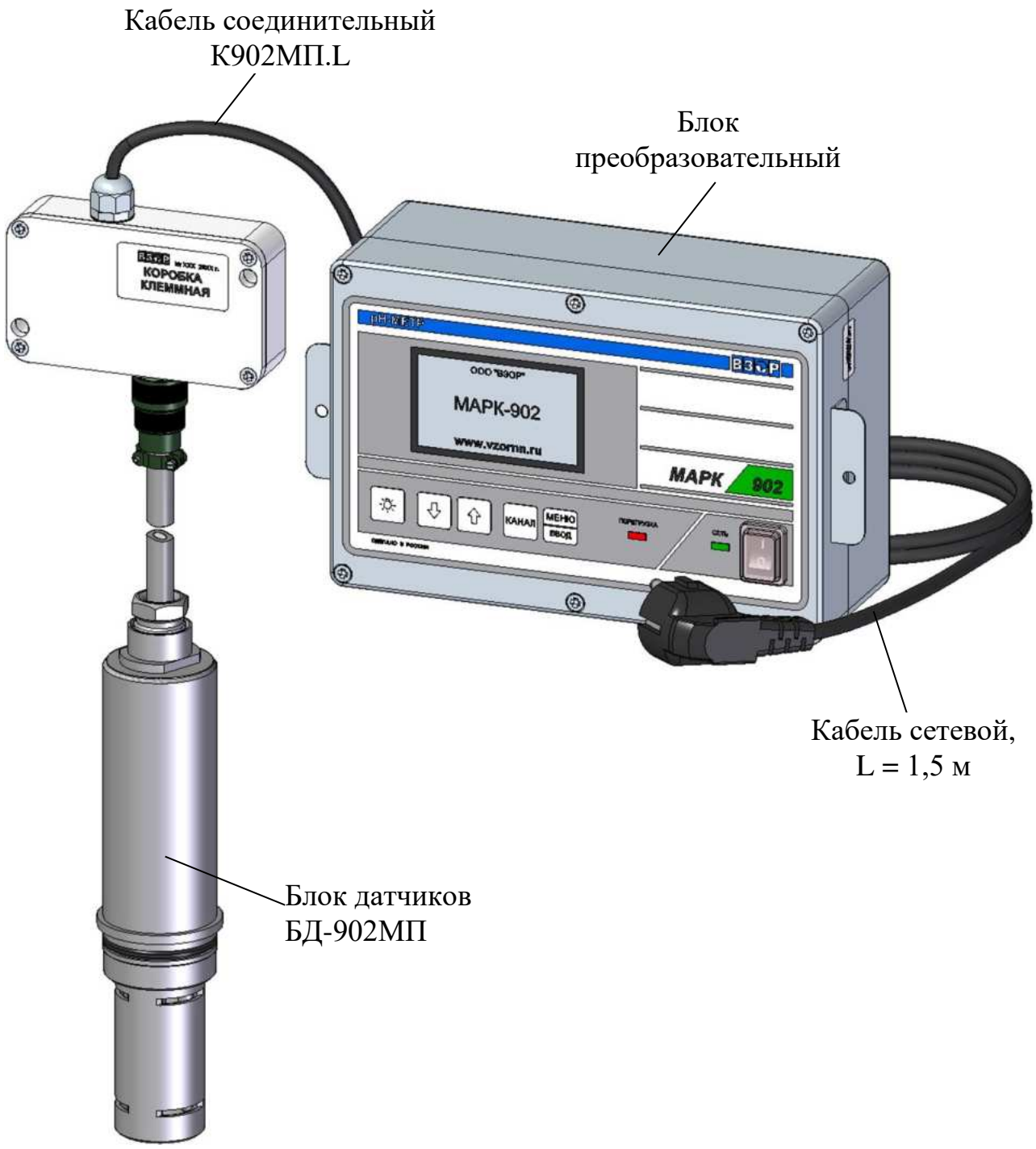


Рисунок 1.3 – pH-метр исполнения МАРК-902МП

Измеренное значение pH, температуры и ЭДС выводятся на экран графического ЖК индикатора (в дальнейшем индикатор). При этом возможны режимы индикации значений, измеренных в первом, втором каналах или одновременной индикации значений в первом и втором каналах.

По каждому каналу измерений pH в pH-метре имеется выходной ток в диапазонах от 0 до 5 мА либо от 4 до 20 мА. Установка выходного тока производиться 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 pH (по выходному току).

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

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

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

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

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

1.5.2 Принцип работы pH-метра

В основу работы pH-метра положен потенциометрический метод измерений pH контролируемого раствора.

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

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

1.5.3 Составные части pH-метра

1.5.3.1 Блок преобразовательный

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.

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

Таблица 1.7

Индицируемый параметр	Диапазон индикации	Разрешающая способность
pH	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 блока преобразовательного 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 pH, ЭДС и температуры, режимов работы pH-метра, а также для работы с экранными меню;

– кнопка « ☼ » для отключения и включения 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 «**МЕНЮ / 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 pH-метра;

– световой индикатор «**СЕТЬ**», зеленого цвета, для индикации включения питания pH-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 pH-метра МАРК-902) и на нижней панели блока преобразовательного настенного исполнения в соответствии с рисунком 1.6 (на примере исполнения pH-метра МАРК-902/1) расположены:

– два разъема «**ДАТЧИК А**» и «**ДАТЧИК В**» для подключения блоков датчиков к блоку преобразовательному через кабель соединительный;

– разъем «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД, СИГНАЛИЗАЦИЯ, RS-485**» для подключения pH-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)

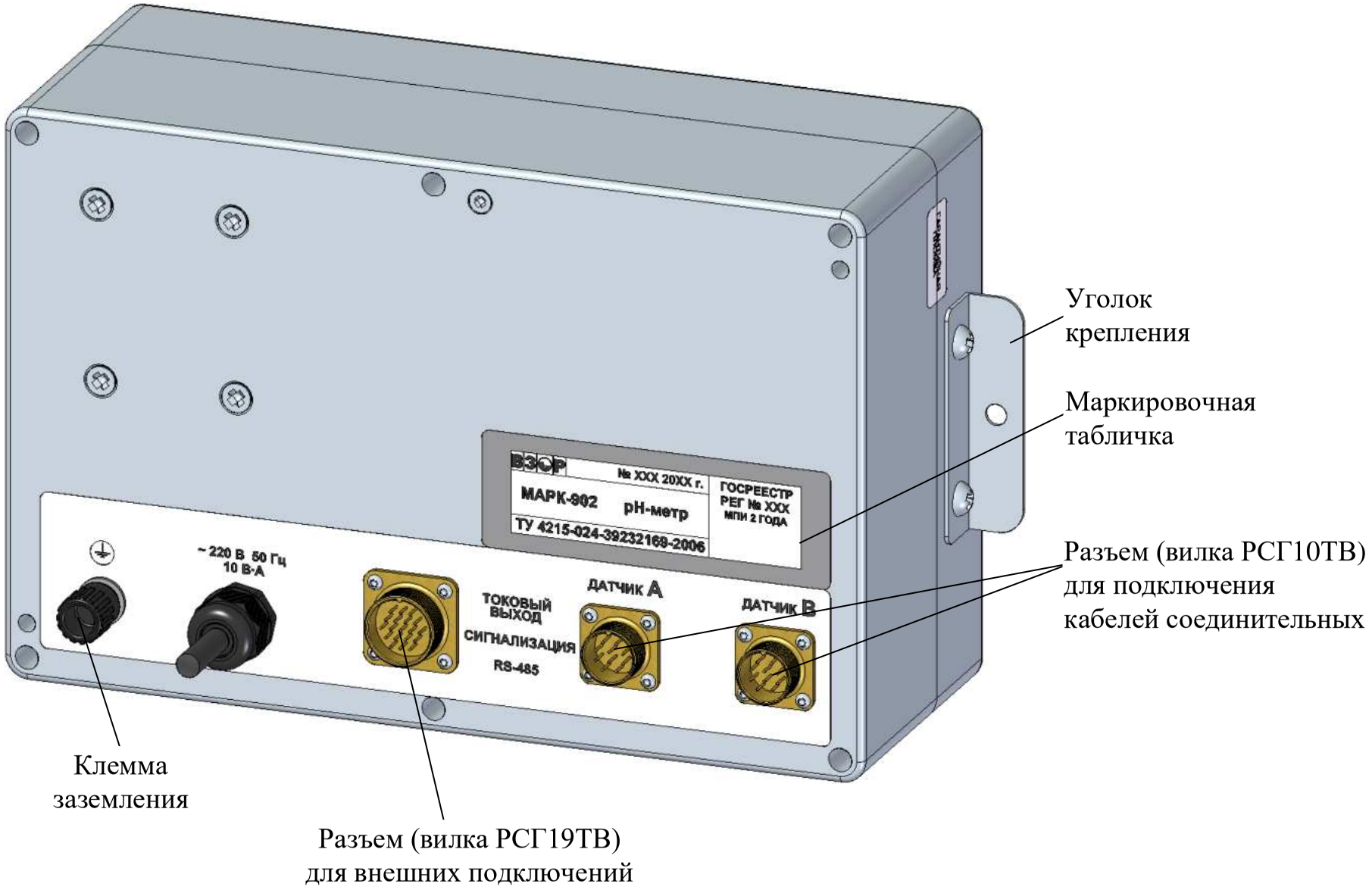


Рисунок 1.5 − Блок преобразовательный щитового исполнения (вид сзади)

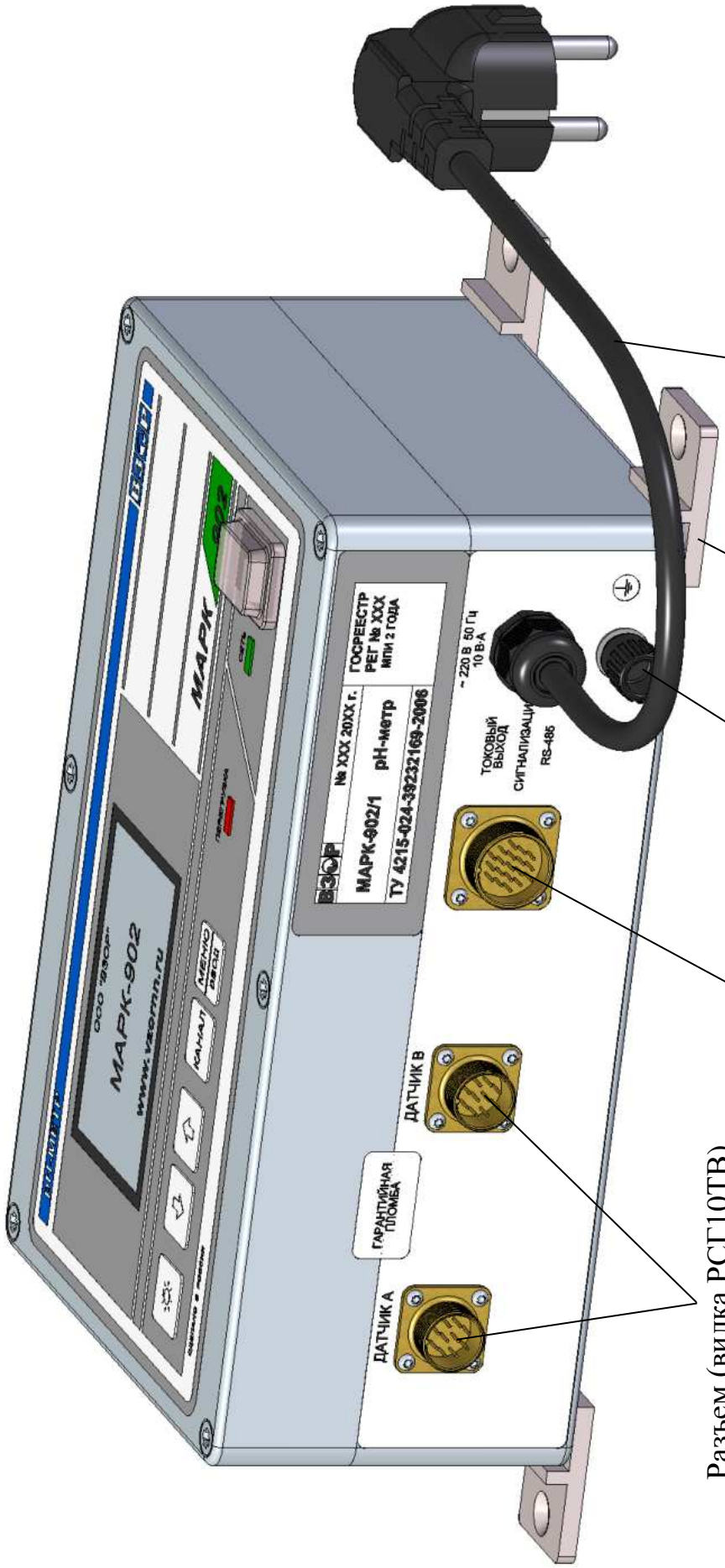


Рисунок 1.6 – Блок преобразовательный настенного исполнения (вид снизу)

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 1.10.

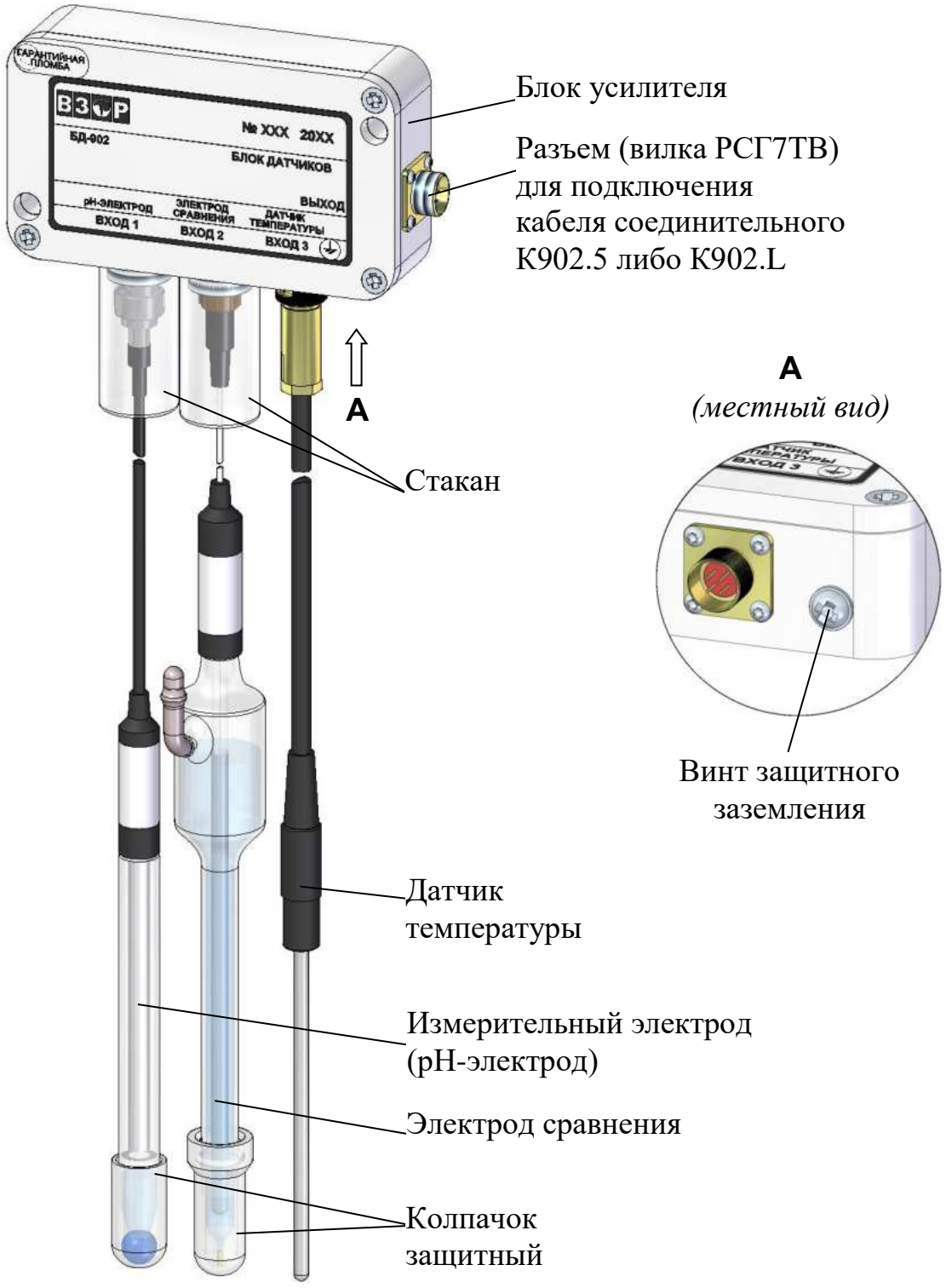


Рисунок 1.7 − Блок датчиков БД-902

Рисунок 1.8 − Блок датчиков БД-902А

<u>П р и м е ч а н и е</u> – Для подключения комбинированного pH-электрода ЭСК-10617/7 к разъему «ВХОД 1» блока усилителя используется разъем BNC-101A.

Для подключения комбинированного pH-электрода к разъему «ВХОД 1» блока усилителя используется кабель датчика в соответствии с таблицей 1.8.

Рисунок 1.9 – Подключение кабеля датчика к комбинированным электродам

Таблица 1.8

Тип применяемых электродов	Кабель датчика
pH-электрод InPro 4800	Кабель датчика ВР31.22.300
Комбинированный pH-электрод 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo)	Кабель датчика ВР31.22.200
Комбинированный pH-электрод G201S	Кабель AS7 bnc

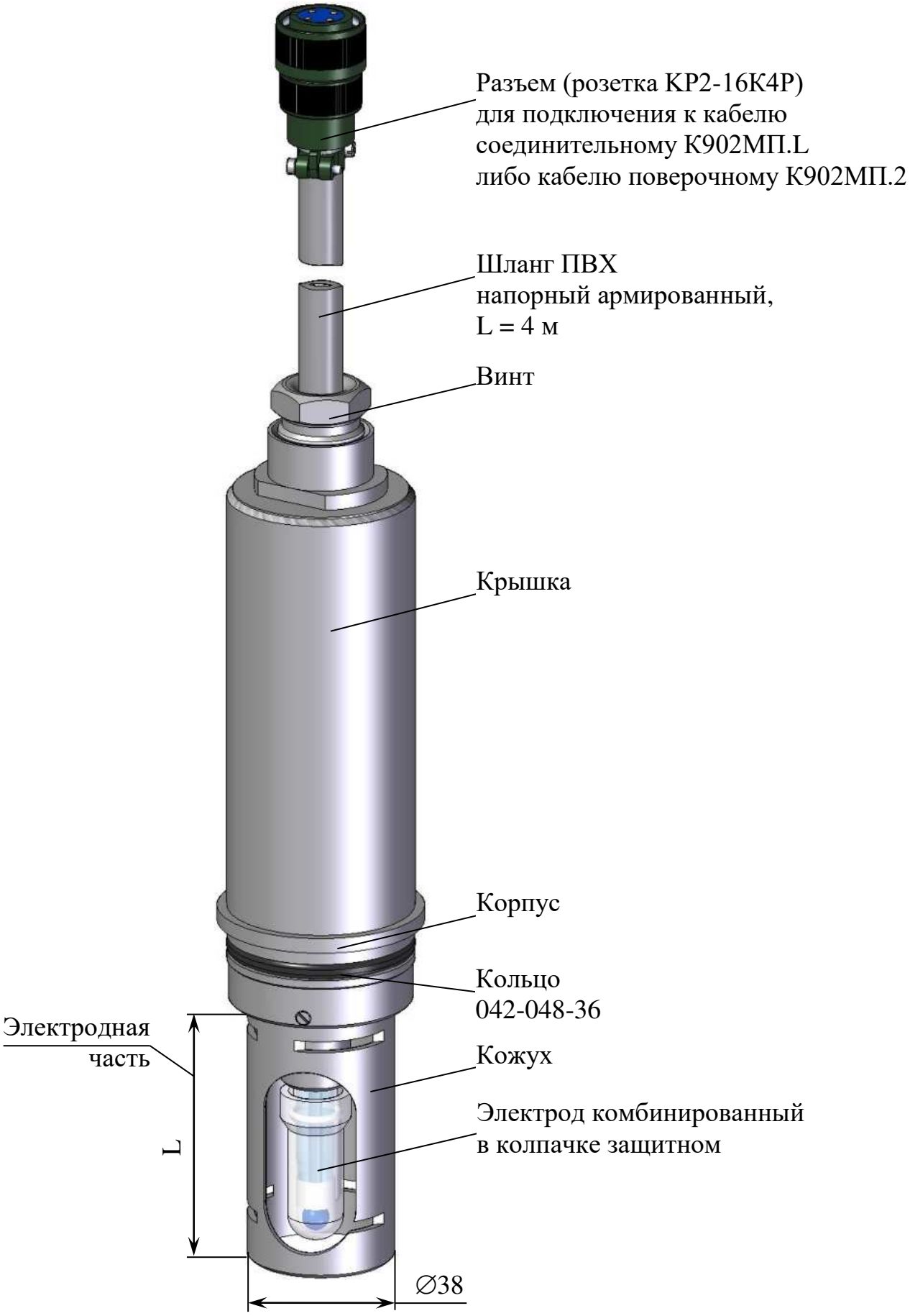


Рисунок 1.10 − Блок датчиков БД-902МП (вид с местным разрезом)

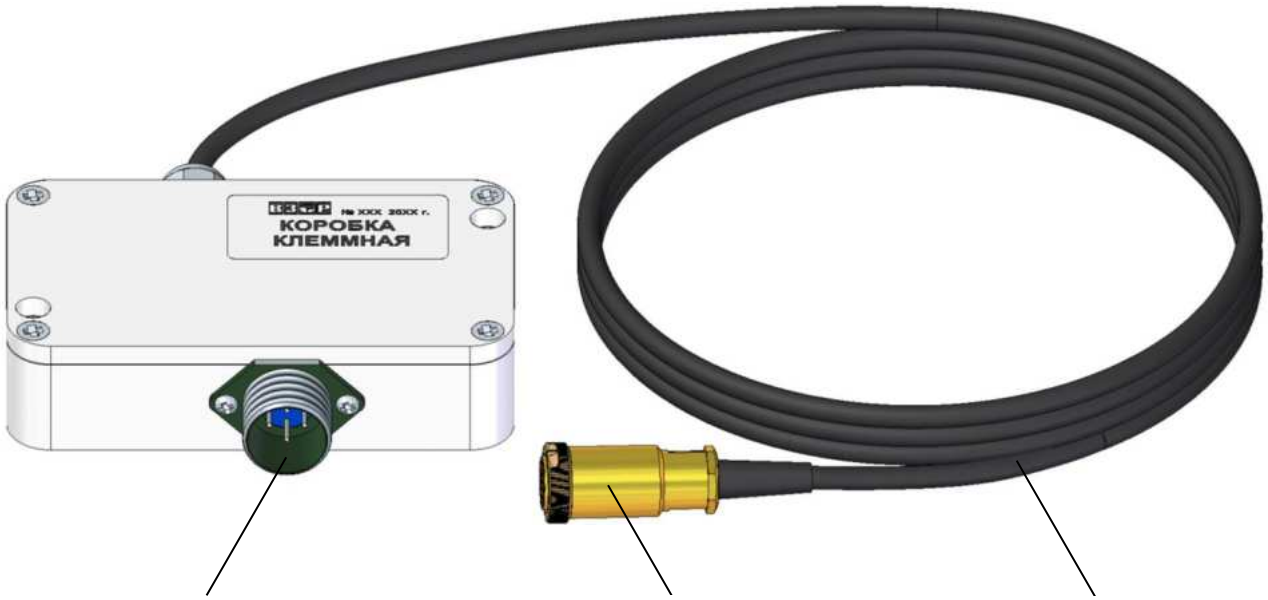
Зависимость длины L, мм, электродной части блока датчиков БД-902МП от типа установленного электрода соответствует таблице 1.9.

Таблица 1.9

Тип применяемого электрода	Значение длины L, мм, электродной части
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7	70
Комбинированный pH-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	105
pH-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800	
Комбинированный pH-электрод ASPA3111-100-2.1M	
Комбинированный pH-электрод SZ 195.2	
Комбинированный pH-электрод G201S	

1.5.3.3 Кабель соединительный К902МП.L

Внешний вид кабеля соединительного К902МП.L показан на рисунке 1.11.



Разъем (вилка KP2-16J4A) для подключения блока датчиков БД-902МП

Разъем (розетка PC10TB) для подключения к блоку преобразовательному

Кабель, длина от 5 до 100 м

Рисунок 1.11

1.6 Маркировка

1.6.1 Маркировка составных частей pH-метра соответствует ГОСТ 26828-86

1.6.2 Блок преобразовательный

1.6.2.1 На передней панели блока преобразовательного нанесены:

- наименование pH-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 pH-метра;
- заводской номер pH-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 Кабель соединительный К902МП.L

1.6.4.1 На передней панели коробки клеммной кабеля соединительного К902МП.L 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 обозначение pH-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 pH-метра при транспортировании и хранении.

1.7.2 По защите pH-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 товаросопроводительный документ (упаковочная ведомость).

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

1.7.6 Составные части pH-метра укладываются в картонную коробку с последующей ее заклейкой 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 pH-метра.

1.7.9 Переупаковывание pH-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 pH-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/дм^3 хлорида калия (KCl);
- раствор 0,1 моль/дм^3 соляной кислоты (HCl);
- буферные растворы − рабочие эталоны pH 2-го разряда по ГОСТ 8.120-2014, приготовленные из стандарт-титров по ГОСТ 8.135-2004 (Рег. № 45142-10).

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

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

2.1.1 Соблюдать рабочие условия эксплуатации и требования к анализируемой среде.

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 pH должен быть выше уровня анализируемой среды.

2.1.5 Погружать электрод комбинированный блока датчиков БД-902А при измерениях pH погружным способом в анализируемую среду (водный 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 pH погружным методом в анализируемую среду (водный 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 грозовых разрядов.

2.1.7 При измерениях pH допустимое отклонение от вертикали блока датчиков БД-902МП должно быть не более 45º.

2.1.8 Не допускается измерение pH, 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.

2.1.9 Материал блока датчиков БД-902МП (сталь марки 12Х18Н10Т) имеет ограниченную химическую стойкость:

– pH водной среды должен быть не менее 1;

– концентрация хлоридов должна быть не более 100 мг/дм^3.

2.1.10 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ блок датчиков для растворов соляной кислоты!

2.2 Меры безопасности

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

2.2.2 К работе с pH-метром допускается персонал, изучивший руководство по эксплуатации и действующие меры безопасности при работе с химическими реактивами, а также имеющий допуск к работе с электроустановками до 1000 В.

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

2.2.3 Электрические цепи, осуществляющие внешнее 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 pH-метра к работе

2.3.1 Получение pH-метра

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

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

2.3.2 Подготовка блока преобразовательного

2.3.2.1 Установка блока преобразовательного

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

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

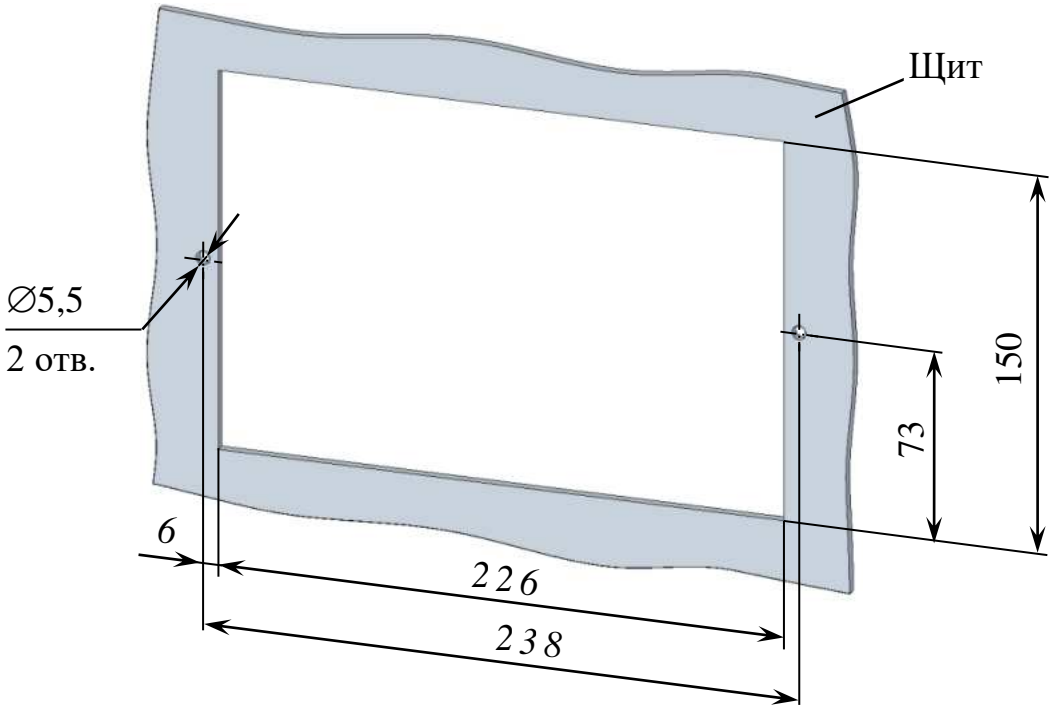


Рисунок 2.1 – Расположение и размер отверстий для крепления блока преобразовательного щитового исполнения в щите

Блок преобразовательный pH-метра щитового исполнения установить с внутренней стороны щита. Накладку, входящую в комплект монтажных частей ВР49.06.000, установить с лицевой стороны щита в соответствии с рисунком 2.2.

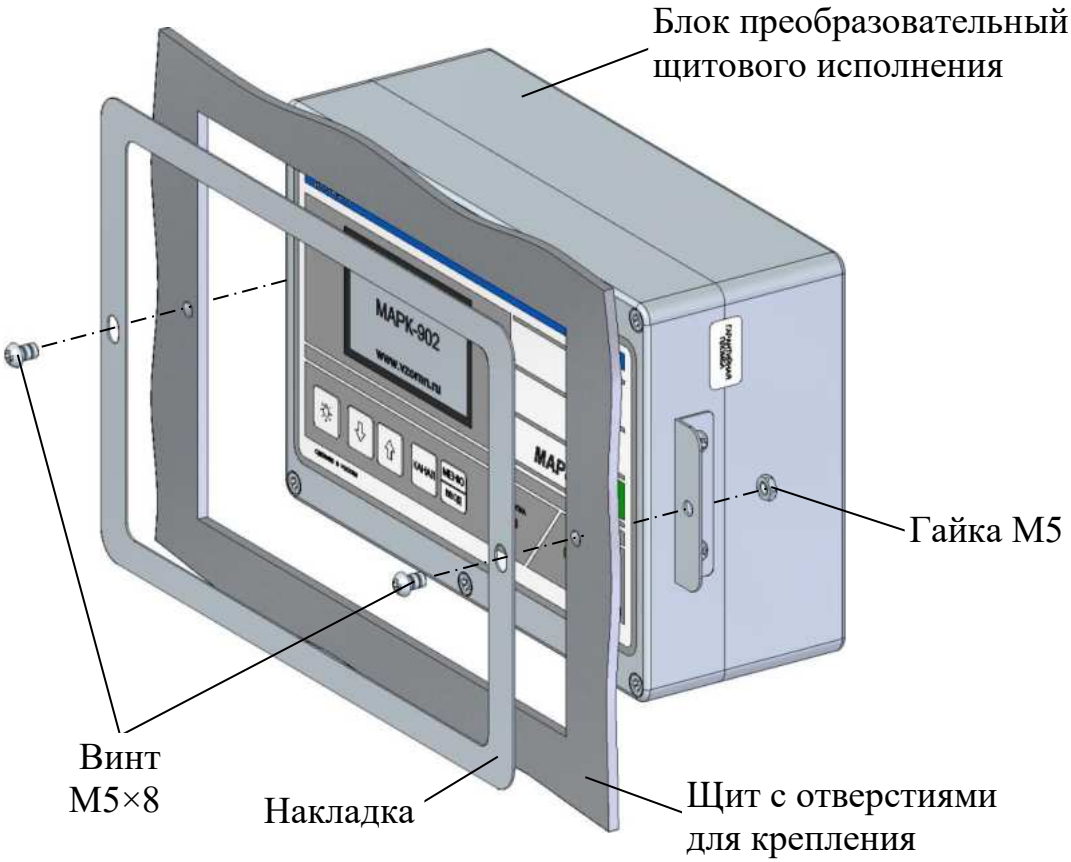


Рисунок 2.2 – Установка блока преобразовательного щитового исполнения

Для крепления блока преобразовательного на щите (толщиной до 3 мм) можно воспользоваться винтами М5×8 с гайками, входящими в комплект монтажных частей ВР49.06.000.

Расположение и размер отверстий для крепления блока преобразовательного настенного исполнения на вертикальной поверхности – в соответствии с рисунком 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 мм^2, подключаемым к клемме заземления.

Подвести сетевое питание (в зависимости от исполнения pH-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.

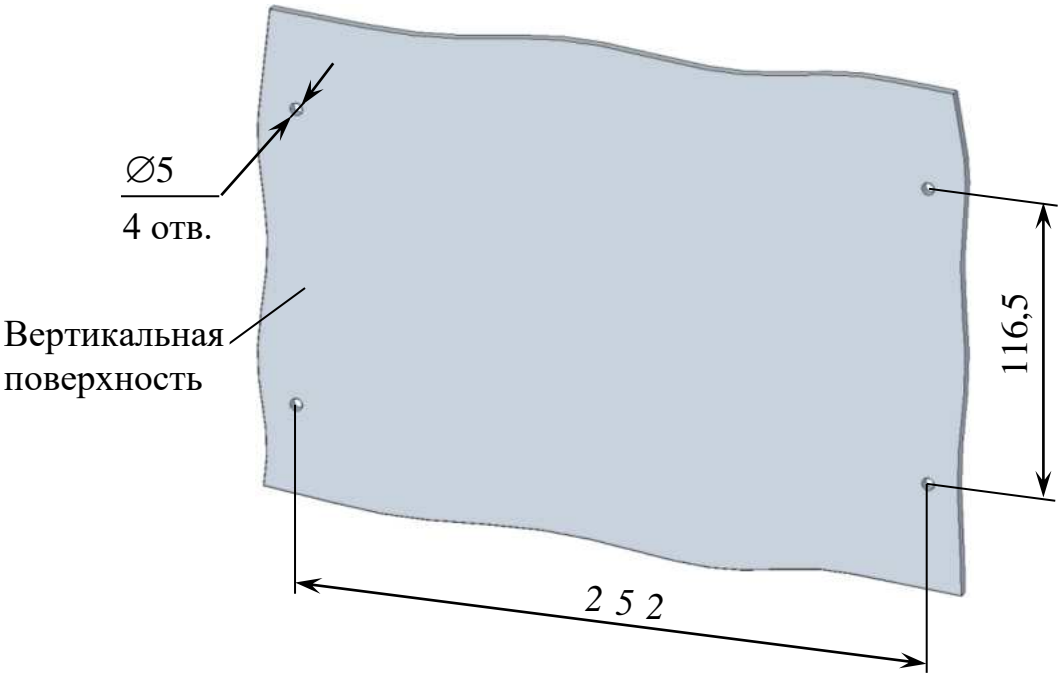


Рисунок 2.3 − Расположение и размер отверстий для крепления блока преобразовательного настенного исполнения

2.3.2.2 Подключение внешних устройств к блоку преобразовательному с использованием комплекта монтажных частей ВР37.03.000

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

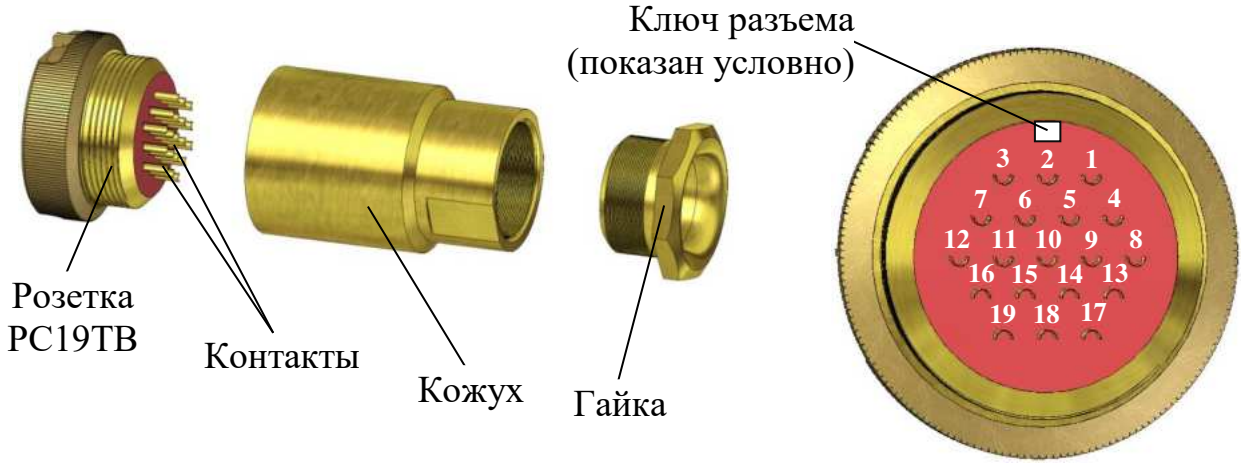
Внешние подключения к блоку преобразовательному производятся к разъему «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД**, **СИГНАЛИЗАЦИЯ**, **RS-485**» с использованием розетки РС19ТВ с кожухом, входящей в комплект монтажных частей ВР37.03.000.

Для внешнего подключения к блоку преобразовательному следует:

− снять пластмассовую заглушку с разъема «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД**, **СИГНАЛИЗАЦИЯ**, **RS-485**»;

− разобрать розетку РС19ТВ в соответствии с рисунком 2.4*а*;

− припаять контакты в соответствии с рисунком 2.4*б* и таблицей 2.1.



а – Конструкция розетки *б – Вид со стороны пайки контактов*

Рисунок 2.4 – Розетка РС19ТВ с кожухом

Таблица 2.1

Конт.	Выходной сигнал	Цепь	Внешнее подключение
1	Реле «перегрузка»	Канал А	Исполнительное устройство
2			
7	Реле «уставка»		
8			
12			
13			
3	Реле «перегрузка»	Канал В	
4			
16	Реле «уставка»		
17			
18			
19			
5	Выходной ток	Канал А (+)	Регистрирующее устройство, компьютер
6		Канал А (–) и В (–)	
9		Канал В (+)	
11	Порт RS-485	SG (сигнальная земля)	
14		DAT+ (Данные +)	
15		DAT– (Данные –)	

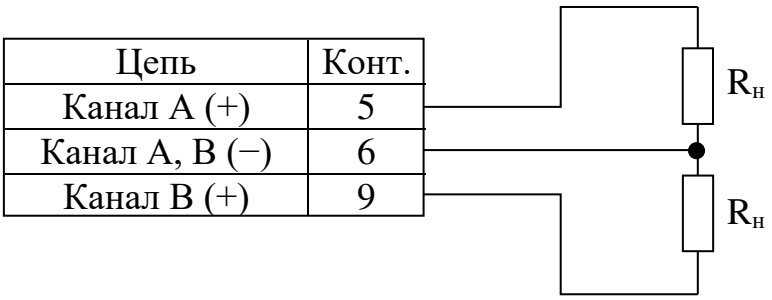


Рисунок 2.5 – Схема подключения внешней нагрузки к контактам разъема «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД**»

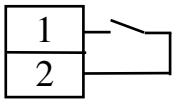
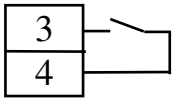
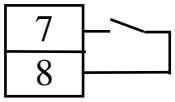
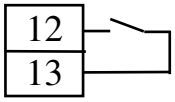
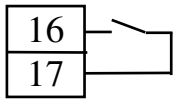
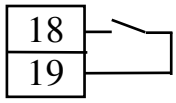
ВНИМАНИЕ: Для формирования выходного сигнала – токового выхода, подключение внешнего источника питания к контактам разъема «ТОКОВЫЙ ВЫХОД, СИГНАЛИЗАЦИЯ, RS-485» НЕ ТРЕБУЕТСЯ и НЕДОПУСТИМО!

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

Протоколы обмена «ВЗОР» и ModBus RTU – в соответствии с приложением Г.

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 pH Измеренное значение ЭДС, мВ Измеренное значение температуры, °С	А	выход за пределы запрограммированного диапазона измерений или за пределы диапазона измерений pH-метра	
Измеренное значение pH Измеренное значение ЭДС, мВ Измеренное значение температуры, °С	В	выход за пределы запрограммированного диапазона измерений или за пределы диапазона измерений pH-метра	
Измеренное значение pH	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.

2.3.2.3 Подключение внешних устройств к блоку преобразовательному с использованием блока клемм ВР51.04.000

Блок клемм ВР51.04.000, поставляемый по отдельной заявке, представлен на рисунке 2.6.

Подключение блока клемм осуществляется с помощью розетки РС19ТВ к разъему «**ТОКОВЫЙ ВЫХОД**, **СИГНАЛИЗАЦИЯ**, **RS-485**» блока преобразовательного.

Подключения внешних устройств к блоку клемм производить в соответствии с этикеткой ВР51.04.000ЭТ.

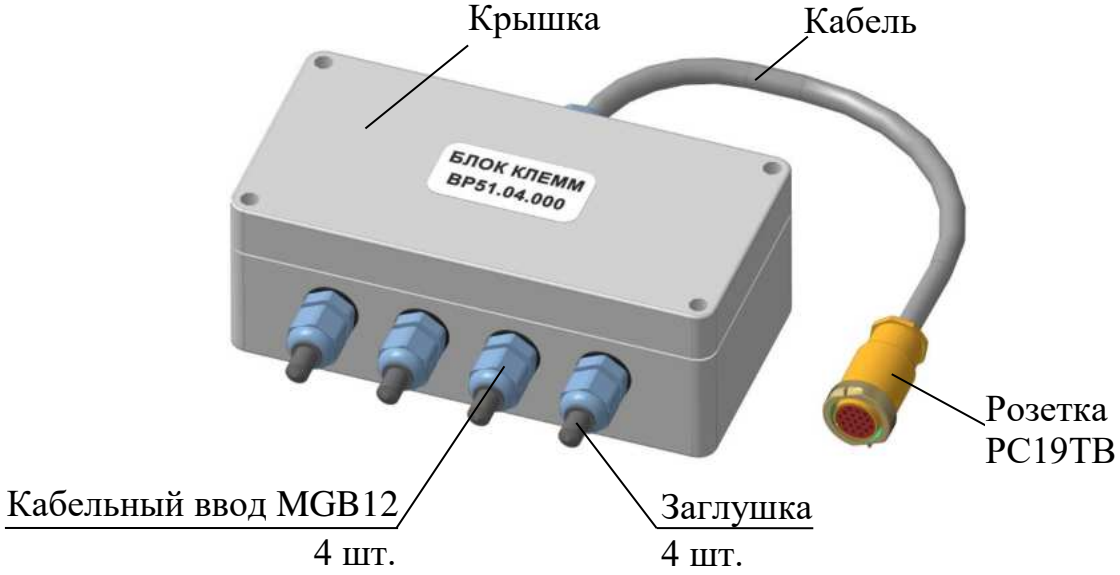


Рисунок 2.6 – Блок клемм ВР51.04.000

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

2.3.3.1 Установка блока усилителя

Закрепить блок усилителя вблизи пробоотборной точки на вертикальной поверхности в месте, исключающем возможность попадания на него вертикально падающих капель воды.

Расположение и размер отверстий для крепления блока усилителя на вертикальной поверхности – в соответствии с рисунком 2.7.

При наличии гидропанелей ГП-902 ВР31.04.000 или ГП-902/1 ВР31.04.000-01, поставляемых по отдельной заявке, блок усилителя установить в соответствии с руководством по эксплуатации на гидропанель ВР31.04.000РЭ.

Заземлить корпус блока усилителя медным проводом желто-зеленого цвета сечением не менее 0,75 мм^2, подключаемому к винту заземления.

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

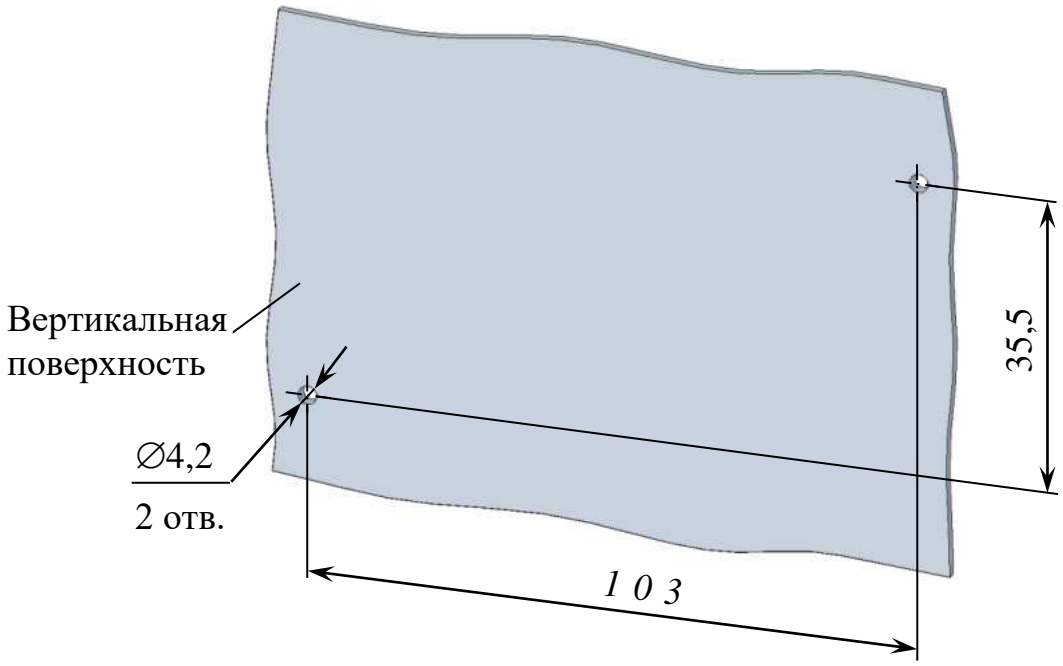


Рисунок 2.7 − Расположение и размер отверстий для крепления блока усилителя

Примечание – Конструкция блока усилителя позволяет осуществлять его крепление на различных вертикальных поверхностях, поэтому крепежные изделия в комплект поставки pH-метра не входят.

2.3.3.2 Подготовка электродов и подсоединение датчика температуры

Подготовить электроды в соответствии с паспортами на применяемые электроды.

Подготовленные электроды подсоединить к блоку усилителя согласно рисунку 1.7 либо 1.8:

− к разъему «**ВХОД 1**» подключить измерительный электрод;

− к разъему «**ВХОД 2**» подключить электрод сравнения (для блока датчиков БД-902).

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

Датчик температуры подсоединить к разъему «**ВХОД 3**».

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

2.3.3.3 Установка электродов и датчика температуры при проточном способе измерений

2.3.3.3.1 Установка на гидропанели ГП-902 (ГП-902/1)

Для проведения измерений проточным способом применяются гидропанели, поставляемые по отдельной заявке:

– гидропанель ГП-902 ВР31.04.000 при проведении измерений pH «чистой» воды;

– гидропанель ГП-902/1 ВР31.04.000-01 при проведении измерений pH анализируемых растворов, содержащих взвешенные вещества.

Установка электродов и датчика температуры на гидропанель производить в соответствии с руководством по эксплуатации ВР31.04.000РЭ.

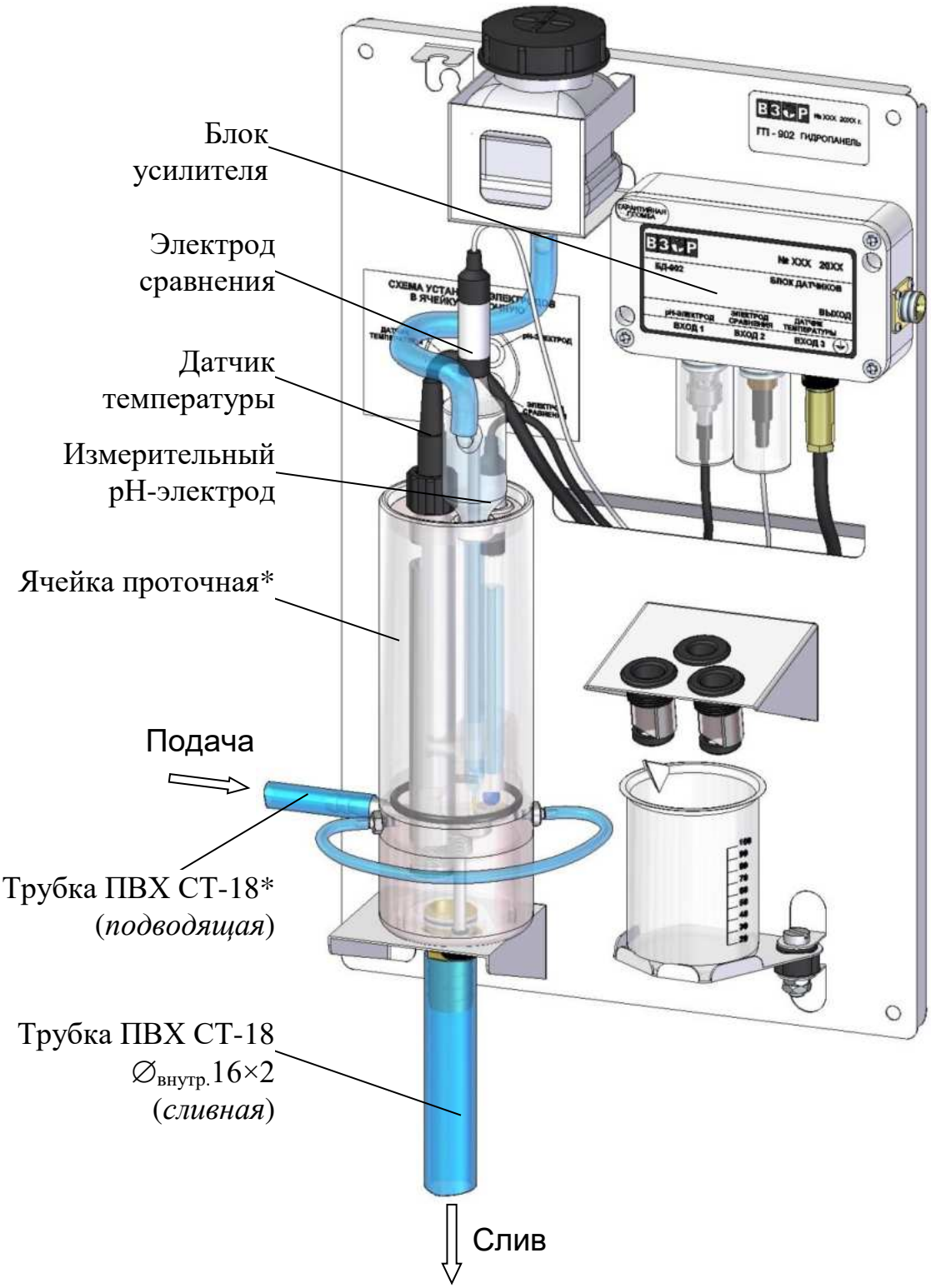
Пример расположения электродов и датчика температуры на гидропанели ГП-902 ВР31.04.000 – в соответствии с рисунком 2.8.

2.3.3.3.2 Установка в кювету проточную

Для проведения измерений проточным способом применяются кюветы проточные, поставляемые по отдельной заявке:

- кювета проточная ВР31.20.200 (ВР31.20.200-03, ВР31.20.200-04) – для комбинированных электродов с присоединительной резьбой PG13,5;
- кювета проточная ВР31.20.200-01 (ВР31.20.000-02, ВР31.20.200-05) – для комбинированных pH-электродов без присоединительной резьбы.
- кювета проточная ВР31.02.700 (ВР31.02.700-01, ВР31.02.700-02) – для раздельной пары pH-электродов.

Установку электродов и датчика температуры в кюветы проточные производить в соответствии с этикеткой на кювету.



* Ячейка проточная ВР31.04.200 либо ячейка проточная ВР31.04.400.

** ∅внутр.7×1,5 либо ∅внутр.10×2 в зависимости от ячейки проточной.

Рисунок 2.8 – Пример расположения электродов и датчика температуры на гидропанели ГП-902 ВР31.04.000

Пример расположения комбинированного pH-электрода с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), и датчика температуры в кювете проточной ВР31.20.200 – в соответствии с рисунком 2.9.

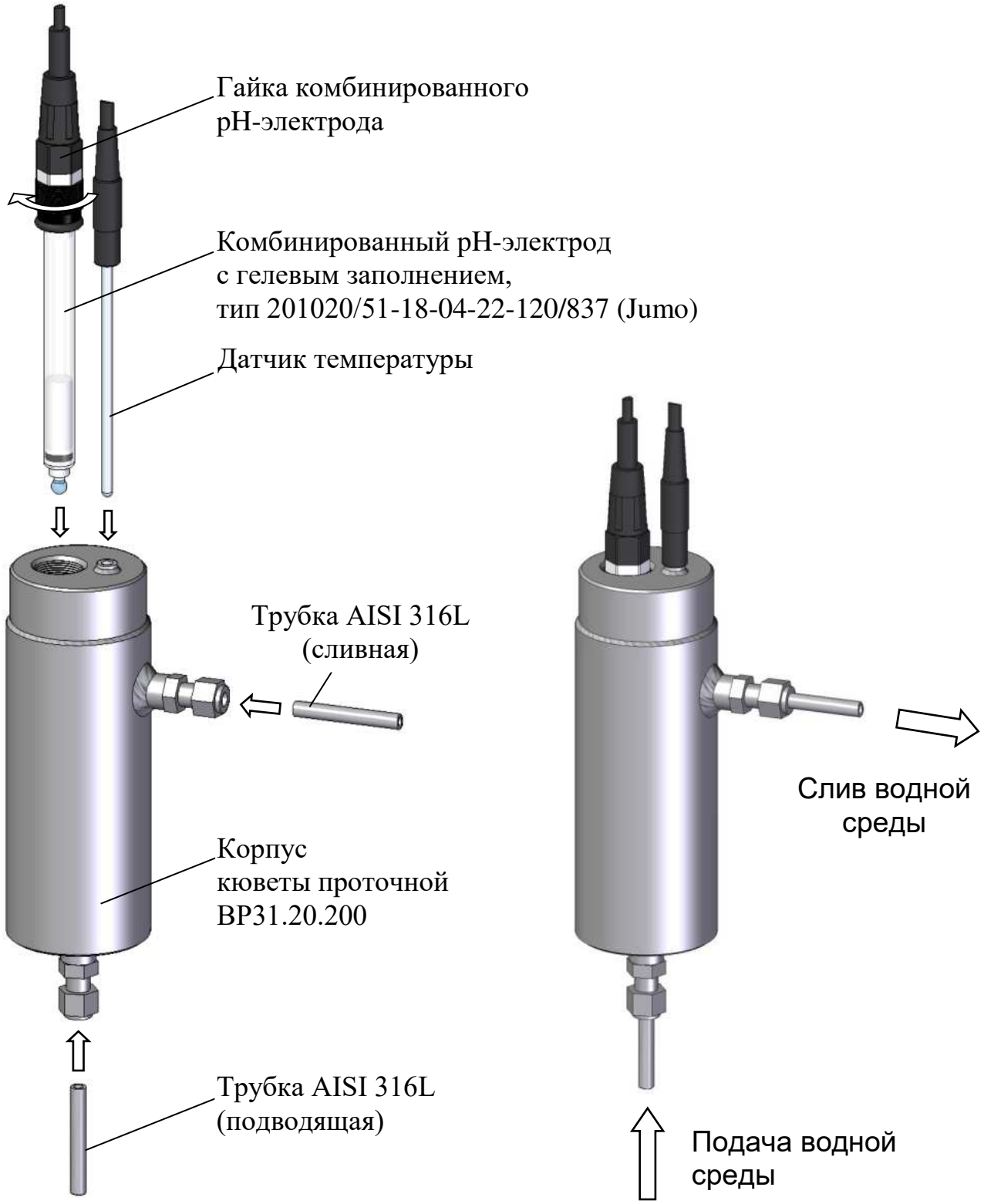


Рисунок 2.9 – Установка комбинированного pH-электрода и датчика температуры (на примере исполнения кюветы проточной ВР31.20.200)

Пример расположения электрода стеклянного комбинированного ЭСК-10617/7 и датчика температуры в кювете проточной ВР31.20.200-02 – в соответствии с рисунком 2.10.

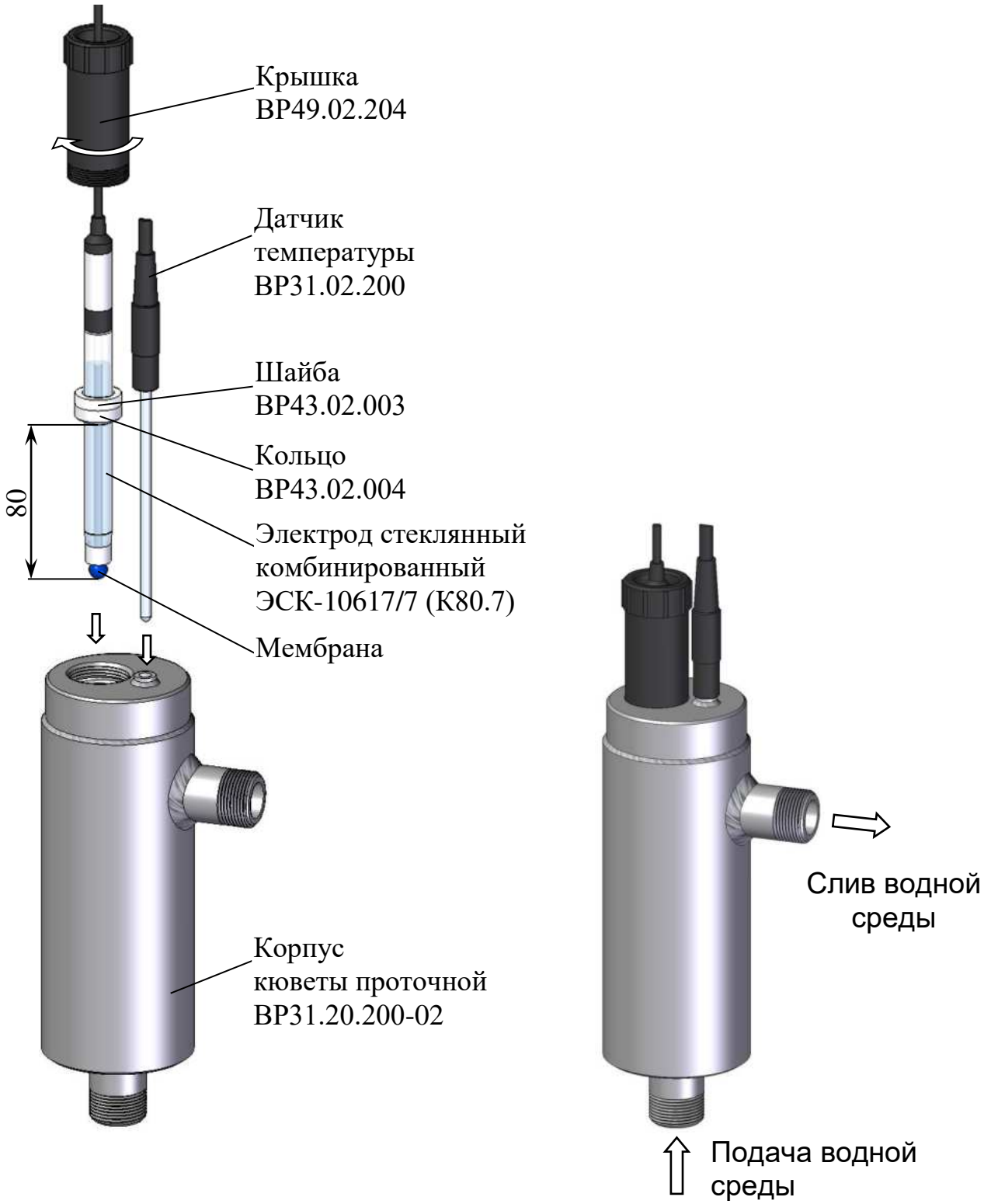


Рисунок 2.10 – Установка электрода стеклянного комбинированного и датчика температуры (на примере исполнения кюветы проточной ВР31.20.200-02)

Пример расположения раздельной пары электродов и датчика температуры в кювете проточной ВР31.02.700 – в соответствии с рисунком 2.11.

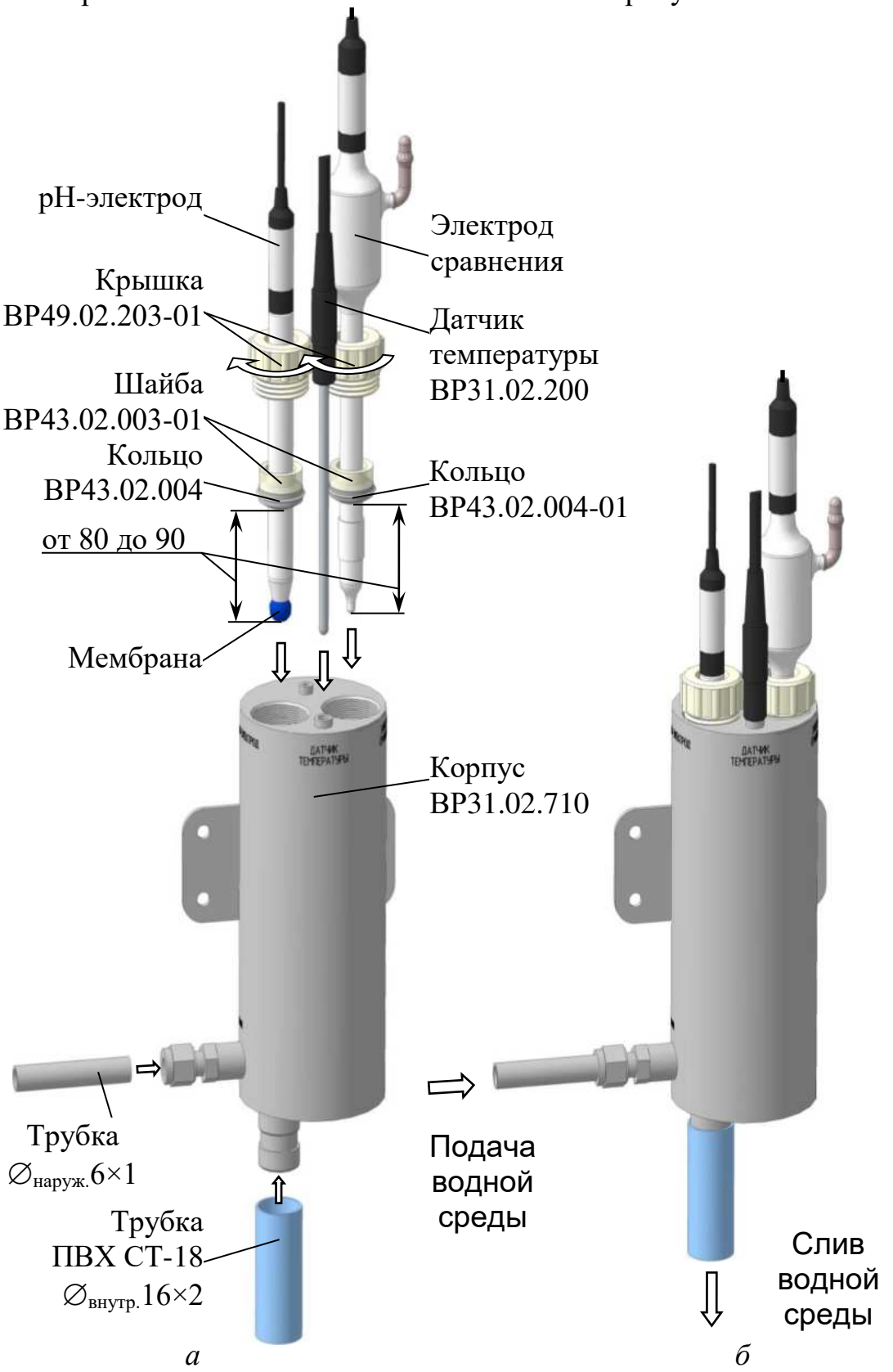


Рисунок 2.11 – Установка раздельной пары электродов и датчика температуры (на примере исполнения кюветы проточной ВР31.02.700)

2.3.3.4 Установка электродов и датчика температуры для проведения измерений в магистральном трубопроводе

Для проведения измерений в магистральном трубопроводе применяется комплект для установки pH-электродов в магистраль ВР31.02.400 (в дальнейшем комплект ВР31.02.400), поставляемый по отдельной заявке.

Комплект ВР31.02.400 применяется только с комбинированными электродами, имеющими присоединительную резьбу PG 13,5.

Установку электрода и датчика температуры в горизонтальный магистральный трубопровод из нержавеющей стали с внутренним диаметром не менее 50 мм, производить в соответствии с этикеткой ВР31.02.400ЭТ.

Пример расположения комбинированного pH-электрода и датчика температуры в корпусе ВР31.02.410 – в соответствии с рисунком 2.12.

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 2.13 рекомендуется:

– отвернуть стопорный винт;

– отвернуть кожух и снять.

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

Подготовить электрод комбинированный в соответствии с паспортом на электрод.

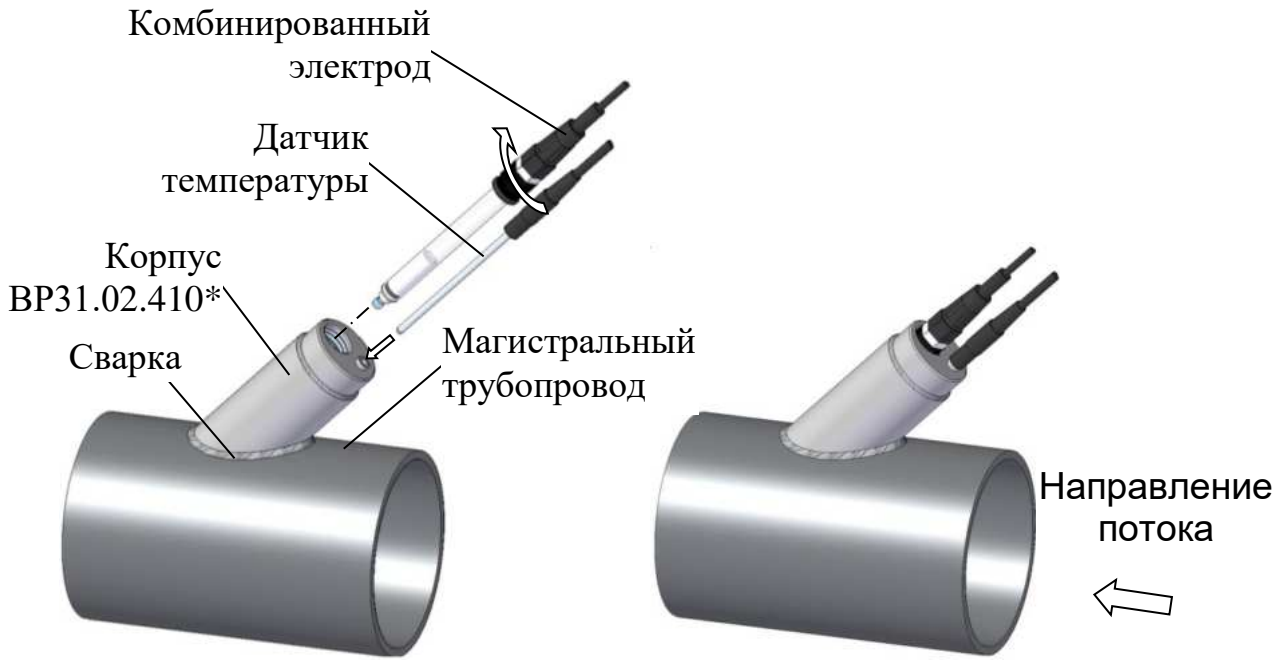
Соединить блок датчиков БД-902МП с блоком преобразовательным кабелем соединительным К902МП.L (длиной от 5 до 100 м), входящим в комплект поставки.

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

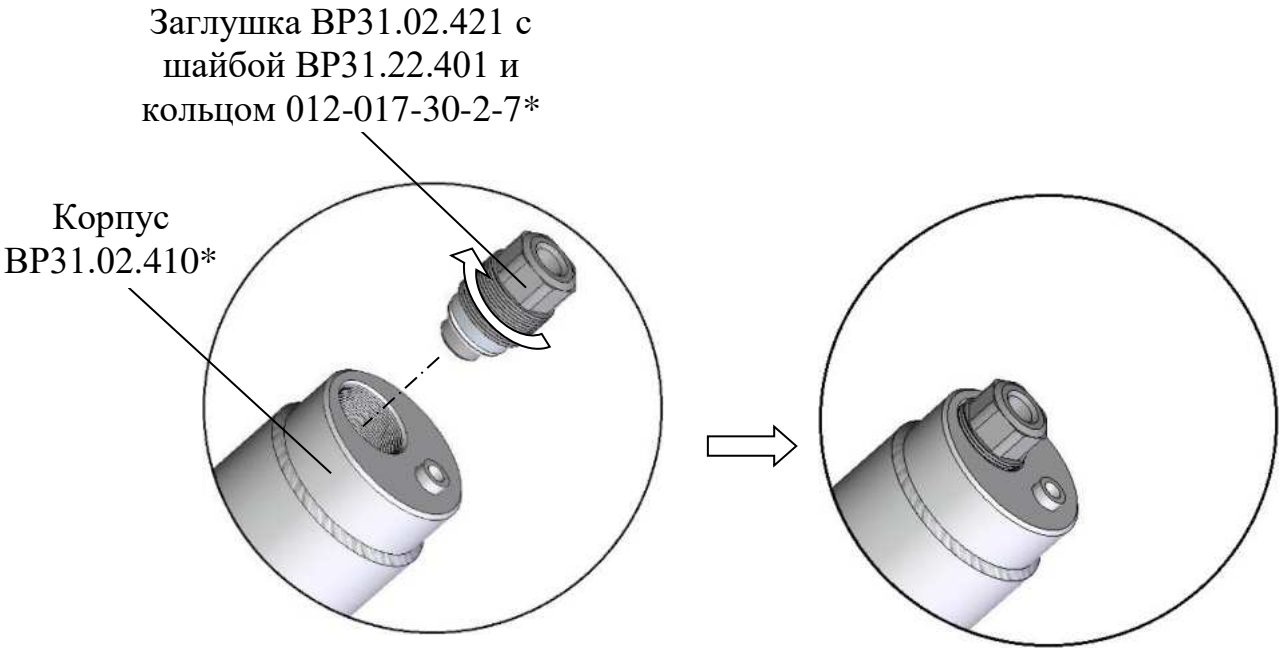
Примечание − Для удобства монтажа блока датчиков БД-902МП допускается отсоединить кабель от коробки клеммной. Для этого следует:

− отвернуть четыре винта, удерживающих переднюю панель коробки клеммной;

− ослабить клеммник винтовой и демонтировать кабель.



а – Установка комбинированного электрода и датчика температуры в магистральный трубопровод



б – Установка заглушки ВР31.02.421 с шайбой ВР31.22.401 и кольцом 012-017-30-2-7 в магистральный трубопровод

---

* Входит в комплект для установки pH-электродов в магистраль ВР31.02.400.

Рисунок 2.12

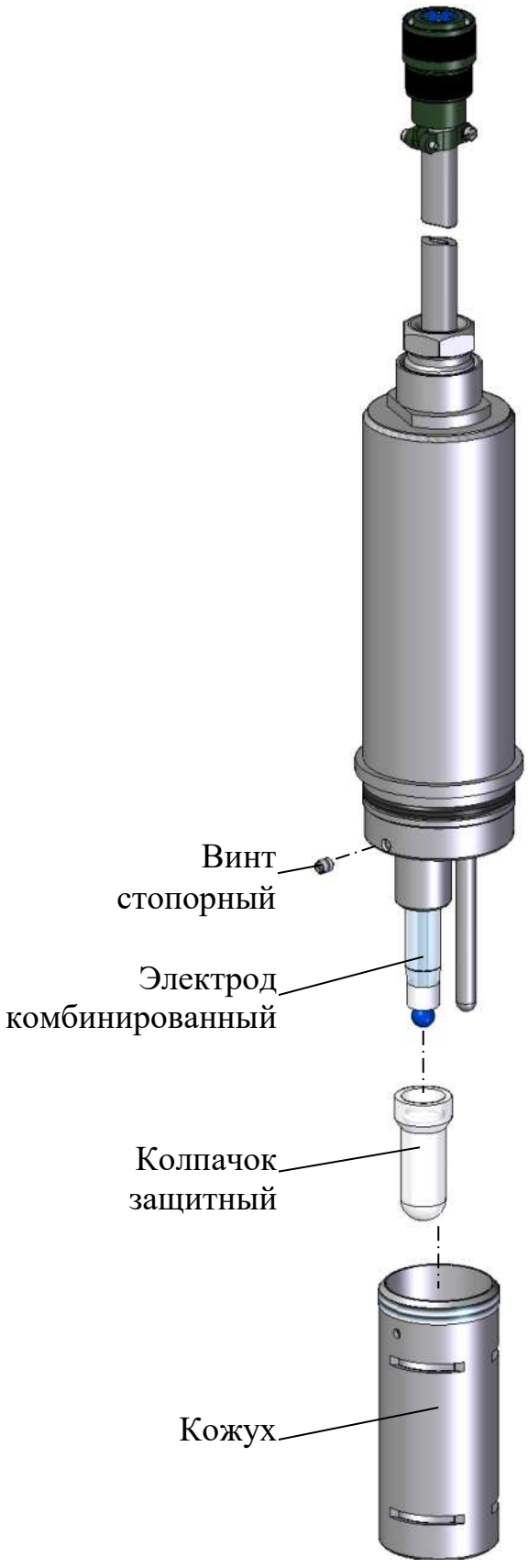

Винт
стопорный
Электрод
комбинированный
Колпачок
защитный
Кожух

Рисунок 2.13

2.3.4.1 Установка коробки клеммной

Закрепить коробку клеммную в месте, исключающем 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 2.14.

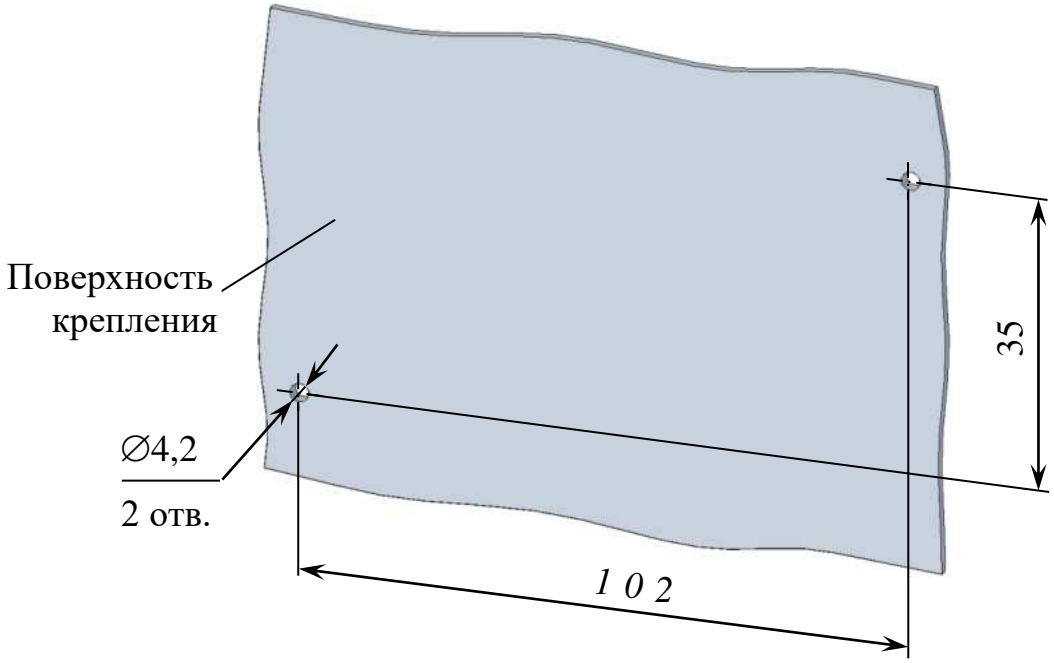


Рисунок 2.14 – Расположение и размер отверстий для крепления коробки клеммной

Монтаж кабеля в коробке клеммной производить в соответствии со схемой разделки кабеля, приведенной на рисунке 2.15.

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.

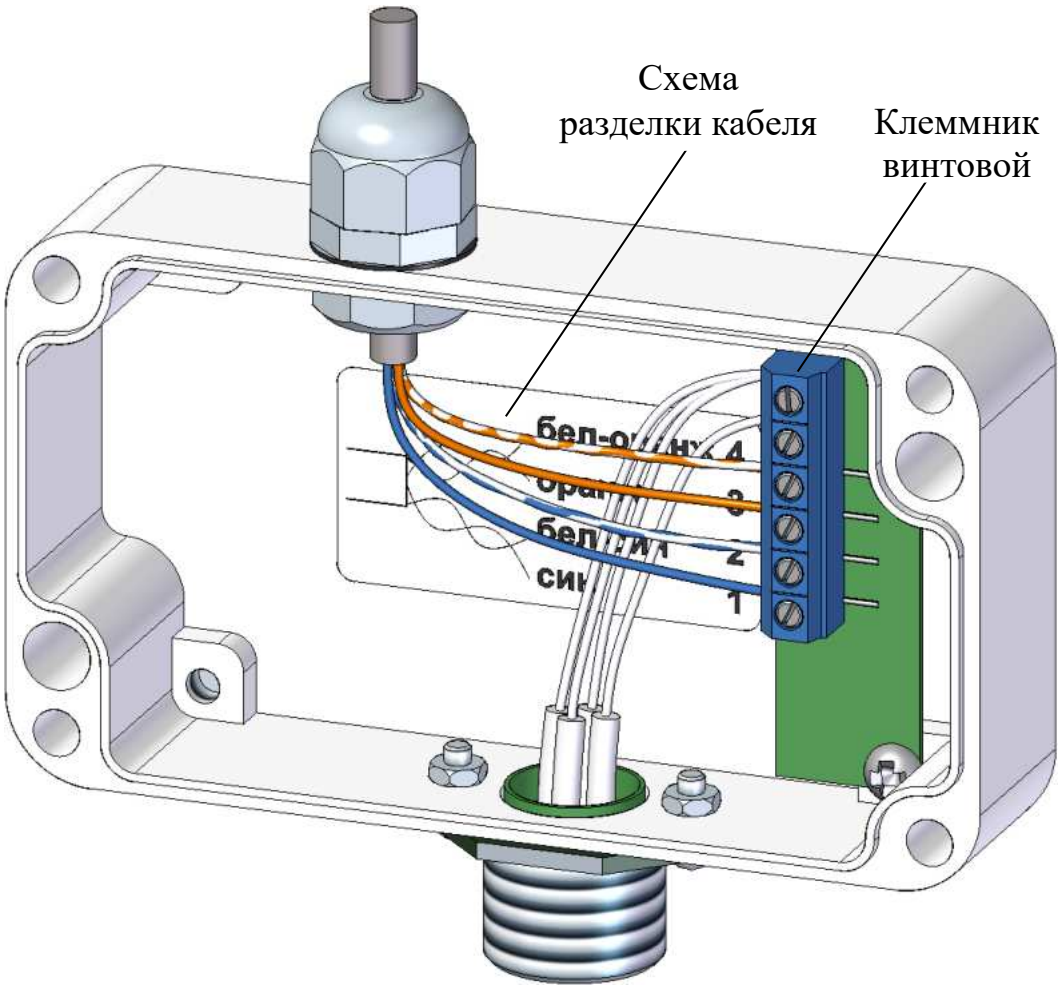


Рисунок 2.15 – Коробка клеммная (вид без передней панели)

2.3.4.2 Установка блока датчиков БД-902МП при проточном способе измерений

Для проведения измерений проточным способом применяются кюветы проточные, поставляемые по отдельной заявке:

- кювета проточная ВР43.12.600 (подсоединение с помощью обжимных фитингов под трубку $\varnothing_{наруж.}$6 мм);
- кювета проточная ВР43.12.600-01 (присоединительная резьба $G_{наруж.}$½).

Установку блока датчиков БД-902МП производить в соответствии с этикеткой ВР43.12.600ЭТ.

Пример расположения блока датчиков БД-902МП в кювете проточной ВР43.12.600 – в соответствии с рисунком 2.16. При проведении измерений кювета проточная должна располагаться вертикально.

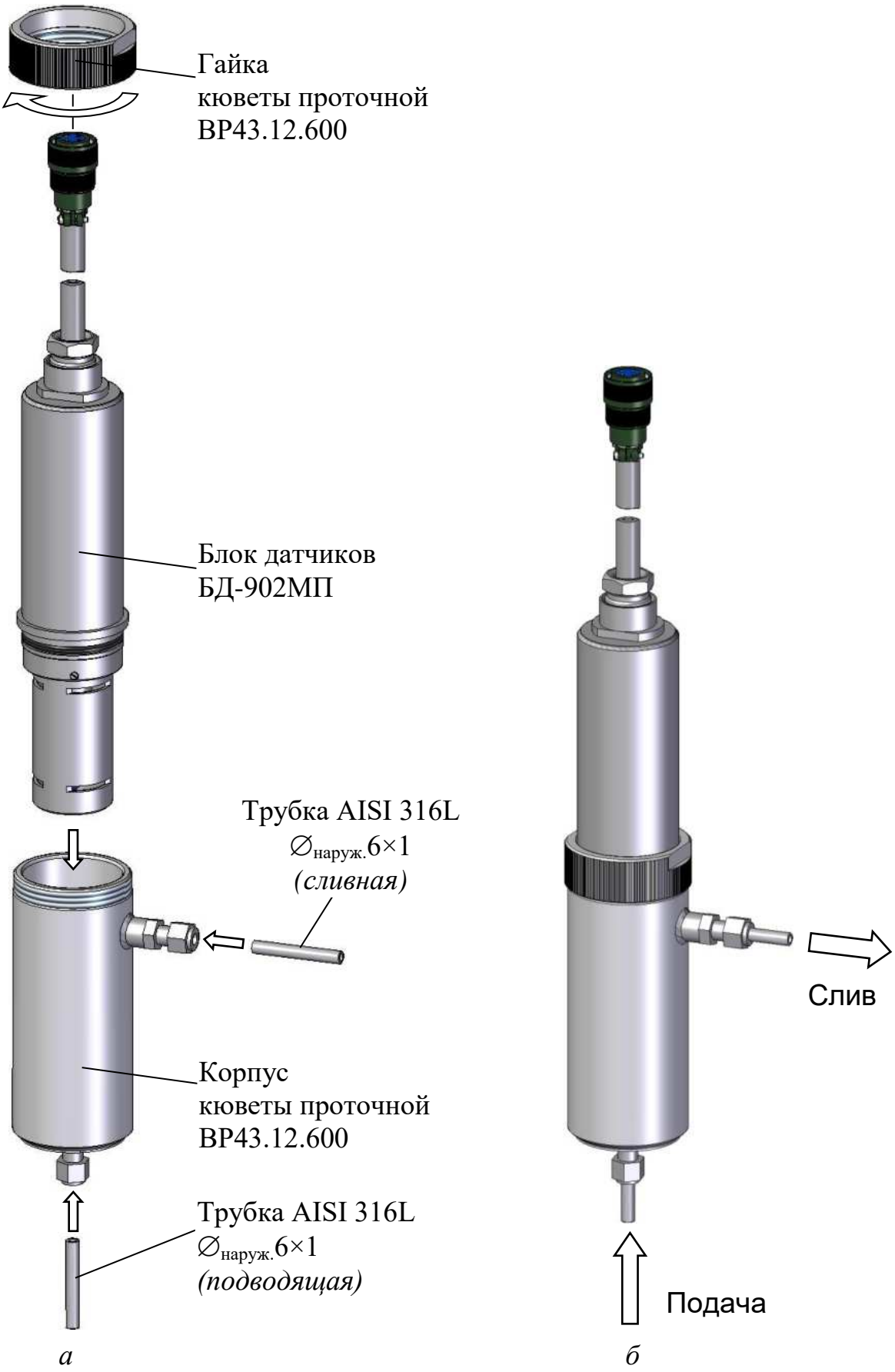


Рисунок 2.16 – Расположение блока датчиков БД-902МП при проточном способе измерений

2.3.4.3 Установка блока датчиков БД-902МП для проведения измерений в магистральном трубопроводе

Для проведения измерений в горизонтальном трубопроводе из нержавеющей стали применяется комплект монтажных частей ВР43.02.600, поставляемый по отдельной заявке.

Установку комплекта монтажных частей ВР43.02.600 производить в соответствии с этикеткой ВР43.02.600ЭТ, при этом следует учитывать значение длины электродной части блока датчиков БД-902МП (таблица 2.3).

Таблица 2.3

В миллиметрах

Длина электродной части блока датчиков БД-902МП (рисунок 1.10)	Рекомендуемый внутренний диаметр магистрального трубопровода, не менее
70	70
105	100

Расположение блока датчиков БД-902МП при проведении измерений в магистральном трубопроводе должно соответствовать рисунку 2.17*а*. Допустимое отклонение от вертикали 45°.

При демонтаже блока датчиков БД-902МП завернуть в трубу ВР43.02.601 комплект заглушки трубопровода ВР43.02.630 (рисунок 2.17*б*).

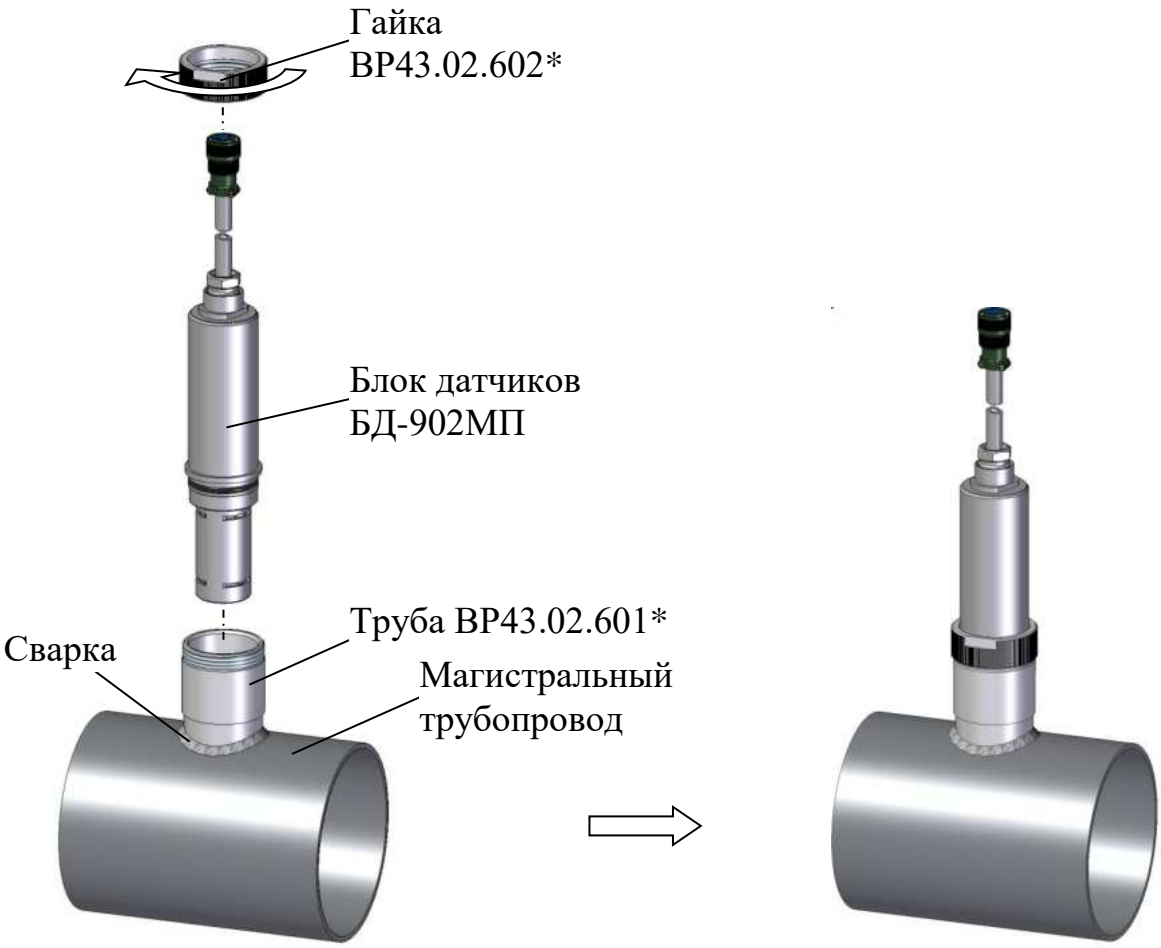
2.3.4.4 Установка блока датчиков БД-902МП для проведения измерений на глубине

Для проведения измерений на глубине следует установить блок датчиков БД-902МП таким образом, чтобы исключить механическую нагрузку на кабель, например, в металлической трубе в соответствии с рисунком 2.18.

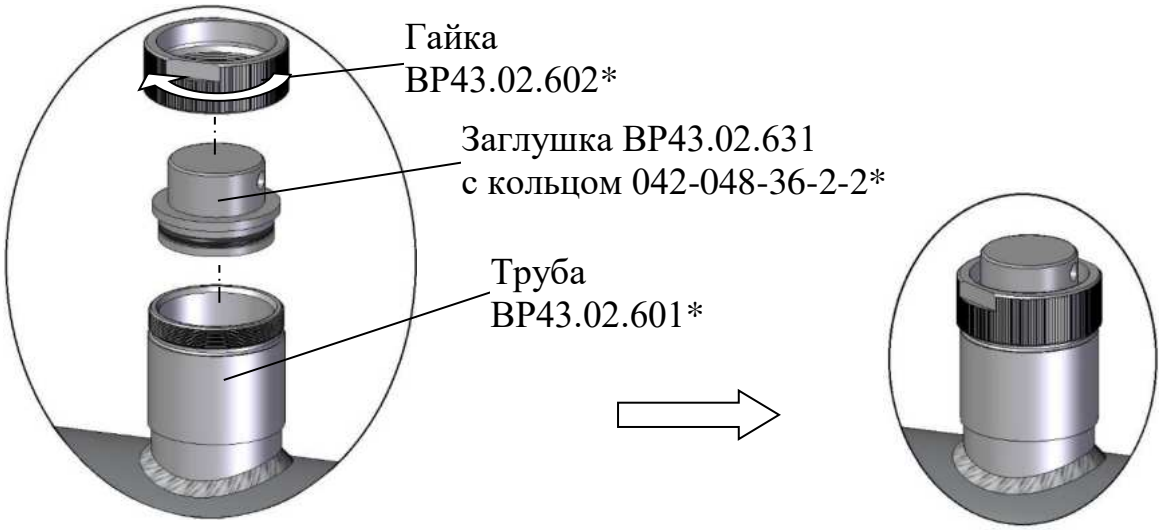
Глубина погружения блока датчиков БД-902МП в зависимости от типа применяемого электрода приведена таблице 2.4.

Таблица 2.4

Тип применяемого электрода	Глубина погружения, м
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10617/7	2,5
Комбинированный pH-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	3,5
pH-электрод с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800	
Комбинированный pH-электрод G201S	
Комбинированный pH-электрод ID 4510	2,0
Комбинированный pH-электрод ASPA3111-100-2.1M	3,5
Комбинированный pH-электрод SZ 195.2	



а – Установка блока датчиков БД-902МП в магистральный трубопровод



б – Установка заглушки ВР43.02.631 с кольцом 042-048-36-2-2

*Входит в комплект для установки pH-электрода в магистраль ВР43.02.600.

Рисунок 2.17

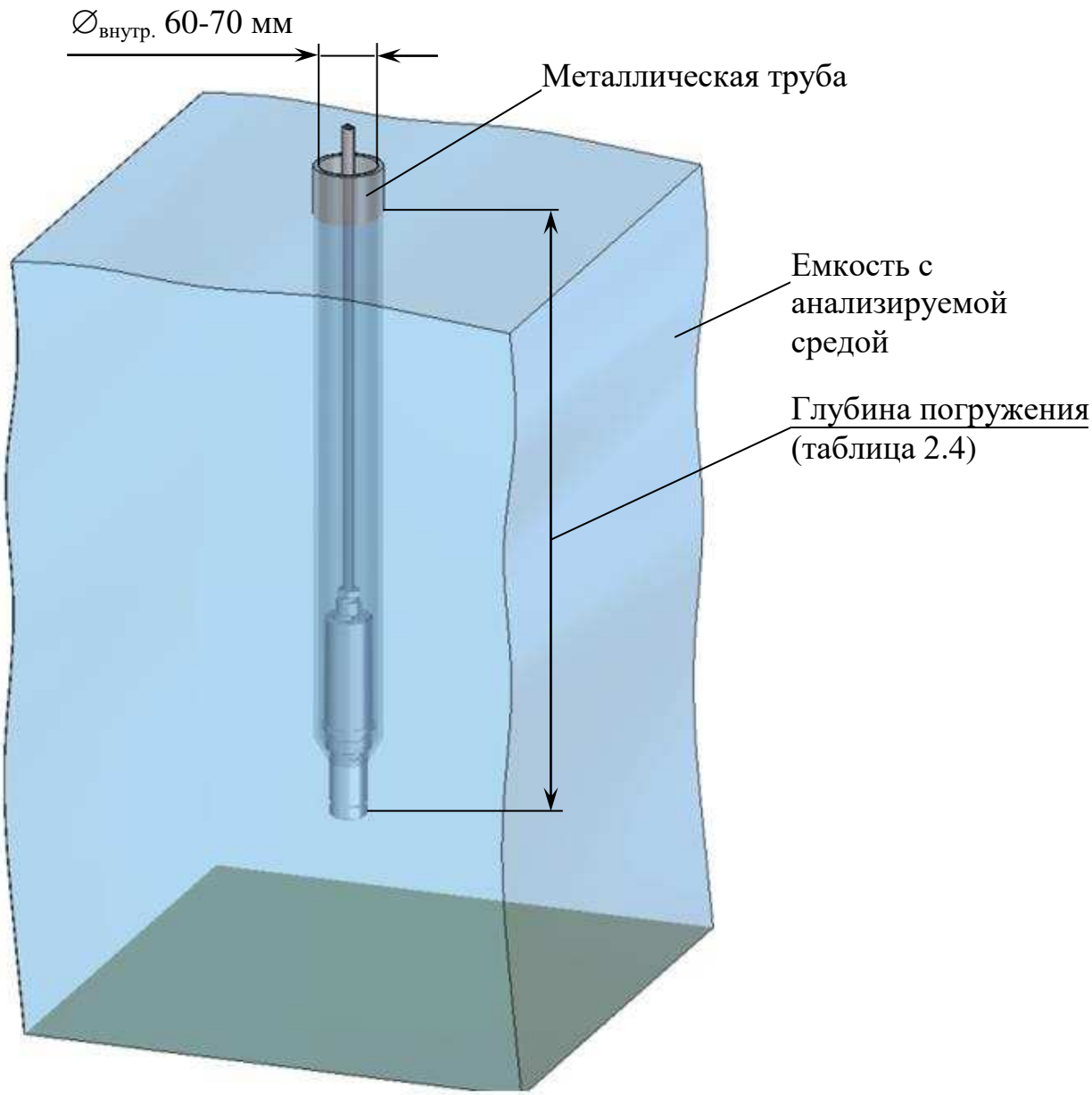


Рисунок 2.18 – Расположение блока датчиков БД-902МП для проведения измерений на глубине

2.4 Включение pH-метра

Для включения pH-метра перевести переключатель «**СЕТЬ**» в положение « I », при этом должен загореться световой индикатор «**СЕТЬ**» зеленого цвета.

Включение pH-метра так же сопровождается звуковым сигналом.

На экране индикатора на несколько секунд появится экран-заставка в соответствии с рисунком 2.19.

Далее pH-метр перейдет в режим измерений.

Рисунок 2.19

2.5 Экраны измерений

pH-метр имеет следующие экраны режима измерений:

– экран режима измерений одного канала (например, канала А) в соответствии с рисунками 2.20, 2.21;

Рисунок 2.20

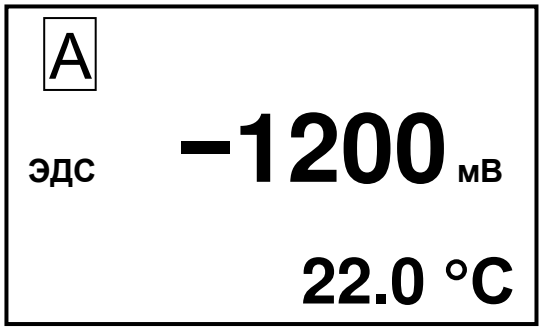


Рисунок 2.21

– экран режима измерений двух каналов (А и В) в соответствии с рисунком 2.22, если подключены два блока датчиков.

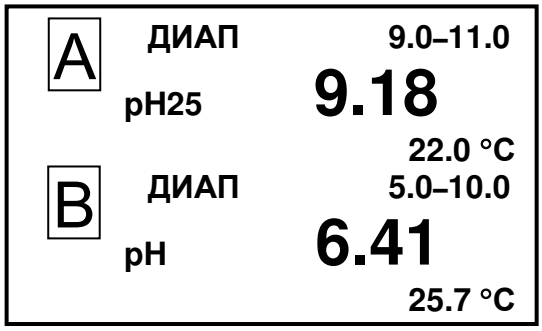


Рисунок 2.22

Примечание – Режим измерений, а так же численные значения параметров на рисунках 2.20-2.22 могут быть другими.

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

На экранах индицируются названия каналов (А или В), диапазон измерений по токовому выходу для каждого канала и измеренные значения pH либо pH, приведенного 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 pH-метра производятся с помощью экранных меню.

Вход в режим **МЕНЮ** из режима измерений производится нажатием кнопки «**МЕНЮ** / **ВВОД**».

pH-метр имеет три экранных меню:

– **МЕНЮ [A]**;
– **МЕНЮ [B]**;
– **МЕНЮ [A] [B]**.

Экранное меню **МЕНЮ [A]** или **МЕНЮ [B]** отображает состояние индивидуальных параметров канала в соответствии с рисунком 2.23.

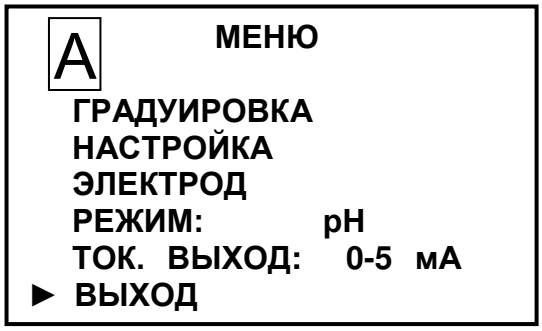


Рисунок 2.23

Экранное меню **МЕНЮ [A] [B]** отображает и позволяет изменять параметры pH-метра общие для обоих каналов. Экран в соответствии с рисунком 2.24.

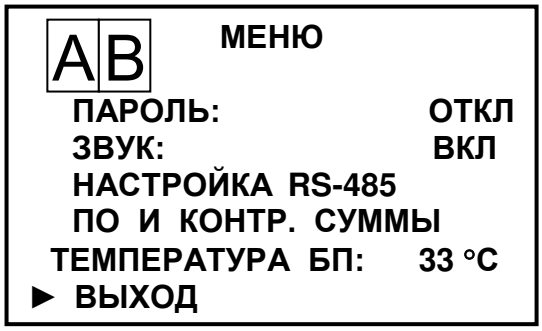


Рисунок 2.24

Выделение необходимого пункта меню производится маркером «►». Перемещение маркера «►» вверх и вниз по экрану − кнопками «⇧», «⇩».

Для выхода из экранов **МЕНЮ** следует установить маркер на строку ВЫХОД и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**».

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

pH-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 «**МЕНЮ / ВВОД**».

Увеличение либо уменьшение цифры − кнопками «⇧», «⇩».

Для ввода либо изменения числового значения нужно:

- установить маркер «►» на нужную строку;
- нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**». Будет мигать первая цифра;
- кнопками «⇧», «⇩» установить значение первой цифры;
- нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**». Будет мигать вторая цифра;
- кнопками «⇧», «⇩» установить значение второй цифры;
- нажать кнопку «**МЕНЮ / 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 «⇧», «⇩» установить маркер «►» на строку ВЫХОД и нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**».

2.6.3 Работа с экранным меню **МЕНЮ [A]** и **МЕНЮ [B]**

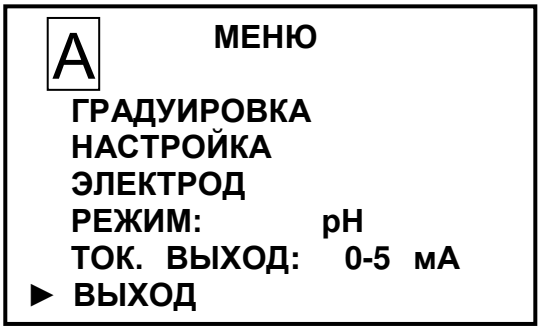


Рисунок 2.25

Вход в необходимый пункт меню производится установкой маркера «►» на нужную строку и нажатием на кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**».

► **ГРАДУИРОВКА** − пункт меню предназначен для перехода в подменю **ГРАДУИРОВКА** (п. 2.7). Экран − в соответствии с рисунком 2.26.

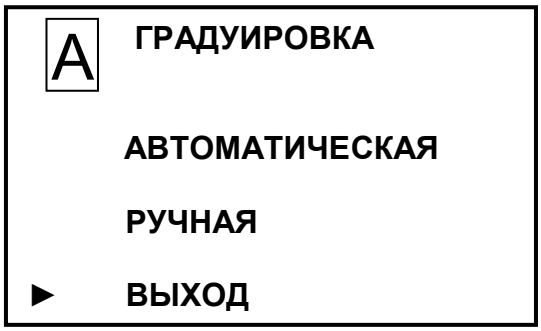


Рисунок 2.26

► **НАСТРОЙКА** − пункт меню предназначен для перехода в подменю **НАСТРОЙКА**. Экран − в соответствии с рисунком 2.27.

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

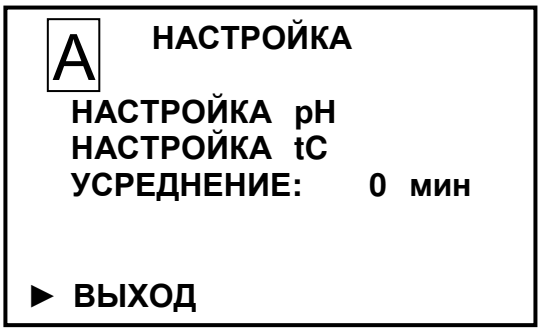


Рисунок 2.27

«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 2.28.

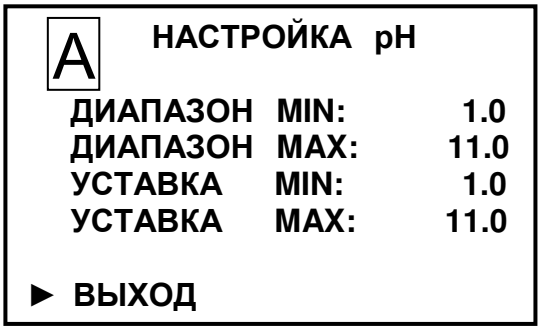


Рисунок 2.28

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 «**МЕНЮ** / **ВВОД**».

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

«НАСТРОЙКА tC» − пункт подменю предназначен для просмотра и изменения верхнего предела программируемого диапазона измерений температуры. Экран подменю − в соответствии с рисунком 2.29.

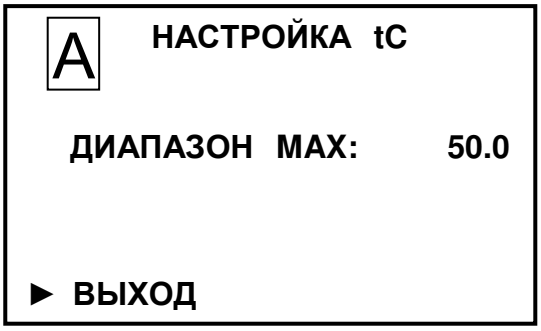


Рисунок 2.29

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

► **ЭЛЕКТРОД** – пункт меню предназначен для просмотра параметров электродной системы. Экран − в соответствии с рисунком 2.30.

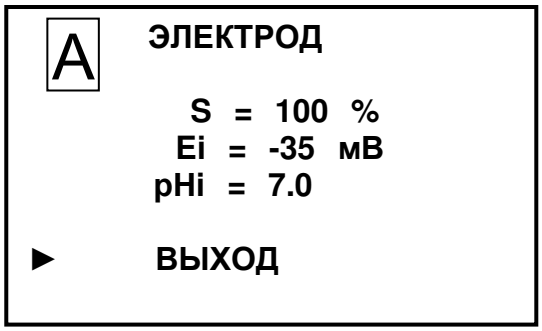


Рисунок 2.30

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 «⇧», «⇩» и «**МЕНЮ / ВВОД**» выбирается нужный режим измерений:

- «pH» − измерение pH, не приведенной к 25 °С;
- «pH_{25}» − измерение pH, приведенной к 25 °С;
- «ЭДС» − измерение ЭДС.

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

Последовательным нажатием кнопки «**МЕНЮ / ВВОД**» выбирается диапазон выходного тока.

2.6.4 Работа с экранным меню МЕНЮ [А] [В]

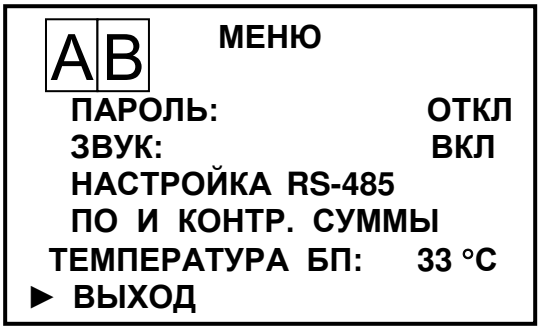


Рисунок 2.31

► **ПАРОЛЬ** – пункт меню предназначен для ограничения доступа к изменению параметров pH-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** pH-метр запросит ввести пароль (число «12»).

Появится экран в соответствии с рисунком 2.32.

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.

Кнопками «⇧», «⇩» установить значение второй цифры пароля «2» и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**».

Рисунок 2.32

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

Если введен неверный пароль, то появится экран в соответствии с рисунком 2.33 и pH-метр перейдет в режим измерений.

Рисунок 2.33

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

► **НАСТРОЙКА RS-485** – пункт меню предназначен для настройки интерфейса RS-485 и протокола обмена с внешним устройством. Экран − в соответствии с рисунком 2.34.

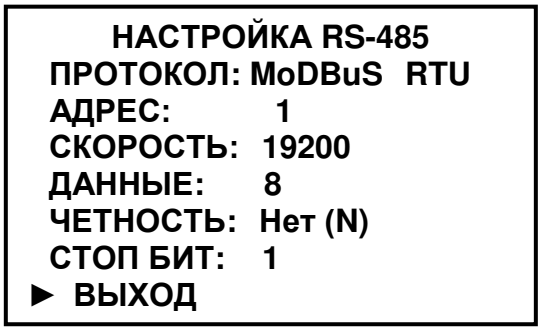


Рисунок 2.34

Кнопками «⇧», «⇩» и «**МЕНЮ / ВВОД**» можно установить:

– в строке «ПРОТОКОЛ» протокол обмена с внешним устройством в соответствии с приложением Г;

– в строке «АДРЕС:» значение от «1» до «247» (для протокола обмена «MoDBuS RTU») и значение от «0» до «99» (для протокола обмена 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.

Примечание – 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 pH-метра

2.7.1 Общие указания

Градуировка производится:

– при вводе pH-метра в эксплуатацию;

– при появлении сомнений в правильности работы pH-метра;

– при получении pH-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 pH стандартных буферных растворов приведены в приложении Б.

В pH-метре предусмотрено два типа градуировки:

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

– ручная − проводится по раствору с известным значением pH, близкому к измеряемому значению pH при эксплуатации pH-метра. Значение pH раствора, по которому проводится градуировка, вводится вручную.

2.7.2 Подготовка к проведению градуировки

Градуировку pH-метра следует проводить при температуре буферных растворов (20,0 ± 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 pH-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, защитный колпачок электрода необходимо снять.

Промыть pH-электроды и датчик температуры блока датчиков БД-902, БД-902А либо электродную 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 pH 1,65 при температуре раствора (25 ± 0,2) °С.

Поместить в неиспользовавшийся ранее буферный раствор в соответствии с рисунками 2.35 и 2.36:

– блок датчиков БД-902:
  - измерительный электрод (pH-электрод);
  - электрод сравнения;
  - датчик температуры.
– блок датчиков БД-902:
  - комбинированный pH-электрод;
  - датчик температуры.
– блок датчиков БД-902МП.

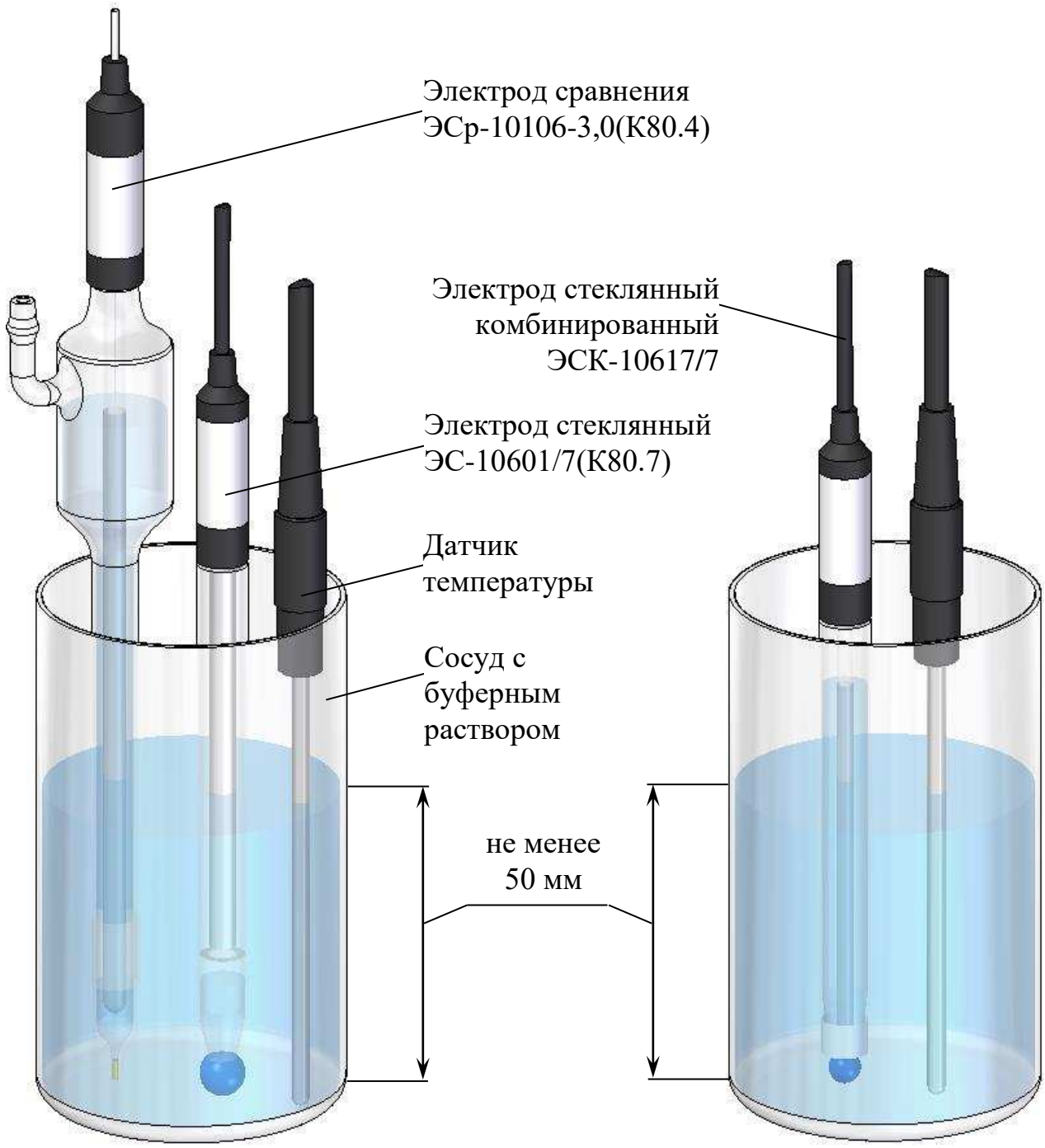

Электрод сравнения
ЭСр-10106-3,0(К80.4)
Электрод стеклянный
комбинированный
ЭСК-10617/7
Электрод стеклянный
ЭС-10601/7(К80.7)
Датчик
температуры
Сосуд с
буферным
раствором
не менее
50 мм
а
б

Рисунок 2.35

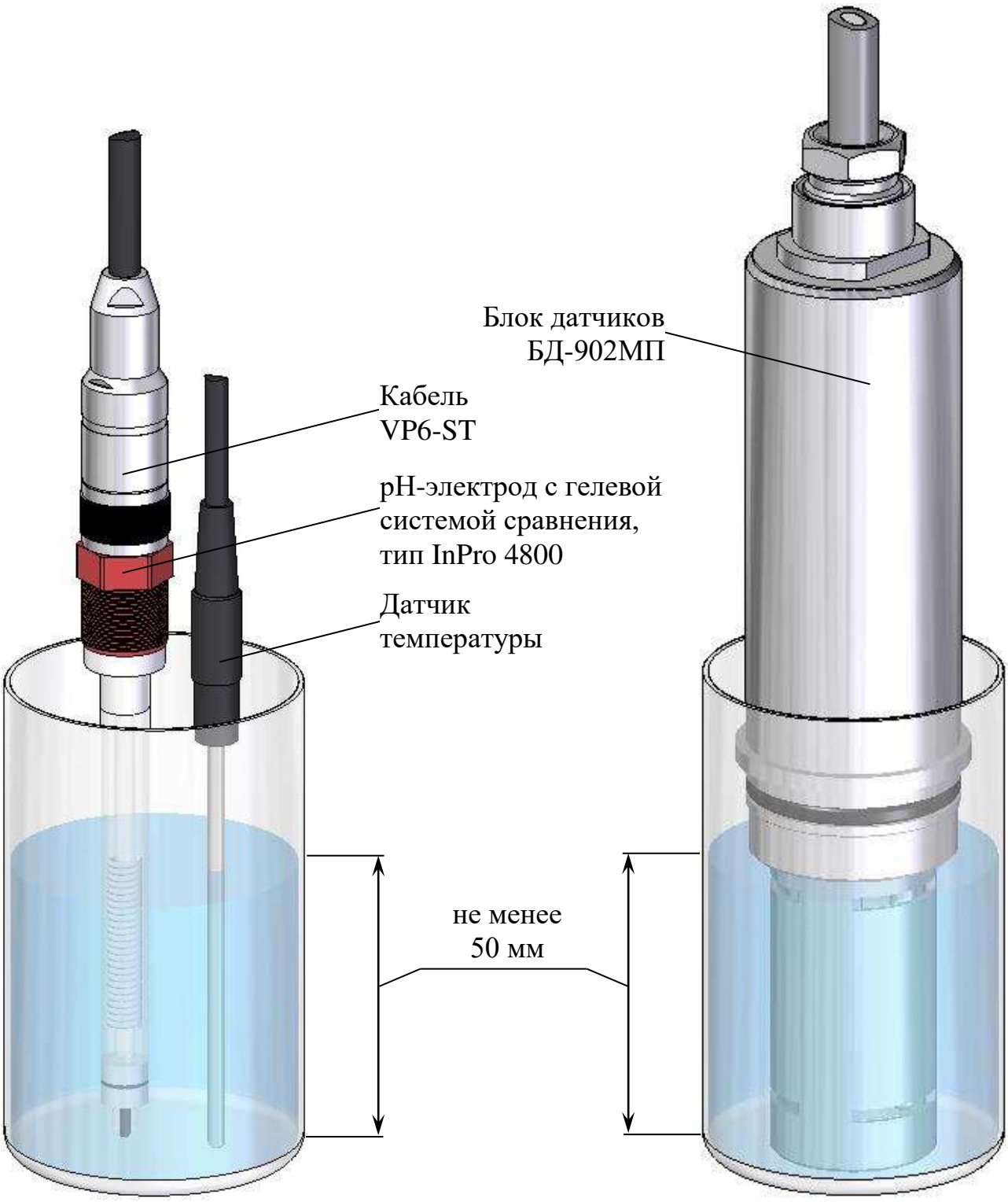


Рисунок 2.36

Включить питание pH-метра и дождаться установившихся показаний.

2.7.3 Проведение автоматической градуировки

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

2 Нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.37.

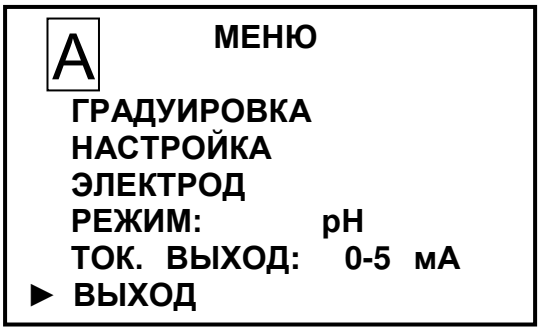


Рисунок 2.37

3 Установить маркер «►» на строку «**ГРАДУИРОВКА**» и нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.38.

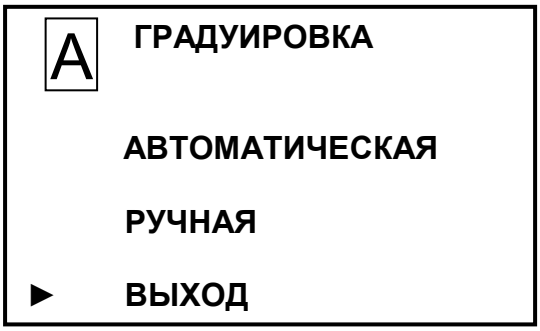


Рисунок 2.38

4 Установить маркер «►» на строку «**АВТОМАТИЧЕСКАЯ**» и нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.39.

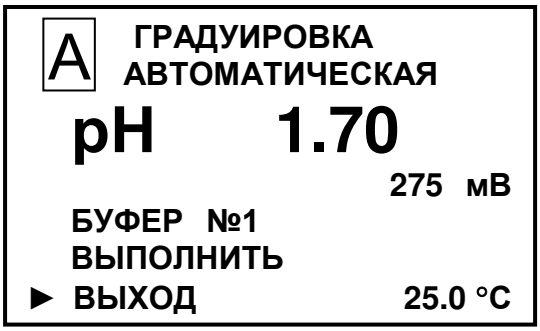


Рисунок 2.39

5 Установить маркер «►» на строку «**ВЫПОЛНИТЬ**» и нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.40.

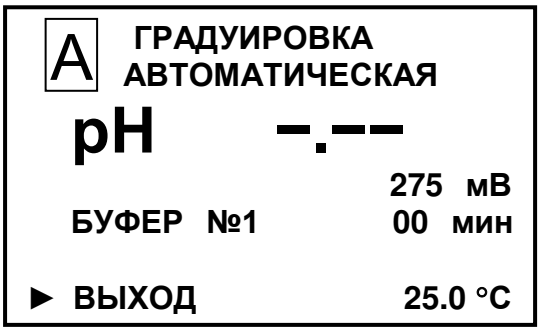


Рисунок 2.40

Если значение pH буферного раствора автоматически не определено, появится экран в соответствии с рисунком 2.41. Следует обратиться к п. 2.12.

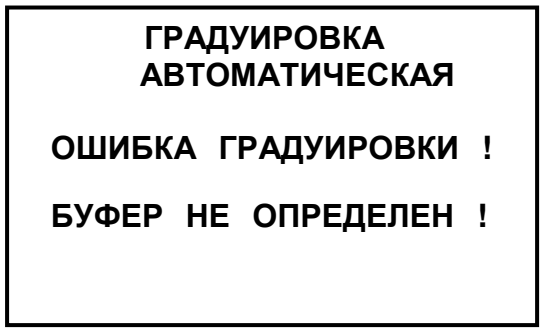


Рисунок 2.41

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 2.42.

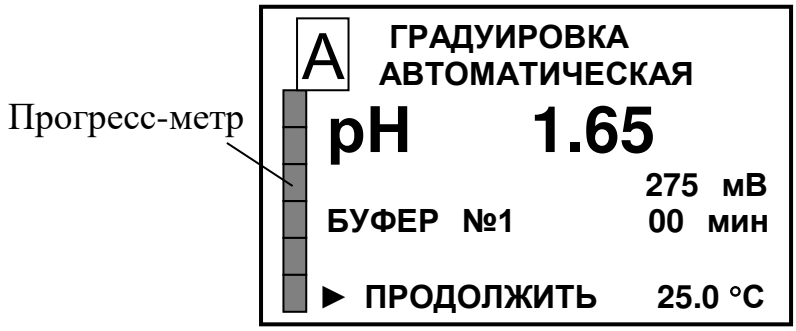


Рисунок 2.42

7 Установить маркер «►» на строку «**ПРОДОЛЖИТЬ**» и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.43.

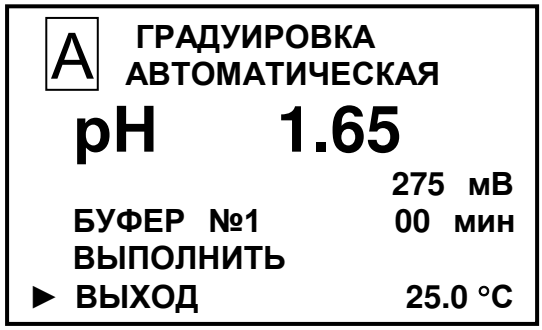
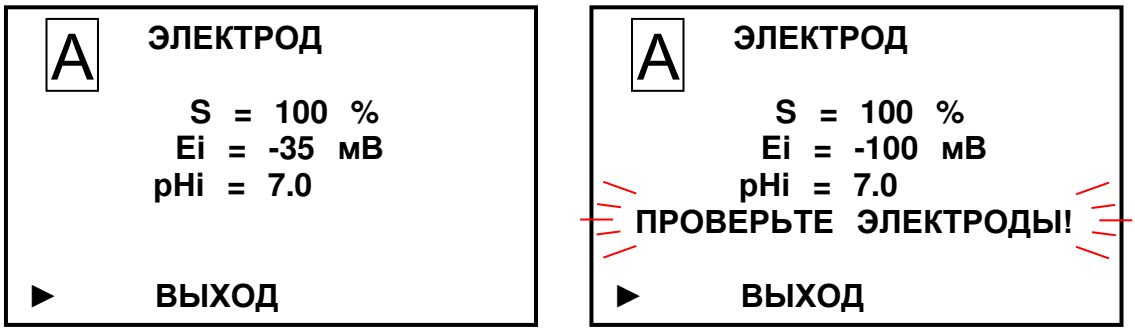


Рисунок 2.43

8 Если градуировка по второму буферному раствору не требуется, установить маркер «►» на строку «**ВЫХОД**» и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.44*а*.



а *б*

Рисунок 2.44

Примечание – Экран в соответствии с рисунком 2.43*б* 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 «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.45.

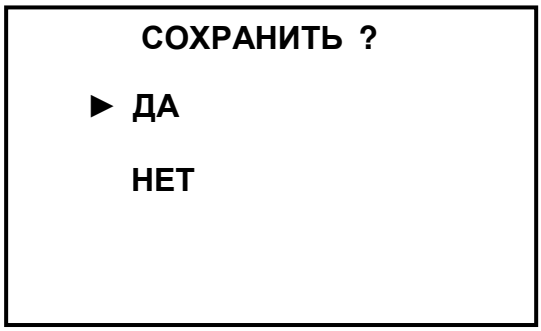


Рисунок 2.45

Установить маркер «►» на строку **ДА** и нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.46. Градуировка по одному буферному раствору завершена.

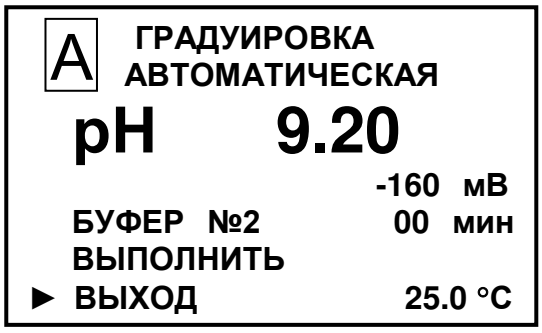


Рисунок 2.46

10 Для градуировки по второму буферному раствору, воспроизводящему значение pH 9,18 при температуре раствора (25 ± 0,2) °С, извлечь pH-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 неиспользовавшийся ранее второй буферный раствор. Дождаться установившихся показаний pH-метра.

11 На экране в соответствии с рисунком 2.41 установить маркер «►» на строку «**ВЫПОЛНИТЬ**» и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.47.

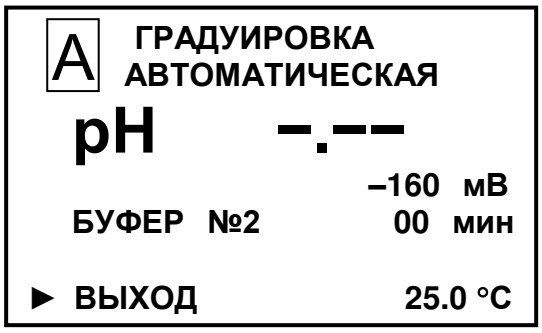


Рисунок 2.47

Если значение pH буферного раствора автоматически не определено, появится экран в соответствии с рисунком 2.41. 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 2.48.

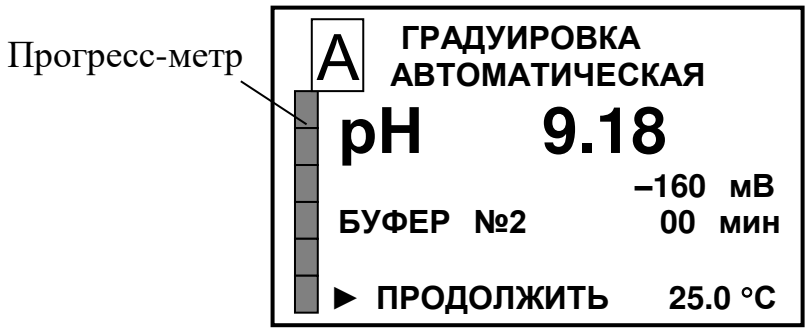


Рисунок 2.48

13 Нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.44*а*.

14 Установить маркер «►» на строку «ВЫХОД» и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.45.

Установить маркер «►» на строку **ДА** и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.37. Градуировка по двум буферным растворам завершена.

Градуировка второго канала измерений производится аналогичным образом.

2.7.4 Проведение ручной градуировки

1 Включить pH-метр.

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

3 Нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.49.

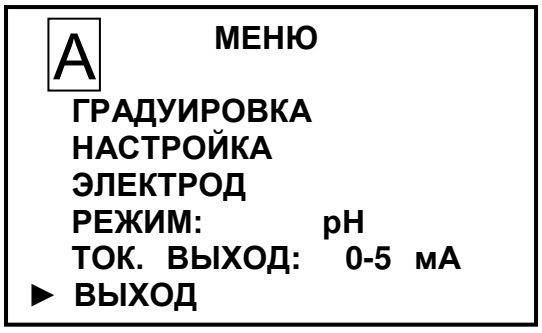


Рисунок 2.49

4 Установить маркер «►» на строку «**ГРАДУИРОВКА**» и нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.50.

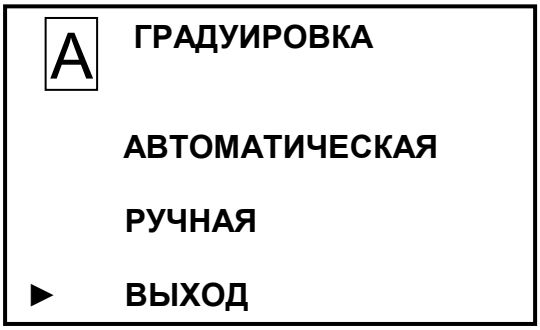


Рисунок 2.50

5 Установить маркер «►» на строку «**РУЧНАЯ**» и нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.51.

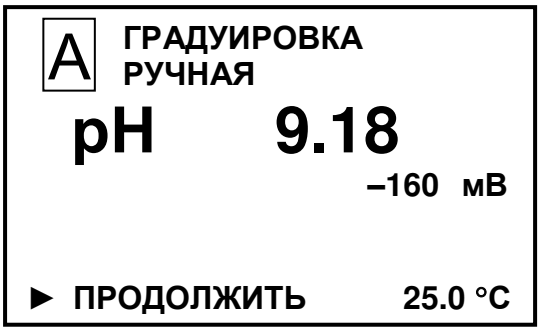


Рисунок 2.51

6 Нажать кнопку «**МЕНЮ / ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.52.

Рисунок 2.52

Ввести известное значение буферного раствора, по которому проводится градуировка. После ввода значения (когда не будет мигать ни одна цифра) нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**», появится экран в соответствии с рисунком 2.53.

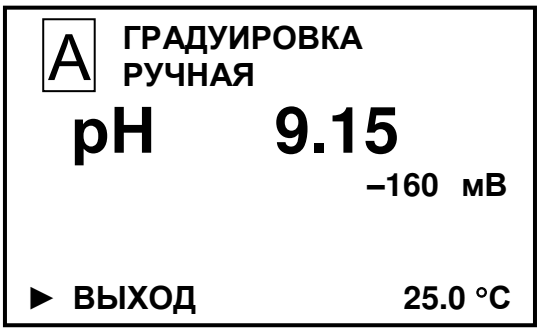


Рисунок 2.53

7 Нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.44*а*.

8 Установить маркер «►» на строку «**ВЫХОД**» и нажать кнопку «МЕНЮ / ВВОД» – появится экран в соответствии с рисунком 2.44.

Установить маркер «►» на строку **ДА** и нажать кнопку «**МЕНЮ** / **ВВОД**» – появится экран в соответствии с рисунком 2.37. Ручная градуировка завершена.

Градуировка второго канала измерений производится аналогичным образом.

2.8 Проведение измерений

2.8.1 Контроль и изменение параметров pH-метра

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

− в соответствии параметров анализируемой среды п. 1.2.6;

− в правильности установки параметров pH-метра и режимов работы в соответствии с п. 2.6.

ВНИМАНИЕ: Режим измерений pH_{25} использовать только для чистых вод, содержащих CO_2 и NH_3! Для анализируемой среды, имеющей высокую удельную электрическую проводимость (сырая вода, сетевая вода, осветлители, солевые отсеки котлов среднего давления и пр.), приведения pH к 25 °С не существует. Для таких вод правильнее всего измерять pH при температуре близкой к 25 °С.

Примечание − При появлении сомнений в правильности показаний pH-метра при выполнении измерений, а также перед поверкой провести техническое обслуживание в соответствии с разделом 3.

2.8.2 Проведение измерений в **проточном режиме**

2.8.2.1 При проведении измерений с использованием **гидропанели ГП-902 (ГП-902/1)** следует:

– подключить входной штуцер проточной ячейки к пробоотборнику с помощью подводящей трубки;

– подать анализируемую среду;

– обеспечить свободный слив из проточной ячейки;

– проверить герметичность всех соединений;

– установить расход анализируемой среды через проточную ячейку в диапазоне от 6 до 120 дм^3/ч;

– снять установившиеся показания с индикатора pH-метра либо внешнего устройства, если pH-метр к нему подключен.

2.8.2.2 При проведении измерений с использованием **кюветы проточной** следует:

– подать анализируемую среду в кювету проточную с помощью подводящей трубки;

– обеспечить свободный слив из кюветы проточной;

– проверить герметичность всех соединений;

– установить расход анализируемой среды через кювету проточную в диапазоне от 3 до 120 дм^3/ч;

– снять установившиеся показания с индикатора pH-метра либо внешнего устройства, если pH-метр к нему подключен.

2.8.2.3 При проведении измерений **в магистральном трубопроводе** следует:

– подать анализируемую среду в магистральный трубопровод;

– установить расход анализируемой среды в диапазоне от 6 до 120 дм^3/ч;

– обеспечить давление анализируемой среды в соответствии с таблицей 1.3 (в зависимости от типа применяемого электрода);

– снять установившиеся показания с индикатора pH-метра либо внешнего устройства, если pH-метр к нему подключен.

2.8.2.4 При проведении измерений **погружным способом** pH-метром с блоком датчиков БД-902 (БД-902А) следует:

– снять защитный колпачок с электрода (если колпачок установлен);

– открыть заливочное отверстие комбинированного электрода либо электрода сравнения;

– погрузить электроды и датчик температуры в анализируемую среду на глубину не менее 50, но не более 70 мм (уровень электролита в электроде сравнения должен быть выше уровня анализируемой среды);

– снять установившиеся показания с индикатора pH-метра либо внешнего устройства, если pH-метр к нему подключен.

2.8.2.5 При проведении измерений **на глубине** pH-метром с блоком датчиков БД-902МП следует:

– снять защитный колпачок с электрода (если колпачок установлен);

– погрузить блок датчиков БД-902МП в анализируемую среду (максимальная глубина погружения приведена в таблице 2.4);

– снять установившиеся показания с индикатора pH-метра либо внешнего устройства, если pH-метр к нему подключен.

2.9 Завершение работы с pH-метром

2.9.1 При кратковременном перерыве в работе следует:

– перевести переключатель «**СЕТЬ**» в положение « **О** » и отключить pH-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 при проведении измерений в проточном режиме либо в магистральном трубопроводе;

– извлечь электроды из анализируемой среды;

– отключить pH-метр от сети переменного тока;

– руководствоваться указаниями эксплуатационной документации на используемые электроды.

2.10 Экраны предупреждений

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.54 появится при превышении измеренным значением pH верхнего предела запрограммированного диапазона измерений по токовому выходу.

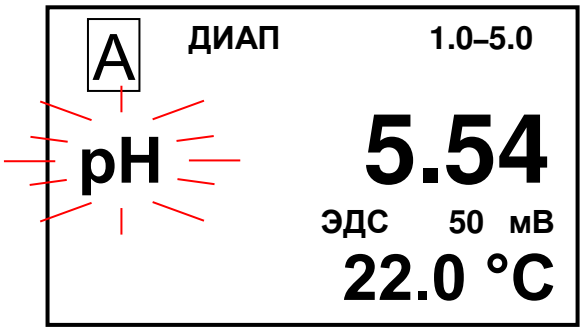


Рисунок 2.54

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.55 появится при превышении измеренным значением ЭДС пределов диапазона измерений.

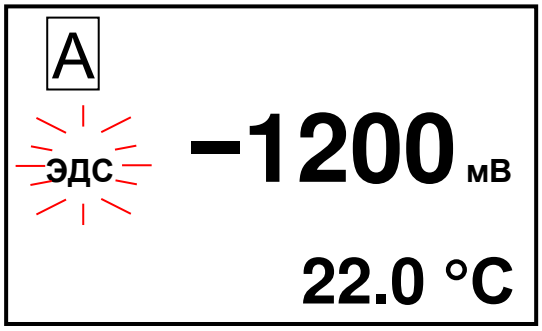


Рисунок 2.55

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.56 появится при превышении измеренным значением температуры анализируемой среды верхнего предела запрограммированного диапазона измерений.

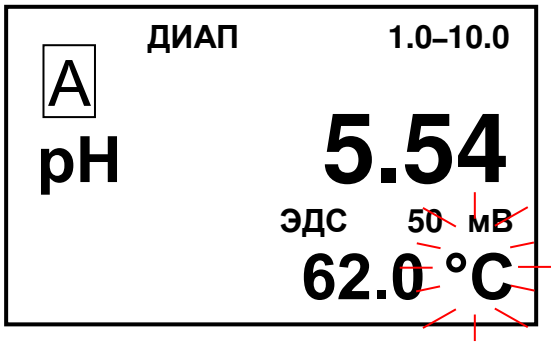


Рисунок 2.56

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.57 появится, если измеренное значение pH выходит за верхнюю уставку.

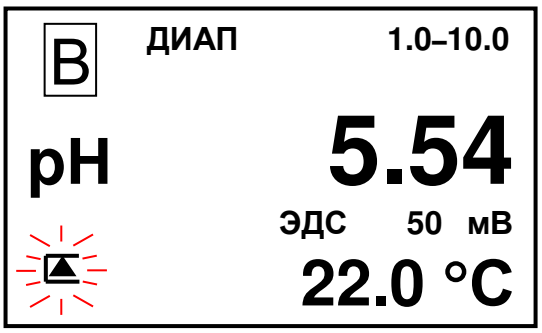


Рисунок 2.57

Экран предупреждения в соответствии с рисунком 2.58 появится, если:

– в канале А измеренное значение pH выходит за нижнюю уставку;

– в канале В измеренное значение температуры анализируемой среды превышает верхний предел диапазона измерений.

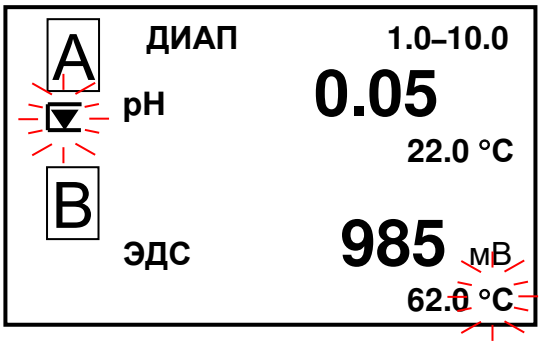


Рисунок 2.58

Примечание – Численные значения pH, ЭДС, а также температуры на экранах предупреждений pH-метра могут быть другими.

2.11 Экраны неисправностей pH-метра

При появлении экранов в соответствии с рисунками 2.59-2.61 следует обратиться к п. 2.12.

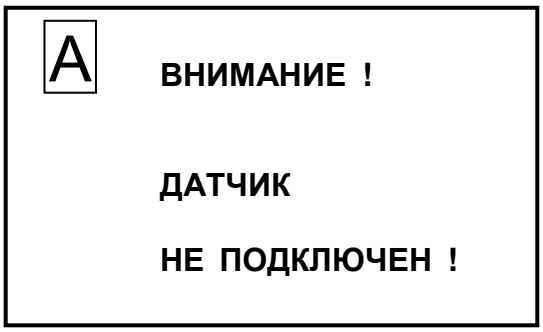


Рисунок 2.59

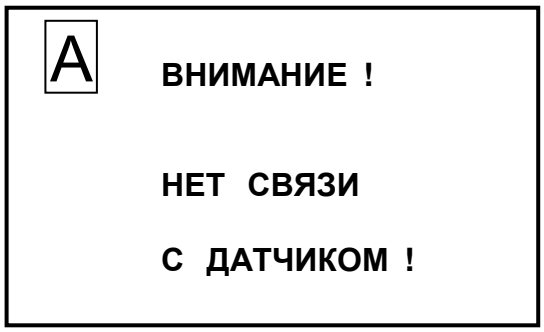


Рисунок 2.60

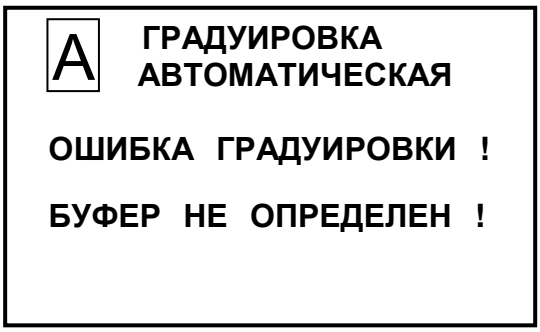


Рисунок 2.61

2.12 Возможные неисправности и методы их устранения

2.12.1 Характерные неисправности pH-метра и методы их устранения приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
1 pH-метр не включается	Вышли из строя сетевые предохранители	Раздел 4. Ремонт в заводских условиях
2 Показания pH-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 pH-метра по буферным растворам показания pH-метра почти не изменяются при переносе pH-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 °C	Неисправен датчик температуры	Раздел 4. Ремонт в заводских условиях

2.12.2 Сообщения о неисправностях, выводимые на экран индикатора pH-метра, и методы их устранения приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Экран неисправности pH-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
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 pH буферного раствора	Выключить pH-метр. Проверить, что буферный раствор имеет одно из значений pH 1,65 или 9,18.
		Проверить электроды
4 «ПРОВЕРЬТЕ ЭЛЕКТРОДЫ!»	Повреждение pH-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 pH-метра.

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

2.12.3 Замена комбинированного pH-электрода блока датчиков БД-902МП

2.12.3.1 Общие сведения

Перед заменой комбинированного pH-электрода следует тщательно промыть наружные поверхности блока датчиков БД-902МП и шланга ПВХ напорного армированного (далее по тексту – шланг ПВХ) и осушить.

При замене комбинированного pH-электрода использовать расходные материалы (например, трубки термоусадочные) из комплекта запасных частей ВР43.02.700.

Вышедшие из строя кольца уплотнительные типоразмеров 043-047-25 и 042-048-36 по ГОСТ 9833-73 подлежат замене новыми из комплекта запасных частей ВР43.02.700.

Перечень средств оснащения при замене комбинированного pH-электрода представлен в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Перечень средств оснащения				Назначение
Наименование	Обозначение	Технические характеристики	Количество	
1 Шайба	ВР31.22.401	–	1 шт.	Обеспечение герметичности соединения комбинированных pH-электродов ID 4510 и SZ195.2
2 Гайка	ВР31.22.601	–	1 шт.	
3 Кольцо по ГОСТ 9833-73	–	силикон, типоразмер 012-017-30	1 шт.	
4 Трубка термоусадочная: – F32-1	–	$\varnothing_{внутр.}1\times0,2$	25 мм	Изоляция проводника «экран»
			15 мм	Изоляция места пайки проводника «экран»
– F32-4	–	$\varnothing_{внутр.}4\times0,25$	10 мм	Изоляция места разделки кабеля
– F32-14	–	$\varnothing_{внутр.}14\times0,3$	16 мм	Изоляция места пайки проводников к электроду InPro 4800

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

Для замены электрода стеклянного комбинированного ЭСК-10617/7 (далее по тексту – pH-электрод ЭСК-10617/7) в соответствии с рисунками 2.62-2.64 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;

4 сдвинуть крышку вдоль по шлангу ПВХ на расстояние около 20 см, затем немного сдвинуть назад и извлечь кольцо ВР43.02.004;

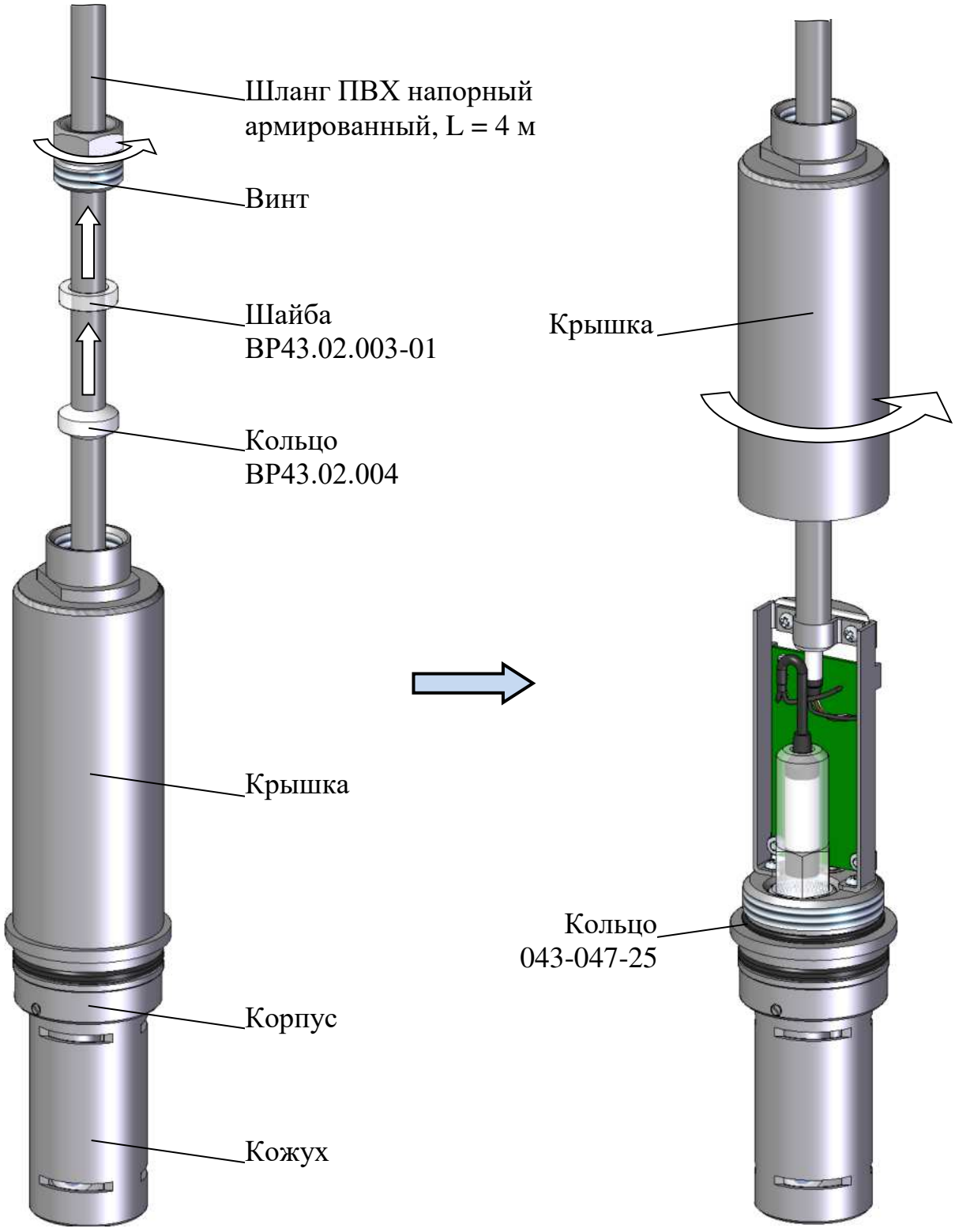
5 сдвинуть винт, шайбу ВР43.02.003-01, кольцо ВР43.02.004 и крышку вдоль по шлангу ПВХ;

6 отпаять провода pH-электрода ЭСК-10617/7 от контактов платы блока усилителя, указанные на рисунке 2.63;

7 отвернуть pH-электрод ЭСК-10617/7, вращая его за колпак ВР43.02.006, в соответствии с рисунком 2.64*а*;

8 извлечь неисправный pH-электрод ЭСК-10617/7 из корпуса блока датчиков БД-902МП в соответствии с рисунком 2.64*б*;

9 снять с неисправного pH-электрода ЭСК-10617/7 колпак ВР43.02.006, шайбу ВР43.02.003 и кольцо ВР43.02.004 в соответствии с рисунком 2.64*в*.



а *б*

Рисунок 2.62

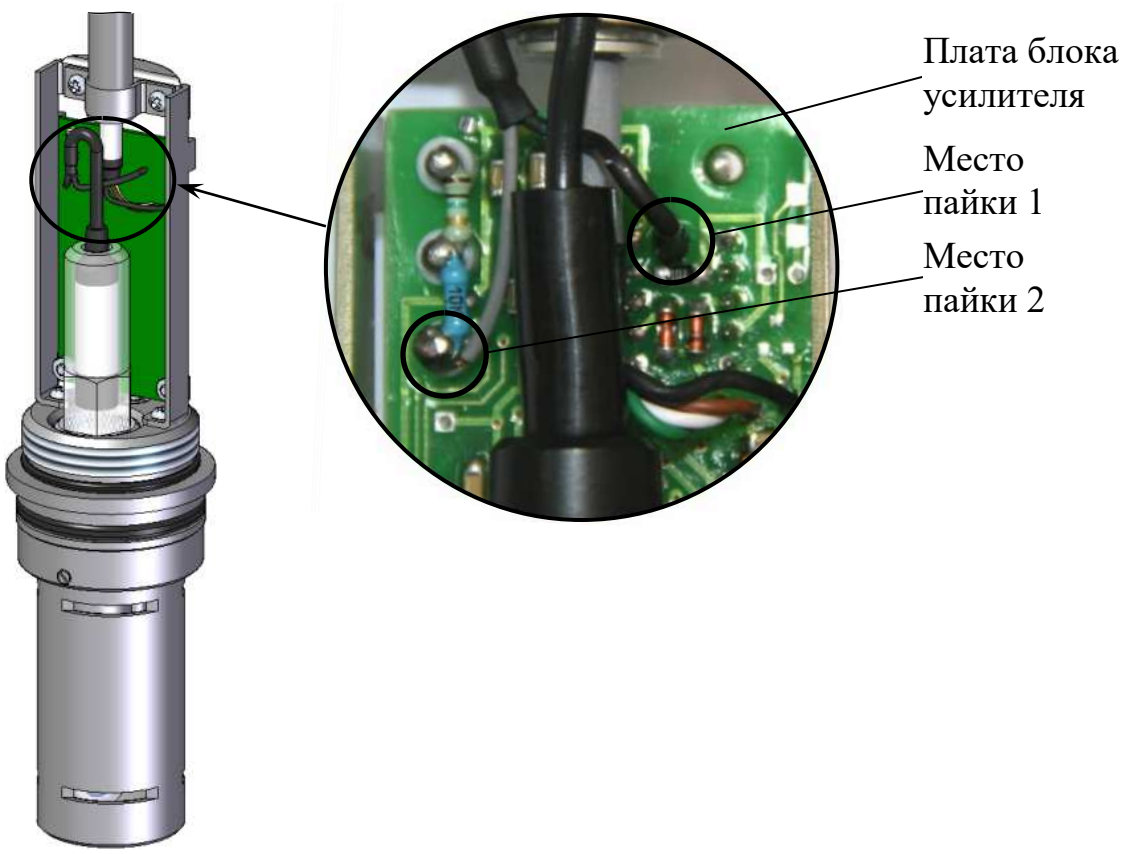


Рисунок 2.63

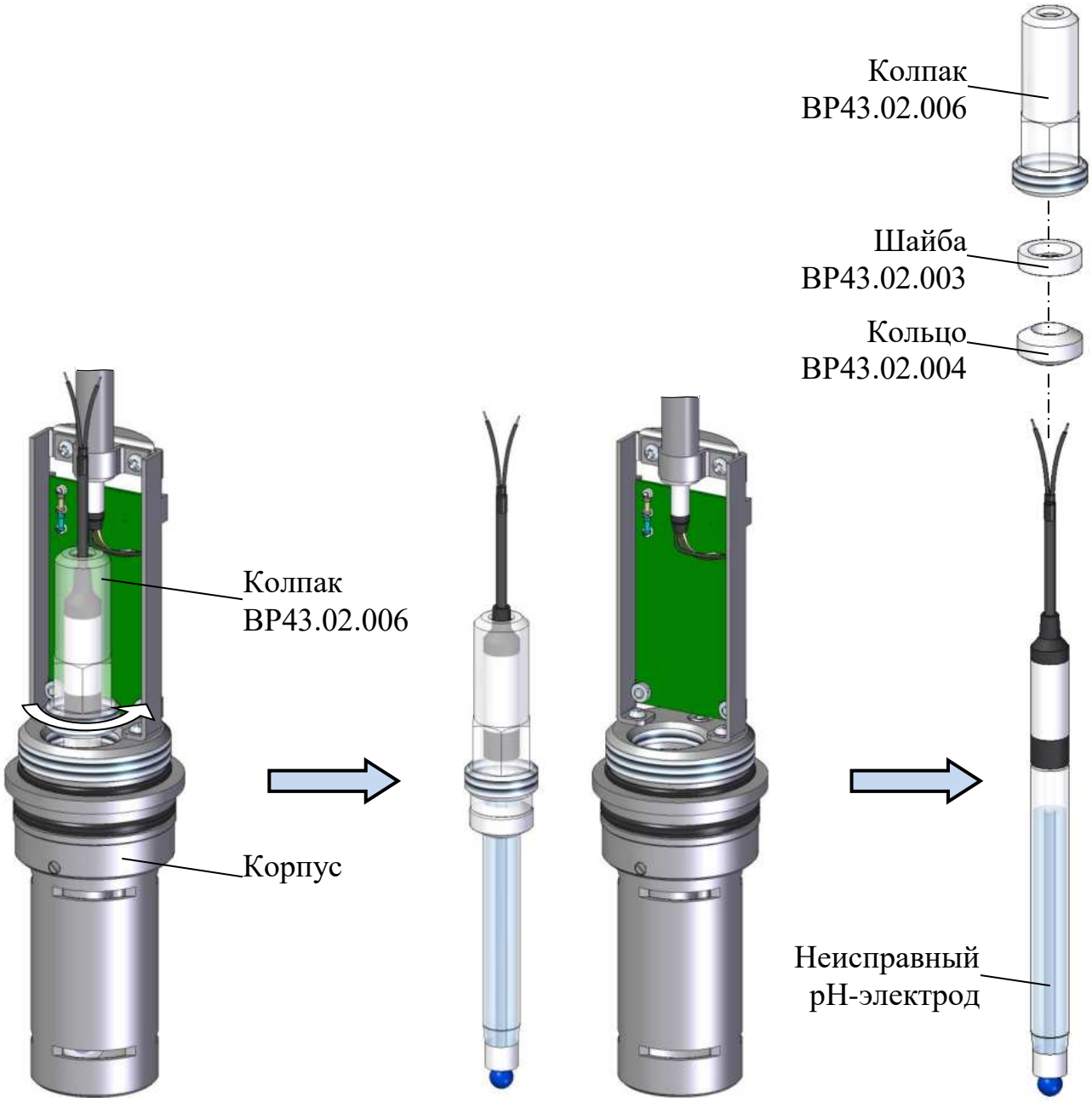
Подготовить исправный pH-электрод ЭСК-10617/7 в соответствии с рисунком 2.65. Для этого следует:

– произвести разделку кабеля в соответствии с рисунком 2.65*а*;

– надеть на кабель термоусадочную трубку F32-4 длиной 10 мм и термоусадить ее в соответствии с рисунком 2.65*б*;

– на проводник «экран» надеть термоусадочную трубку F32-1 длиной 25 мм и термоусадить ее;

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



а *б* *в*

Рисунок 2.64

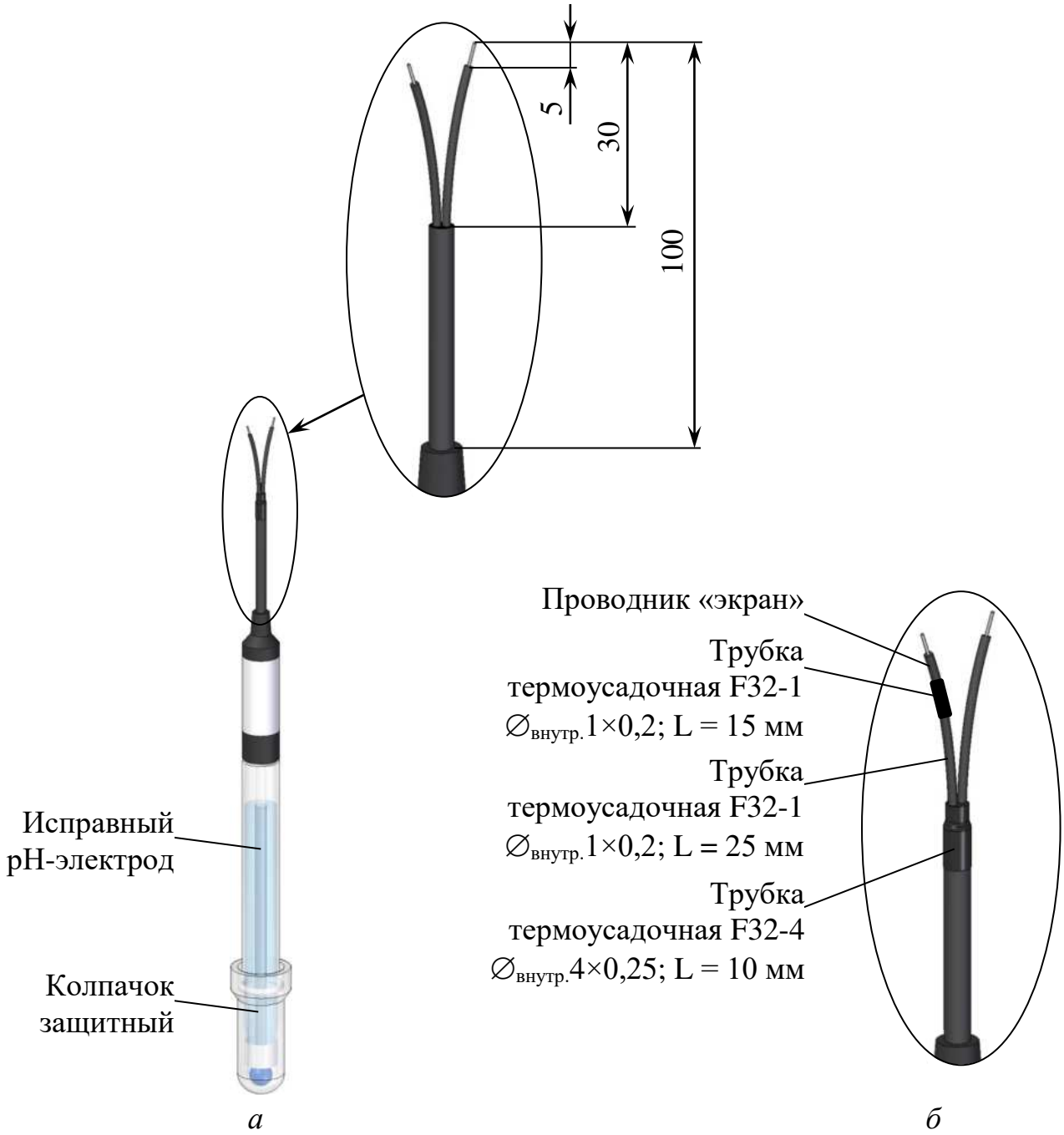


Рисунок 2.65

Собрать блок датчиков БД-902МП для этого:

1 установить подготовленный исправный pH-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 pH-электрода ЭСК-10617/7 к плате усилителя блока датчиков БД-902МП в соответствии с рисунком 2.63 (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 ВР43.02.003-01 в крышку, сдвинув их по шлангу ПВХ;

7 завернуть винт в крышку, обеспечив герметичность соединения.

2.12.3.3 Замена комбинированного pH-электрода ASPA3111-100-2.1M

Для замены комбинированного pH-электрода ASPA3111-100-2.1M (далее по тексту – pH-электрод ASPA) следует:

1 отвернуть крышку от корпуса и сдвинуть ее вдоль по шлангу ПВХ аналогично п. 2.12.3.2 и рисунку 2.62;

2 отпаять провода pH-электрода ASPA от контактов платы блока усилителя аналогично рисунку 2.63;

3 отвернуть и извлечь неисправный pH-электрод ASPA в соответствии с рисунками 2.66*а*,*б*.

Подготовить исправный pH-электрод ASPA (рисунок 2.66*в*). Для этого следует:

– произвести разделку кабеля аналогично рисунку 2.65*а*;

– надеть на кабель термоусадочную трубку F32-4 длиной 10 мм и термоусадить ее аналогично рисунку 2.65*б*;

– на проводник «экран» надеть термоусадочную трубку F32-1 длиной 25 мм и термоусадить ее.

Собрать блок датчиков БД-902МП аналогично п. 2.12.3.2.

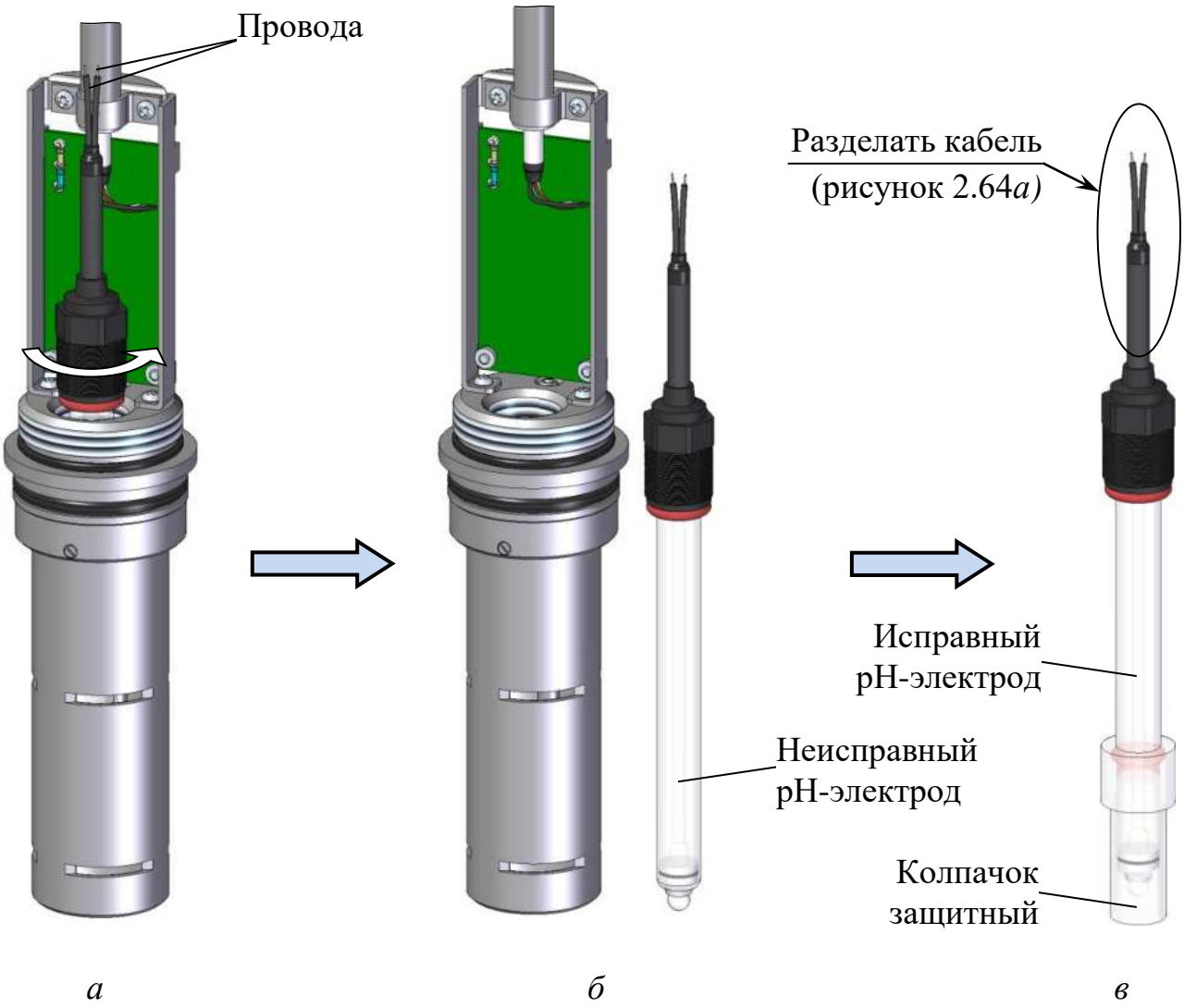


Рисунок 2.66

2.12.3.4 Замена комбинированного pH-электрода SZ 195.2

Для замены комбинированного pH-электрода SZ 195.2 (далее по тексту – pH-электрод SZ) следует:

1 отвернуть крышку от корпуса и сдвинуть ее вдоль по шлангу ПВХ аналогично п. 2.12.3.2 и рисунку 2.62;

2 отпаять провода pH-электрода SZ, от контактов платы блока усилителя аналогично рисунку 2.63;

3 отвернуть и извлечь неисправный pH-электрод SZ в соответствии с рисунками 2.67*а*,*б*;

4 снять с неисправного pH-электрода SZ гайку ВР31.22.601 и кольцо 012-017-30 в соответствии с рисунком 2.67*в*.

Подготовить исправный pH-электрод SZ. Для этого следует:

– произвести разделку кабеля аналогично рисунку 2.65*а*;

– надеть на кабель термоусадочную трубку F32-4 длиной 10 мм и термоусадить ее аналогично рисунку 2.65*б*;

– на проводник «экран» надеть термоусадочную трубку F32-1 длиной 25 мм и термоусадить ее;

– установить на исправный pH-электрод SZ гайку ВР31.22.601 и кольцо 012-017-30.

Собрать блок датчиков БД-902МП аналогично п. 2.12.3.2.

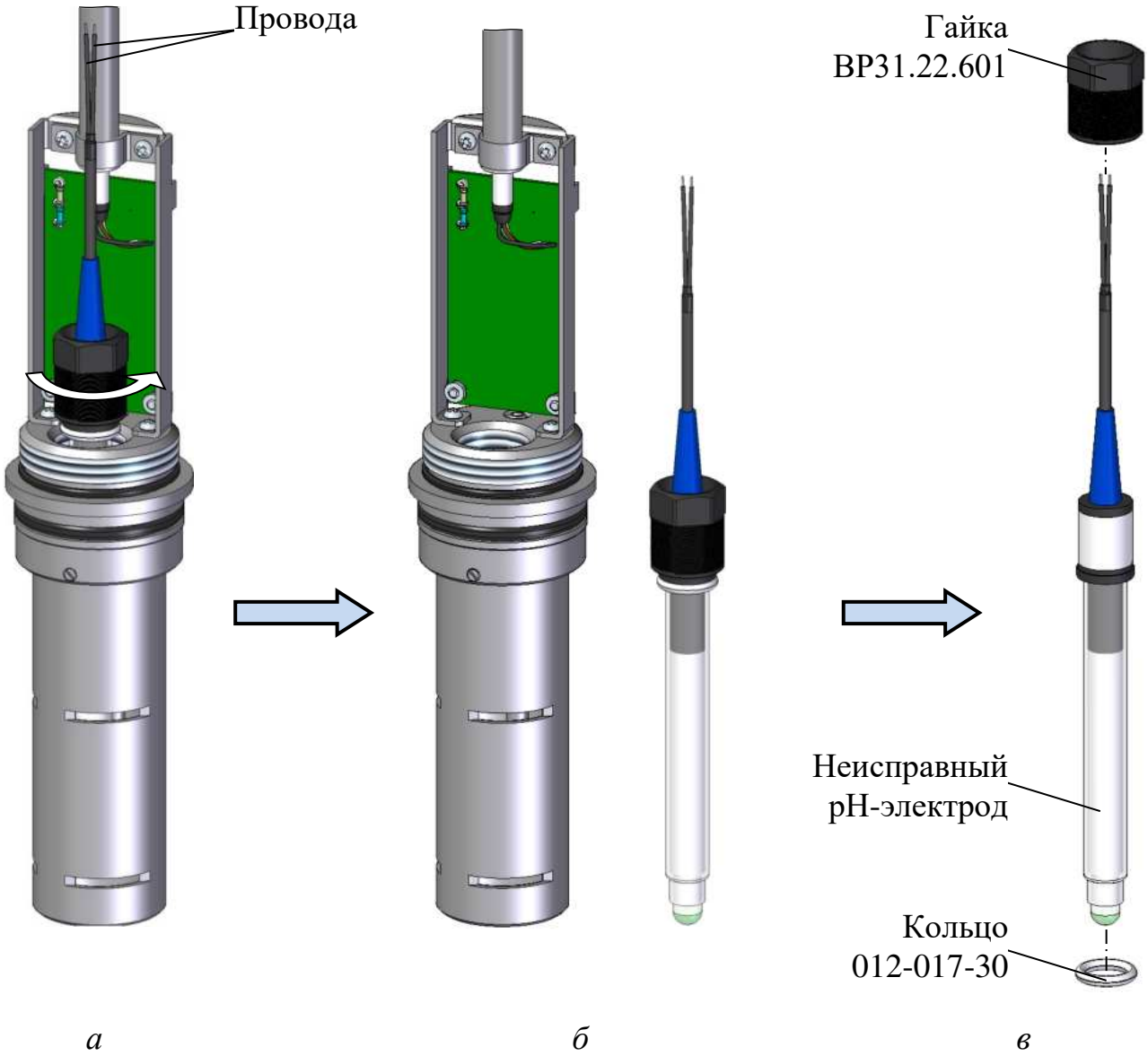


Рисунок 2.67

2.12.3.5 Замена комбинированного pH-электрода с гелевым заполнением JUMO тип 201020/51-18-04-22-120/837, комбинированного pH-электрода G201S

Для замены необходимо в соответствии с рисунками 2.62-2.64 выполнить следующие операции:

1 отвернуть крышку от корпуса и сдвинуть ее вдоль по шлангу ПВХ аналогично п. 2.12.3.2 и рисунку 2.62;

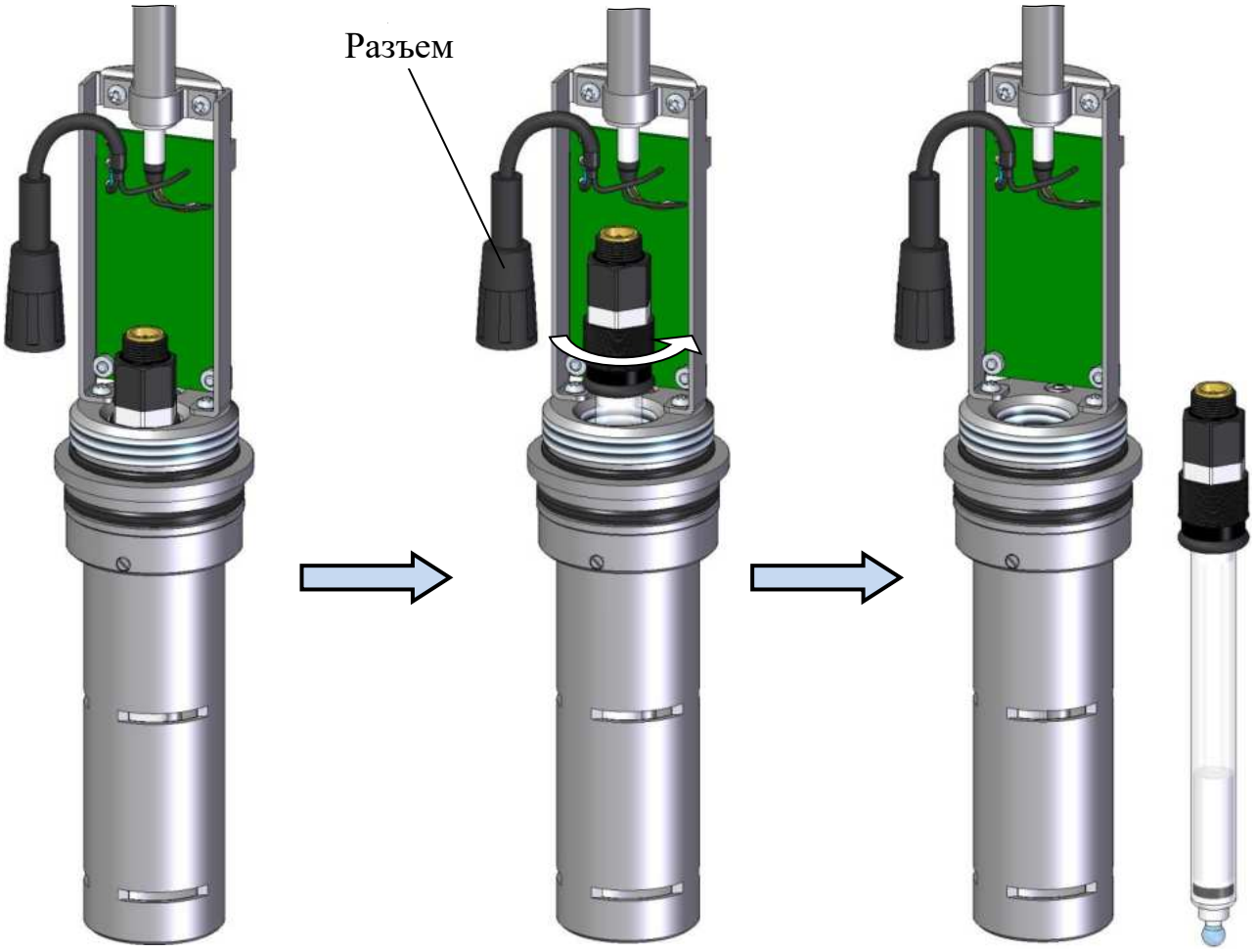
2 отвернуть разъем от электрода в соответствии с рисунком 2.68а;

3 отвернуть и извлечь неисправный электрод в соответствии с рисунками 2.68б,в;

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

5 привернуть разъем, к исправному электроду;

6 собрать блок датчиков БД-902МП аналогично п. 2.12.3.2.



а *б* *в*

Рисунок 2.68

2.12.3.6 Замена pH-электрода с гелевой системой сравнения, типа InPro 4800

Для замены pH-электрода с гелевой системой сравнения, типа InPro 4800 (далее по тексту – pH-электрод InPro) в соответствии с рисунками 2.69, 2.70 следует:

1 отвернуть крышку от корпуса и сдвинуть ее вдоль по шлангу ПВХ аналогично п. 2.12.3.2 и рисунку 2.62;

2 отпаять проводники pH-электрода InPro от контактов платы блока усилителя, указанные на рисунке 2.69;

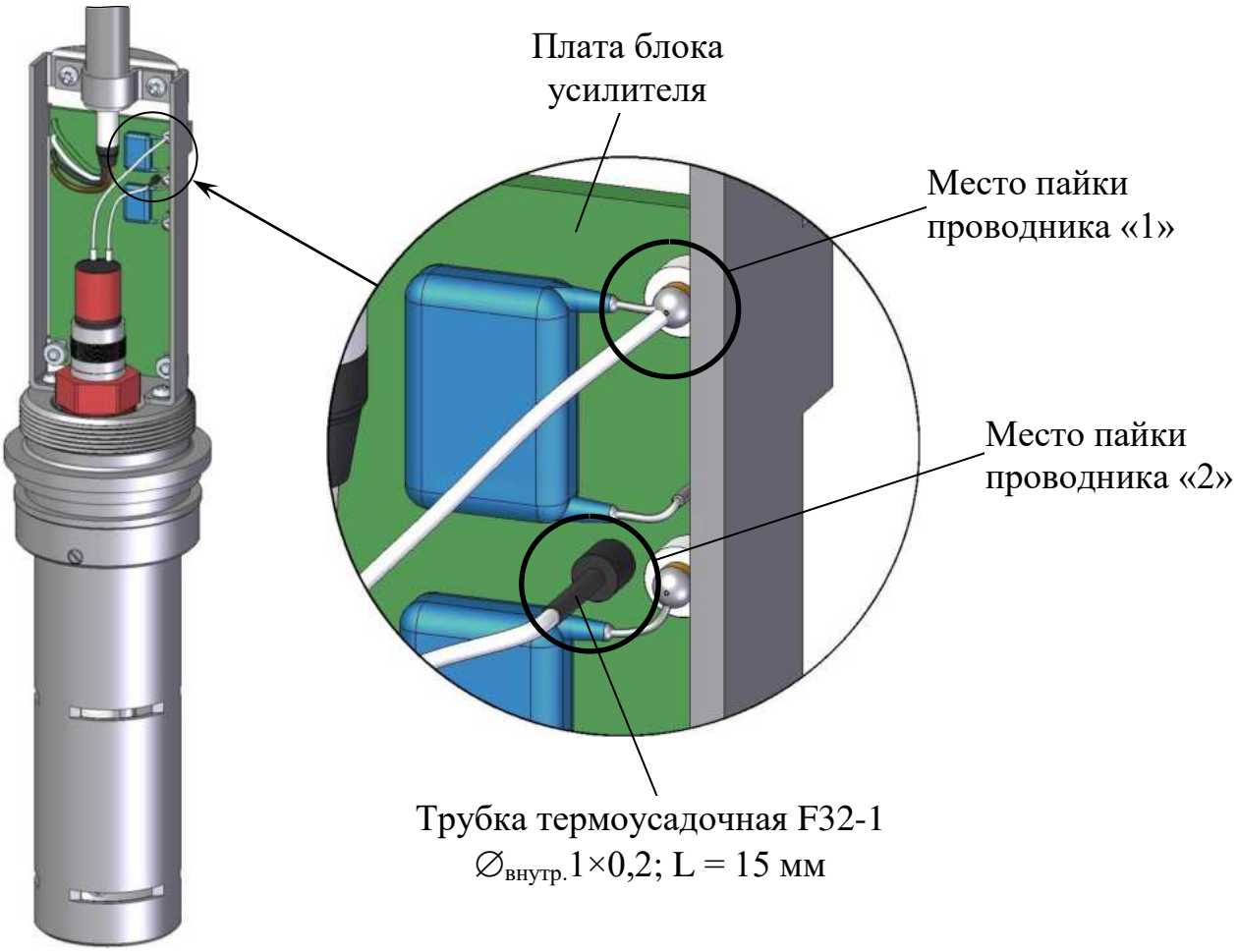


Рисунок 2.69

3 отвернуть и извлечь неисправный pH-электрод InPro в соответствии с рисунками 2.70*а*,*б*;

4 припаять к исправному pH-электроду InPro проводники длиной 50 мм (например, провода МГТФ 1×0,2) к аналогичным контактам;

5 замаркировать проводники для удобства дальнейшего монтажа (например «1» и «2»);

6 надеть на pH-электрод InPro термоусадочную трубку F32-6 длиной 16 мм и термоусадить ее аналогично рисунку 2.70*б*;

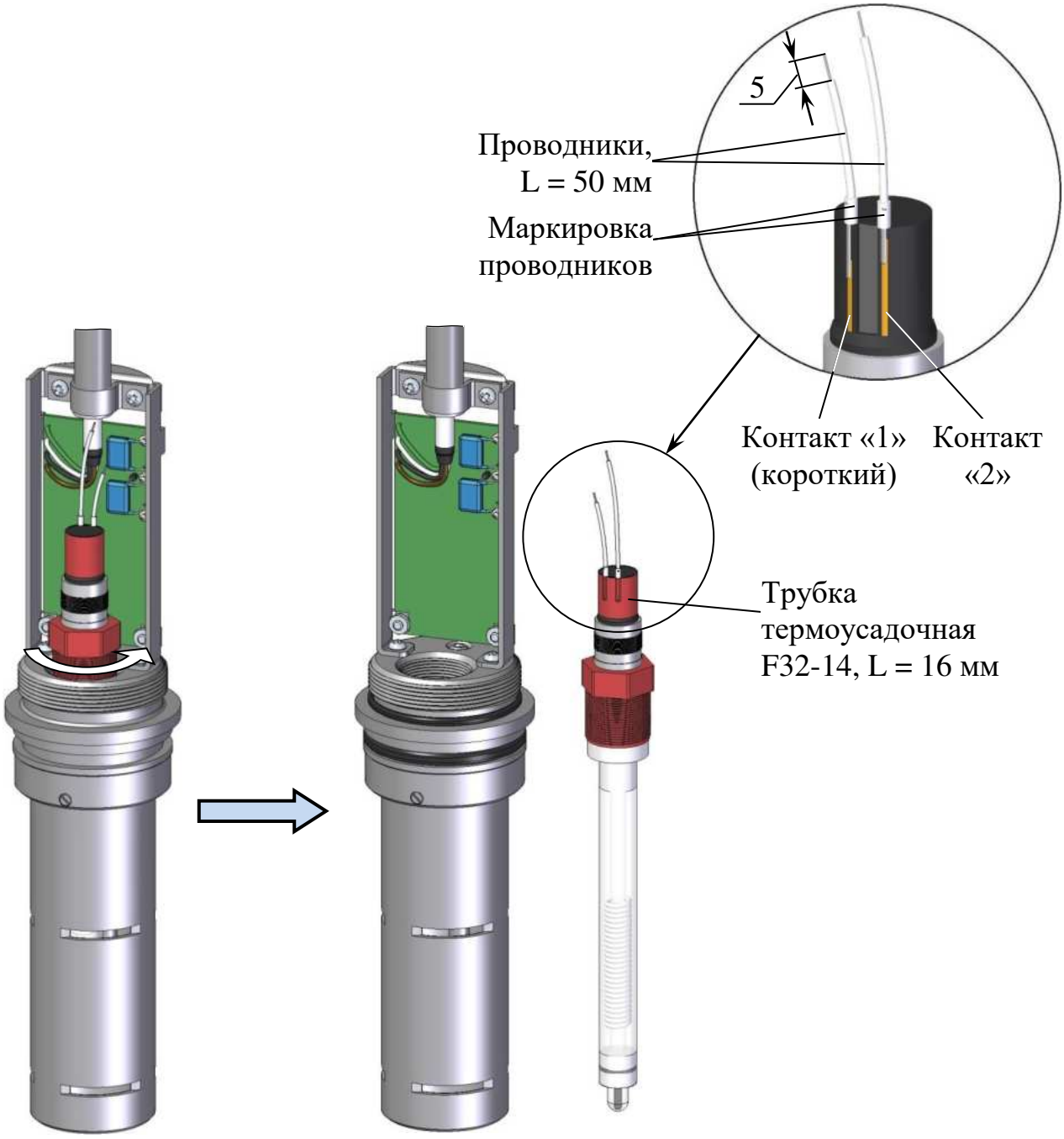
7 завернуть в корпус блока датчиков БД-902МП исправный pH-электрод InPro;

8 надеть на проводник «2» термоусадочную трубку F32-1 длиной 15 мм и сдвинуть ее вдоль проводника;

9 подсоединить пайкой проводники pH-электрода InPro к плате блока усилителя в соответствии с рисунком 2.69;

10 надеть на место пайки проводника «2» термоусадочную трубку F32-1 длиной 15 мм и термоусадить ее;

11 собрать блок датчиков БД-902МП аналогично п. 2.12.3.2.



а *б*

Рисунок 2.70

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

3.1.1 Все виды технического обслуживания (далее ТО) должны выполняться квалифицированным оперативным персоналом, имеющим допуск к работе с электроустановками до 1000 В, а так же изучившим настоящее руководство по эксплуатации и действующие меры безопасности при работе с химическими реактивами.

3.1.2 ТО для pH-метра, находящегося в эксплуатации, включает в себя операции нерегламентированного и регламентированного обслуживания.

3.1.3 В состав нерегламентированного ТО входят:

− эксплуатационный уход;

− содержание pH-метра в исправном состоянии (таблицы 2.4, 2.5).

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

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

Таблица 3.1

№ пп. РЭ	Наименование работы	Периодичность ТО		
		один раз в две недели	один раз в 3 мес.	ежегодно
3.3.1	Внешний осмотр	+	+	+
3.3.2	Проверка функционирования pH-метра в различных режимах работы	*	*	+
3.3.3	Чистка составных частей pH-метра	*	+	+
3.3.4	Проверка электролита в электроде сравнения	*	*	*
3.3.5	Градуировка pH-метра	+	*	+
3.3.6	Замена деталей с ограниченным ресурсом (колец уплотнительных)	*	*	*
3.3.8	Проверка показаний по температуре	*	*	+
Условные обозначения: «+» − ТО проводят; «*» − ТО проводят при необходимости.				

Обнаруженные при ТО дефекты узлов и деталей, которые при дальнейшей эксплуатации оборудования могут нарушить его работоспособность или безопасность условий труда, должны немедленно устраняться. При невозможности устранения дефектов своими силами следует обратиться к разделу 4.

3.2 Меры безопасности

Перед техническим обслуживанием следует:

– перекрыть подачу анализируемой среды;

– извлечь 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 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра pH-метра проверяют:

– отсутствие механических повреждений блока датчиков и блока преобразовательного;

– исправность разъемов, кнопок, соединительных кабелей;

– состояние лакокрасочных покрытий, правильность и четкость маркировки.

3.3.2 Проверка функционирования pH-метра в различных режимах работы

Для проведения проверки функционирования pH-метра в различных режимах работы включают pH-метр и проверяют работоспособность кнопок «**МЕНЮ** / **ВВОД**», «КАНАЛ», «⇧» и «⇩», «☼».

Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

– подсвечивается клавиша «СЕТЬ»;

– при нажатии кнопки «**МЕНЮ** / **ВВОД**» pH-метр переходит из режима измерений в режим контроля и изменения параметров (вход в меню);

– при нажатии кнопки «КАНАЛ» изменяется режим индикации каналов в зависимости от количества подключенных каналов (один либо два);

– кнопками «⇧», «⇩» осуществляется перемещение по строкам меню;

– кнопкой «☼» осуществляется включение и отключение подсветки экрана индикатора.

3.3.3 Чистка составных частей pH-метра

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

Выключить pH-метр (перевести переключатель «СЕТЬ» в положение « О ») и отключить pH-метр от сети переменного тока.

Чистку наружной поверхности блока преобразовательного, 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 $см^3$ горячей воды.

3.3.4 Проверка электролита в электроде сравнения

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

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

3.3.5 Градуировка pH-метра

Градуировку pH-метра по буферным растворам либо по растворам с известным значением pH в соответствии с п. 2.7 рекомендуется производить:

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

3.3.6 Замена колец уплотнительных

В конструкции блока датчиков БД-902МП используются кольца уплотнительные относящиеся к деталям 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.
012-017-30	1
043-047-25	1
042-048-36	1

3.3.7 Проверка показаний температуры

Для выполнения проверки показаний по температуре датчика температуры, погрузить в стакан (например, в стакан Н-1-5000ТС ГОСТ 25336-82) с водой комнатной температуры на 15 мин.

Рядом с датчиком температуры поместить лабораторный термометр в соответствии с рисунком 3.1.

Дождаться установившихся показаний по температуре на индикаторе блока преобразовательного и лабораторного термометра.

Разница между показаниями pH-метра и лабораторного термометра не должна выходить за пределы ± 0,3 °С.

Если показания выходят за установленные пределы, pH-метр подлежит ремонту в заводских условиях.

Рисунок 3.1 – Проверка показаний по температуре

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Общие сведения

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

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

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

4.2 Подготовка pH-метра

Для этого следует:

– отключить pH-метр от сети переменного тока;

– отсоединить от разъемов блока преобразовательного:

- блоки датчиков;
- регистрирующие и сигнализирующие устройства;

– отсоединить от разъемов блока датчиков:

- 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 pH-метра.

4.3 Упаковка pH-метра

Для этого следует:

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

6 ХРАНЕНИЕ

6.1 Условия хранения до ввода в эксплуатацию

Хранение pH-метра производится в упаковке предприятия-изготовителя в условиях хранения 1 по ГОСТ 15150-69.

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

Место хранения должно быть чистым, прохладным, сухим, вентилируемым и защищенным от атмосферных осадков.

6.2 Условия хранения после эксплуатации

6.2.1 Подготовка к хранению на срок до 12 месяцев (кратковременный перерыв в работе)

Для этого следует:

– выключить pH-метр и отключить его от сети переменного тока;

– обеспечить условия хранения электродов в соответствии с правилами, приведенными в их эксплуатационной документации.

6.2.2 Подготовка к хранению на срок более 12 месяцев (длительный перерыв в работе)

Для этого следует:

− подготовить и упаковать pH-метр в соответствии с пп. 4.2-4.3;

− организовать хранение в соответствии с п. 6.1.

Примечание – Хранение pH-метра производится без средств временной противокоррозионной защиты (ВЗ-0 по ГОСТ 9.014-78).

6.3 Ввод в эксплуатацию после хранения

6.3.1 Ввод в эксплуатации после хранения в течение 12 месяцев

Для этого следует:

− подготовить электроды к эксплуатации в соответствии с эксплуатационной документацией на электроды;

− подключить pH-метр к сети переменного тока и включить pH-метр;

− провести градуировку pH-метра в соответствии с п. 2.7.

6.3.2 Ввод в эксплуатацию после хранения более 12 месяцев

Распаковать pH-метр и подготовить к работе в соответствии с разделом 2.

Зарегистрирован в государственном реестре средств измерений под № 27453-16

ПРИЛОЖЕНИЕ А1
(обязательное)

УТВЕРЖДАЮ

Главный метролог
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

_____ П.А. Горбачев

«__» _____ 2016 г.

pH-метр МАРК-902

Методика поверки

СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «ВЗОР»

_____ Е.В. Киселев

Гл. конструктор ООО « ВЗОР»

_____ А. К. Родионов

г. Нижний Новгород
2016 г.

А1.1 Область применения

Настоящая методика распространяется на pH-метр МАРК-902 (далее pH-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 pH-метра, предназначенного для измерений активности ионов водорода (pH) и температуры (°С) водных растворов, также ЭДС (мВ) pH-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 pH.

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

А1.3 Метрологические характеристики, проверяемые при поверке

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности pH-метра при измерении pH при температуре анализируемой среды (25,0 ± 0,2) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, должны быть, pH:

– с блоком датчиков БД-902 ……. ± 0,05;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, pH-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800 или комбинированным pH-электродом SZ 195.2 ……. ± 0,05;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным pH-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным pH-электродом ID 4510 или комбинированным pH-электродом ASPA3111-100-2.1M ……. ± 0,20.

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

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

– с блоком датчиков БД-902 ……..... ± 0,10;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, pH-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным pH-электродом ASPA3111-100-2.1M…±0,10;

– с блоками датчиков БД-902А и БД-902МП с комбинированным pH-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo), комбинированным pH-электродом SZ 195.2, с комбинированным pH-электродом ID 4510 ..... ± 0,20.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности pH-метра при измерении температуры анализируемой среды при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, должны быть, °С ……..…….. ± 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 ± 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 pH-метра при измерении pH	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 pH 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 pH-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	+	+
П р и м е ч а н и я 1 Знак «+» означает, что операцию проводят. 2 При получении отрицательного результата после любой из операций поверка прекращается, pH-метр бракуется.			

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 ± 0,2 кПа
А1.9.3, А1.10.3, А1.10.4	Буферные растворы – рабочие эталоны pH 2-го разряда по ГОСТ 8.120-2014, приготовленные из стандарт-титров по ГОСТ 8.135-2004, воспроизводящие значения pH: 1,65; 4,01; 9,18. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ± 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 ± 0,05 °С.
А1.10.3	Мультиметр цифровой АРРА-305 Используемый предел измерений переменного напряжения 400 В; основная абсолютная погрешность измерений, В: ± (0,007X + 0,05), где X − измеренное, значение переменного напряжения, В. Используемый предел измерений силы постоянного тока 40 мА; основная абсолютная погрешность измерений, мА: ± (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 $0{,}02/2\cdot10^{-6}$.
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 ± 0,1 °С.
А1.10.6	Прибор для поверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12. Диапазон выходных калибровочных напряжений $1\ 10^{-7}$-1000 В. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности на пределе 1 В $2\cdot10^{-5}U_к + 1\cdot10^{-6}$ В, где $U_к$ – 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 ± 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 pH-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 ± 0,5) Гц и напряжением (220 ± 4,4) В либо (36 ± 1) В.

А1.8.2 Вибрация, тряска, удары, влияющие на работу pH-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 pH-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 pH приготавливают, как указано в инструкции на стандарт-титры для pH-метрии.

Примечание – 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 pH-метра (блок преобразовательный, блок датчиков с электродами и датчиком температуры, кабели);

– целостность корпусов, электродов, кабелей, отсутствие механических повреждений, препятствующих нормальному функционированию pH-метра;

– чистоту и целостность соединителей и гнезд;

– четкость и правильность маркировки в соответствии с руководством по эксплуатации (обозначение pH-метра, наименование, заводской номер pH-метра, заводской номер электродов, обозначение переключателя, кнопок, соединителей, гнезд, регистрационный номер в Государственном реестре средств измерений и интервал между поверками).

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

А1.10.2 Опробование

А1.10.2.1 Проверка функционирования pH-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 pH-метра).

Включают поверяемый pH-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 pH и ЭДС первого, второго либо обоих каналов);

– при нажатии кнопки «$\frac{\text{МЕНЮ}}{\text{ВВОД}}$» pH-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.

А1.10.2.2 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 pH-метра.

Для этого фиксируют идентификационное обозначение ПО и цифровые идентификаторы ПО (контрольные суммы исполняемого кода), которые должны соответствовать таблице А1.10.1.

Таблица А1.10.1

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 pH-метра требованиям.

А1.10.3 Определение основной абсолютной погрешности pH-метра при измерении pH. Определение основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения pH 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 ± 0,2) °С и поддерживают ее с отклонением от установившегося значения ± 0,2 °С.

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

Таблица А1.10.2

Параметр	Пределы программируемого диапазона измерений		Пределы уставок	
	MIN	MAX	MIN	MAX
pH	1	11	0	15
Температура, °С	–	99,9	–	–

Проводят градуировку pH-метра по двум буферным растворам − рабочим эталонам pH, воспроизводящим значения pH 1,65 и 9,18 при температуре растворов (25 ± 0,2) °С.

А1.10.3.2 Проведение измерений

Проводят измерение pH одного из трех (с учетом преимущественного диапазона измерений при эксплуатации pH-метра) буферных растворов − рабочих эталонов pH, воспроизводящих значения pH 3,56; 4,01; 10,00 при температуре раствора (25 ± 0,2) °С.

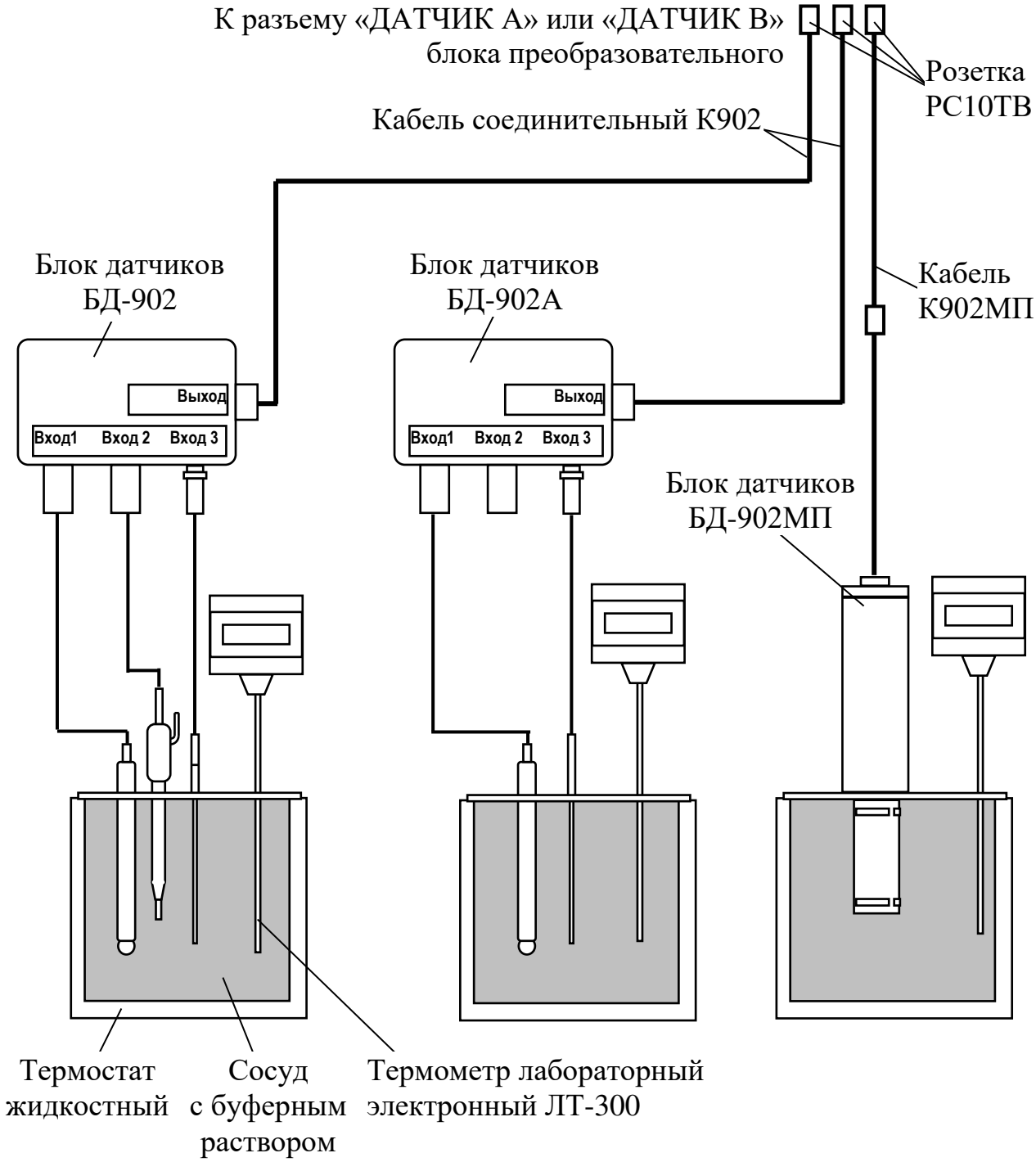


Рисунок А1.10.1

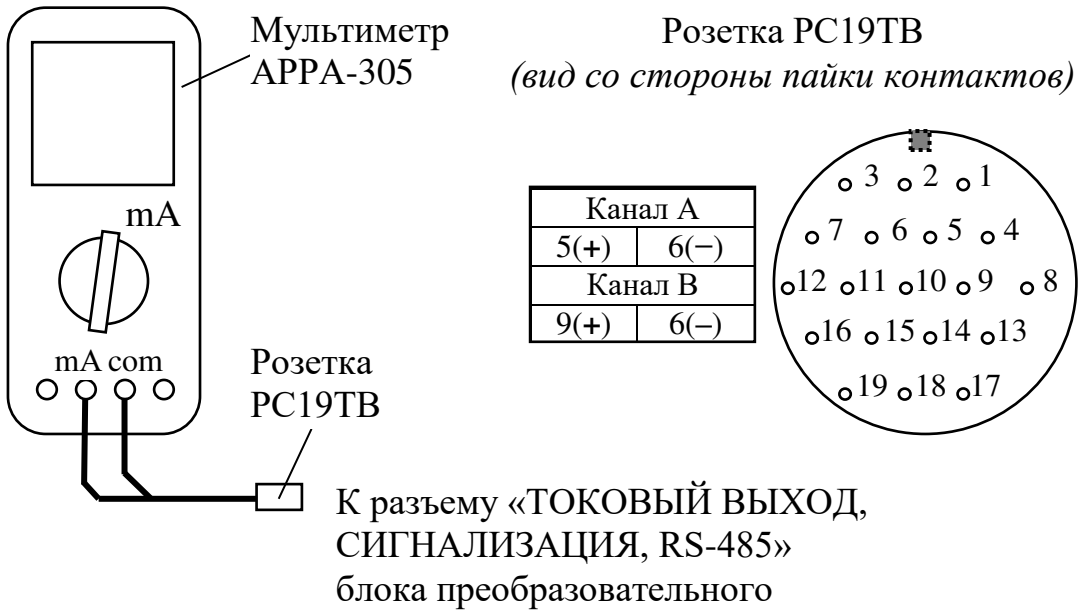


Рисунок А1.10.2

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

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 pH-метра входят два блока датчиков.

А1.10.3.3 Обработка результатов измерений

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

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

$$\Delta_{о\ pH} = N_{изм\ ср} - pH_{эт}, \qquad (А1.1)$$

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

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

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

$$\gamma_{4-20} = \frac{I_{вых}^{4-20} - (4 + 16 \cdot \frac{N_{изм} - N_{нач}}{N_{диап}})}{16} \cdot 100\ \%; \qquad \text{(А1.2)}$$

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

$$\gamma_{0-5} = \frac{I_{вых}^{0-5} - 5 \cdot \frac{N_{изм} - N_{нач}}{N_{диап}}}{5} \cdot 100\ \%, \qquad \text{(А1.3)}$$

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

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

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

– для исполнений с блоком датчиков БД-902

$$-0{,}05 \le \Delta_{o\ pH} \le 0{,}05;$$

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

$$-0{,}05 \le \Delta_{o\ pH} \le 0{,}05;$$

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

$$-0{,}20 \le \Delta_{o\ pH} \le 0{,}20.$$

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

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

$$-0{,}8 \le \gamma_{0-5} \le 0{,}8 \cdot$$

А1.10.4 Определение дополнительной абсолютной погрешности при измерении pH, 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 ± 0,2) °С для блока датчиков БД-902 либо (60,0 ± 0,2) °С для блоков датчиков БД-902А, БД-902МП и поддерживают ее с отклонением от установившегося значения ± 0,2 °С.

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

Измерения повторяют не менее трех раз. Фиксируют полученные значения N_t, pH.

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

А1.10.4.3 Обработка результатов измерений

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

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

$$\Delta_{t\,pH} = N_{t\,ср} - pH_t, \qquad (А1.4)$$

где pH_t – значение pH по ГОСТ 8.134-2014, воспроизводимое буферным раствором − рабочим эталоном pH при температуре (50 ± 0,2) либо (60 ± 0,2) °С.

Результат проверки считают удовлетворительным, если выполняются условия:

– для pH-метра с блоком датчиков БД-902

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

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

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

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

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

А1.10.5 Определение основной абсолютной погрешности pH-метра при измерении температуры анализируемой среды

А1.10.5.1 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 ± 1,0) °С и поддерживают ее с отклонением от установившегося значения ± 0,2 °С.

Примечание – Для проверки в точке с температурой (0,0 + 0,5) °С допускается использовать стакан с водой, заполненный льдом, установленный на магнитную мешалку.

А1.10.5.2 Проведение измерений

Фиксируют показания pH-метра по температуре *t*, °С, и показания термометра ЛТ-300 $t_э$, °С, при температуре в термостате (25 ± 0,2), (0 + 0,5) °С, а так же:

- (50,0 ± 1,0) °С для блока датчиков БД-902 с электродом стеклянным ЭС-10601/7 и электродом сравнения ЭСр-10106-3,0;
- (60,0 ± 1,0) °С для блока датчиков БД-902МП;
- (60,0 ± 1,0) °С для блока датчиков БД-902А с электродом стеклянным комбинированным ЭСК-10617/7, комбинированным pH-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837 (Jumo);
- (90,0 ± 1,0) °С для блока датчиков БД-902А с комбинированным pH-электродом ID 4510;
- (100,0 ± 1,0) °С для блока датчиков БД-902А и pH-электродом с гелевой системой сравнения, тип InPro 4800, комбинированным pH-электродом SZ 195.2, комбинированным pH-электродом ASPA3111-100-2.1M.

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

А1.10.5.3 Обработка результатов измерений

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

$$-0{,}3 \le t_{изм} - t_э \le 0{,}3.$$

А1.10.6 Определение основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС для исполнений pH-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.

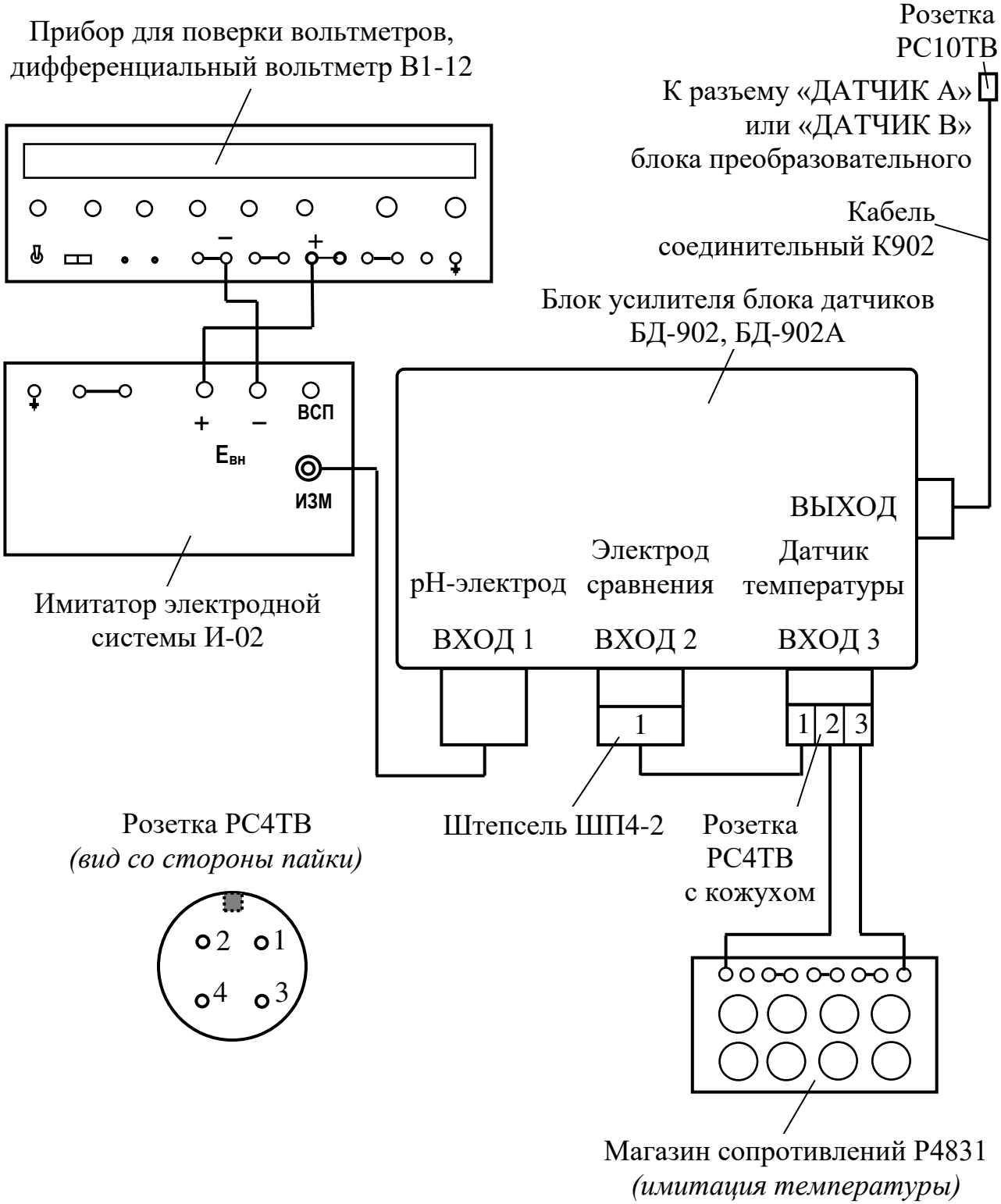


Рисунок А1.10.3

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 $\Delta_{о\ ЭДС}$, мВ, для обоих каналов по формуле:

$$\Delta_{о\ ЭДС} = U_{изм} - U. \qquad (А1.5)$$

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

$$-2 \le \Delta_{о\ ЭДС} \le 2.$$

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 pH-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 pH-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 pH стандартных буферных растворов в зависимости от температуры

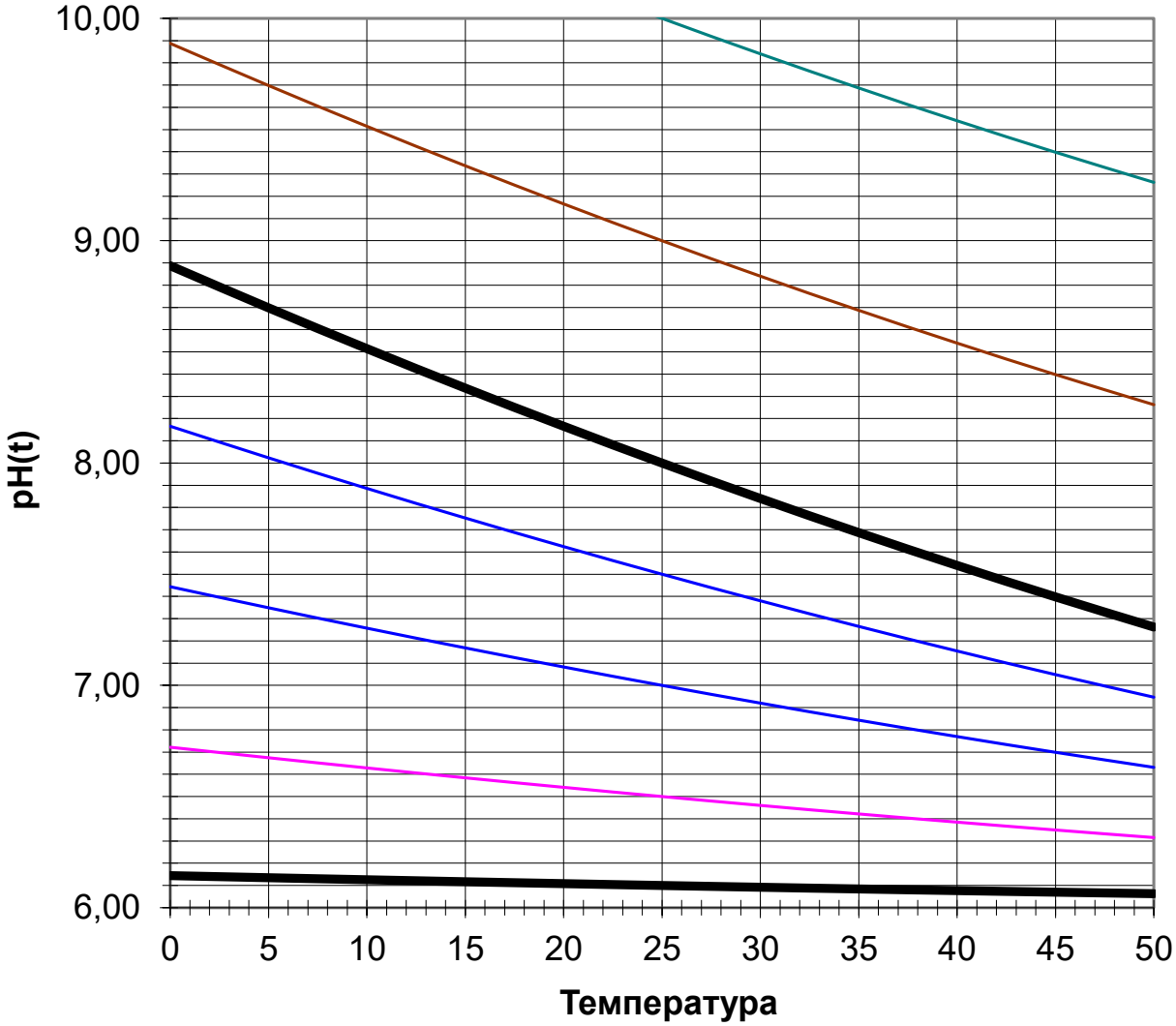
Таблица Б.1

Температура, °С	Буферные растворы и их состав					
	Калий тетраоксалат (0,05 моль/кг) $KH_3(C_2O_4)_2\times 2H_2O$	Калий гидротартрат (насыщенный раствор при 25 °С) $KHC_4H_4O_6$	Калий гидрофталат (0,05 моль/кг) $KHC_8H_4O_4$	Натрий моногидрофосфат (0,025 моль/кг) +калий дигидрофосфат (0,025 моль/кг) $Na_2HPO_4+KH_2PO_4$	Натрий тетраборат (0,05 моль/кг) $Na_2B_4O_7\times 10H_2O$	Натрий гидрокарбонат (0,025 моль/кг) +натрий карбонат (0,025 моль/кг) $NaHCO_3+Na_2CO_3$
	1,65	3,56	4,01	6,86	9,18	10,00
0	-	-	4,000	6,961	9,451	10,273
5	-	-	3,998	6,935	9,388	10,212
10	1,638	-	3,997	6,912	9,329	10,154
15	1,642	-	3,998	6,891	9,275	10,098
20	1,644	-	4,001	6,873	9,225	10,045
25	1,646	3,556	4,005	6,857	9,179	9,995
30	1,648	3,549	4,011	6,843	9,138	9,948
37	1,649	3,544	4,022	6,828	9,086	9,889
40	1,650	3,542	4,027	6,823	9,066	9,866
50	1,653	3,544	4,050	6,814	9,009	9,800
60	1,660	3,553	4,080	6,817	8,965	9,753
70	1,67	3,57	4,12	6,83	8,93	9,730
80	1,69	3,60	4,16	6,85	8,91	9,73
90	1,72	3,63	4,21	6,90	8,90	9,75
95	1,73	3,65	4,24	6,92	8,89	-

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Реализованная в pH-метре функция зависимости значения pH 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 ПРОТОКОЛ СВЯЗИ ВЗОР

Г.1.1 Физический интерфейс: RS-485.

Г.1.2 Параметры связи:

– скорость обмена (bitrate): 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с;
– кол-во бит данных (nbits): 8;
– кол-во стоповых бит (nstop): 1, 2;
– контроль четности (parity) – нет, четность, нечетность.

Г.1.3 Формат кадра запроса данных для связи персонального компьютера с pH-метром МАРК-902 приведен в таблице Г.1.

Таблица Г.1 − Формат кадра запроса данных

1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт
Head	NetAddr	ChNum	CodeOp	HiDataByte	LoDataByte	CS

1 байт: преамбула (Head) (255);
2 байт: сетевой адрес (NetAddr) (0-255);
3 байт: номер канала (ChNum)
0 – блок преобразовательный,
1 – канал А,
2 – канал В;
4 байт: код операции (CodeOp) (при ответе старший бит равен 1);
5 байт: старший байт данных (HiDataByte);
6 байт: младший байт данных (LoDataByte);
7 байт: контрольная сумма (CS).

Г.1.4 Расчет контрольной суммы CS в соответствии с формулой (1).

$$CS = (\overline{Head} + \overline{NetAddr} + \overline{ChNum} + \overline{CodeOp} + \overline{HiDataByte} + \overline{LoDataByte}) + 1, \quad (1)$$

где в CS заносится только 8 бит младшей части полученной суммы.

Пример:
Запрос: 0xFF 0x01 0x00 0x02 0x00 0x00 0xF9

где, 0xFF – преамбула Head;
0x01 – адрес устройства NetAddr ;
0x00 –номер канала ChNum;
0x02 – код операции: регистр Type ;
0x00 – страший и младший байт данных;
$0xF9 -$ контрольная сумма, раситанная по формуле (1) и равна:
$(\overline{0xFF} + \overline{0x01} + \overline{0x00} + \overline{0x02} + \overline{0x00} + \overline{0x00}) + 1 = 0xF9.$

Ответ: 0xFF 0x01 0x00 0x82 0x00 0x02 0x77
где, 0xFF – преамбула Head;
0x01– адрес устройства NetAddr;
0x00 – номер канала ChNum;
0x82 – код операции ответа: регистр Type;
0x00 – значение регистра Type старшая часть;
0x02 –значение регистра Type младшая часть;
0x77 –контрольная сумма, раситанная по формуле (1) и равна:
$(\overline{0xFF} + \overline{0x01} + \overline{0x00} + \overline{0x82} + \overline{0x00} + \overline{0x02}) + 1 = 0x77.$

Таблица Г.2 – Регистры канала 0 (блок преобразовательный)

	1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт	Комментарий	LectusOPC Переменная / Канал
Запрос:	255	NetAddr	0	1	0		CS	Чтение регистра Test (не используется и равен 0x0000)	Тест / 0
Ответ:				129	Test				
Запрос:	255	NetAddr	0	2	0		CS	Чтение регистра Type 0x0002 – pH-метр МАРК902	Тип сетевого устройства / 0
Ответ:				130	Type				
Запрос:	255	NetAddr	0	3	0		CS	Чтение регистра RegIndChannel 0x0000 – установлен канал A, 0x0001 – установлен канал B, 0x0002 – установлен канал A и B	Режим индикации каналов / 0
Ответ:				131	RegIndChannel				
Запрос:	255	NetAddr	0	4	0		CS	Чтение регистра OfficialMaster (см. таблицу Г.5)	Первый байт служебных мастер-процессора / 0
Ответ:				132	OfficialMaster				
Запрос:	255	NetAddr	0	5	0		CS	Чтение регистра OfficialMaster1 (не используется и равен 0x0000)	Второй байт служебных мастер-процессора / 0
Ответ:				133	OfficialMaster1				
Запрос:	255	NetAddr	0	6	0		CS	Чтение регистра OfficialSlave (см. таблицу Г.6)	Служебный ведомого процессора / 0
Ответ:				134	OfficialSlave				

Таблица Г.3 – Регистры канала 1 (плата усилителя канал А)

	1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт	Комментарий	LectusOPC Переменная / Канал
Запрос	255	NetAddr	1	1	0		CS	Чтение регистра Test_A (не используется и равен 0x0000)	Тест / 1
Ответ:				129	Test_A				
Запро:	255	NetAddr	1	2	0		CS	Чтение значения регистра StatusWord (См. таблицу Г.7)	Состояние / 1
Ответ:				130	StatusWord_A				
Запрос	255	NetAddr	1	3	0		CS	Чтение кода значения измеряемого ЭДС (см. формулу (2))	U / 1
Ответ:				131	EMF_A				
Запрос	255	NetAddr	1	4	0		CS	Чтение кода значения измеряемой температуры (см. формулу (3))	Температура / 1
Ответ:				132	T_A				
Запрос	255	NetAddr	1	5	0		CS	Чтение кода значения активности ионов водорода pH (см. формулу (4))	pH / 1
Ответ:				133	pH_A				
Запрос	255	NetAddr	1	6	0		CS	Чтение кода значения активности ионов водорода pH приведенного к 25°C (см. формулу (5))	pH25 / 1
Ответ:				134	pH25_A				

Продолжение таблицы Г.3

	1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт	Комментарий	LectusOPC Переменная / Канал
Запрос	255	NetAddr	1	7	0		CS	Чтение кода значения параметра крутизны S электрода (см. формулу (6))	S / 1
Ответ:				135	S_A				
Запрос	255	NetAddr	1	8	0		CS	Чтение кода значения параметра изопотенциальной точки Ei электрода (см. формулу (7))	Ei / 1
Ответ:				136	Ei_A				
Запрос	255	NetAddr	1	9	0		CS	Чтение кода начального значение диапазона измеряемого pH (см. формулу (8))	Начало диапазона канала / 1
Ответ:				137	minDIAP_A				
Запро:	255	NetAddr	1	10	0		CS	Чтение кода значение ширины рабочего диапазона pH (см. формулу (9))	Ширина диапазона канала / 1
Ответ:				138	widthDIAP_A				
Запрос	255	NetAddr	1	11	0		CS	Чтение кода значение максимума уставки по pH для токового выхода (см. формулу (10))	Максимум уставки канала / 1
Ответ:				139	MAX_A				
Запрос	255	NetAddr	1	12	0		CS	Чтение кода значение минимума уставки по pH для токового выхода (см. формулу (10))	Минимум уставки канала / 1
Ответ:				140	MIN_A				
Запро:	255	NetAddr	1	13	0		CS	Чтение регистра indMODE_A (не используется и равен 0x0000)	Режим индикации канала / 1
Ответ:				141	indMODE_A				

Таблица Г.4 – Регистры канала 2 (плата усилителя канал B)

	1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт	Комментарий	LectusOPC Переменная / Канал
Запрос:	255	NetAddr	2	1	0		CS	Чтение регистра Test_B (не используется и равен 0x0000)	Тест / 2
Ответ:				129	Test_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	2	0		CS	Чтение значения регистра StatusWord (См. таблицу Г.7)	Состояние / 2
Ответ:				130	StatusWord_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	3	0		CS	Чтение кода значения измеряемого ЭДС (см. формулу (2))	U / 2
Ответ:				131	EMF_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	4	0		CS	Чтение кода значения измеряемой температуры (см. формулу (3))	Температура / 2
Ответ:				132	T_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	5	0		CS	Чтение кода значения активности ионов водорода pH (см. формулу (4))	pH / 2
Ответ:				133	pH_B				

Продолжение таблицы Г.4

	1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт	Комментарий	LectusOPC Переменная / Канал
Запрос:	255	NetAddr	2	6	0		CS	Чтение кода значения активности ионов водорода pH приведенного к 25°C (см. формулу (5))	pH25 / 2
Ответ:				134	pH25_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	7	0		CS	Чтение кода значения параметра крутизны S электрода (см. формулу (6))	S / 2
Ответ:				135	S_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	8	0		CS	Чтение кода значения параметра изопотенциальной точки Ei электрода. HiDataByte – всегда 0, LoDataByte - см. формулу (7).	Ei / 2
Ответ:				136	Ei_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	9	0		CS	Чтение кода начального значение диапазона измеряемого pH (см. формулу (8))	Начало диапазона канала / 2
Ответ:				137	minDIAP_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	10	0		CS	Чтение кода значение ширины рабочего диапазона pH (см. формулу (9))	Ширина диапазона канала / 2
Ответ:				138	widthDIAP_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	11	0		CS	Чтение кода значение максимума уставки по pH для токового выхода (см. формулу (10))	Максимум уставки канала / 2
Ответ:				139	MAX_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	12	0		CS	Чтение кода значение минимума уставки по pH для токового выхода (см. формулу (10))	Минимум уставки канала / 2
Ответ:				140	MIN_B				
Запрос:	255	NetAddr	2	13	0		CS	Чтение регистра indMODE_B (не используется и равен 0x0000)	Режим индикации канала / 2
Ответ:				141	indMODE_B				

Таблица Г.5 – Регистр OfficialMaster

Номер бита	Наименование	Состояние бита	Описание	Примечание
b15…b6	Зарезервировано	0		Зарезервировано
b5	ErrNoResponse _B	0	Штатный режим работы	Бит индикации ошибки связи с платой усилителя канала B
		1	Нет связи с платой	
b4	ErrNoResponse _A	0	Штатный режим работы	Бит индикации ошибки связи с платой усилителя канала A
		1	Нет связи с платой	
b3	Cal_B	0	Измерение	Бит индикации нахождения pH-метра в режиме градуировки канала B
		1	Градуировка	

Продолжение таблицы Г.5

Номер бита	Наименование	Состояние бита	Описание	Примечание
b2	Cal_A	0	Измерение	Бит индикации нахождения pH-метра в режиме градуировки канала А
		1	Градуировка	
b1	Iout_B	0	(0-5) мАили (0-20) мА	Бит индикации диапазона токового выхода канала В
		1	(4-20) мА	
b0	Iout_A	0	(0-5) мА или (0-20) мА	Бит индикации диапазона токового выхода канала А
		1	(4-20) мА	

Таблица Г.6 – Регистр OfficialSlave

Номер бита	Наименование	Состояние бита	Описание	Примечание
b15…b4	Зарезервировано	0		Зарезервировано
b3	SlaveNoGood_B	0	Штатный режим работы	Бит индикации обобщенной неисправности канала В[1]
		1	Недостоверные измерения	
b2	SlaveNoGood_A	0	Штатный режим работы	Бит индикации обобщенной неисправности канала А[2]
		1	Недостоверные измерения	
b1	B_En	0	Штатный режим работы	Бит индикации отключенного датчика от канала В
		1	Датчик не подключен	
b0	A_En	0	Штатный режим работы	Бит индикации отключенного датчика от канала А
		1	Датчик не подключен	

1 - Устанавливается при установке бита ErrNoResponse_B или Cal_B регистра OfficialMaster; бита Err_Sensor или OVR_pH25 или OVR_pH или ERR_U1 или ERR_U или Err_T регистра StatusWord для канала В.
2 - Устанавливается при установке бита ErrNoResponse_A или Cal_A регистра OfficialMaster; бита Err_Sensor или OVR_pH25 или OVR_pH или ERR_U1 или ERR_U или Err_T регистра StatusWord для канала А.

Таблица Г.7 – Регистр StatusWord (для канала A или B)

Номер бита	Наименование	Состояние бита	Описание	Примечание
b15	Err_Sensor	0	Нормальная работа	Бит индикации ошибки определения параметров электрода датчика
		1	Ошибка	
b14…b12	Зарезервировано	0		
b11…b8	Битовое поле индикации режимов работы платы усилителя			
	RegWork	0x0F…0x08		Зарезервировано
		0x07		Установлен режим: ручная градуировка по pH
		0x06…0x04		Зарезервировано
		0x03		Установлен режим: градуировка по температуре
		0x02		Установлен режим: автоматической градуировка по pH
		0x01		Штатная работа (измерение)
		0x00		Штатный режим работы, (без измерения)
b7…b5	Зарезервировано	0		
b4	OVR_pH25	0	Нет перегрузки	Бит индикации перегрузки по pH, приведенного к 25°C
		1	Перегрузка	
b3	OVR_pH	0	Нет перегрузки	Бит индикации перегрузки по pH
		1	Перегрузка	
b2	ERR_U1	0	Нет перегрузки	Бит индикации перегрузки по ЭДС > 1250мВ
		1	Перегрузка	
b1	ERR_U	0	Нет перегрузки	Бит индикации перегрузки по ЭДС, (1001 < ЭДС < 1250)мВ
		1	Перегрузка	
b0	Err_T	0	Нет перегрузки	Бит индикации перегрузки по температуре, если вне диапазона от 0 до плюс 60 °C
		1	Перегрузка	

Таблица Г.8 - Формат регистра со значением, закодированным по принципу формата BCD (двоично-десятичного кода)

Биты	Битовое поле	Возможные значения, комментарии
b0…b3	Разряд «единицы»	4 бита. Возможны значения от 0 до 9.
b4…b7	Разряд «десятки»	4 бита. Возможны значения от 0 до 9.
b8…b11	Разряд «сотни»	4 бита. Возможны значения от 0 до 9.
b12…b14	Разряд «тысячи»	3 бита. Возможны значения от 0 до 7.
b15	Знак	0 – значение положительное; 1 – значение отрицательное.

Г.1.5 Формулы расчета значения физических величин для каналов A и B

Г.1.5.1 Формула расчета измеряемого ЭДС

$$\text{ЭДС} = \text{EMF}, \quad (2)$$

где ЭДС – измеренное значение с электродной системы, мВ;

EMF – код ЭДС, формат см. в таблице Г.8.

Г.1.5.2 Формула расчета значения температуры

$$t = \frac{T}{10}, \quad (3)$$

где t − значение температуры, °С;

T – код температуры, формат см. в таблице Г.8.

Г.1.5.3 Формула расчета значения измеряемой активности ионов водорода

$$_pH = \left(\frac{pH}{100}\right), \quad (4)$$

где _pH − значение активности ионов водорода;

pH – код активности ионов водорода, формат см. в таблице Г.8.

Г.1.5.4 Формула расчета значения измеряемой активности ионов водорода, приведенная к температуре 25°С

$$_pH25 = \left(\frac{pH25}{100}\right), \quad (5)$$

где _pH25 − значение активности ионов водорода приведенной к температуре 25°С;

pH25 – код активности ионов водорода приведенной к температуре 25°С, формат см. в таблице Г.8.

Г.1.5.5 Формула расчета крутизны электродной системы

$$S_{\%} = (S), \quad (6)$$

где $S_{\%}$ – значение крутизны электродной системы, %;

S – код значения удлинения кабеля, в формате беззнакового двоичного представления числа.

Г.1.5.6 Формула расчета координаты изопотенциальной точки электродной системы электродной системы

$$E_i = (Ei), \quad (7)$$

где E_i – значение координаты изопотенциальной точки электродной системы электродной системы, мв;

Ei – код значения координаты изопотенциальной точки электродной системы, в формате знакового двоичного представлении числа.

Г.1.5.7 Формула расчета минимума диапазона измеряемого pH

$$\text{Мин.диапазона} = \left(\frac{\text{minDIAP}}{10} \right), \quad (8)$$

где Мин.диапазона – максимальное значение диапазона pH;

minDIAP – код диапазона, в формате беззнакового двоичного представления числа.

Г.1.5.8 Формула ширины диапазона измеряемого pH

$$\text{Шир.диапазона} = \left(\frac{\text{widthDIAP}}{10} \right), \quad (9)$$

где Шир.диапазона – максимальное значение диапазона pH;

widthDIAP – код диапазона, в формате беззнакового двоичного представления числа.

Г.1.5.9 Формула расчета максимума уставки pH

$$\text{Макс.уст.} = \left(\frac{\text{MAX}}{10} \right), \quad (10)$$

где Макс.уст. – максимальное значение уставки pH;

MAX – код уставки, , в формате беззнакового двоичного представления числа.

Г.1.5.10 Формула расчета минимума уставки pH

$$\text{Мин.уст.} = \left(\frac{\text{MIN}}{10} \right), \quad (11)$$

где Мин.уст. – минимальное значение уставки pH;

MIN – код уставки, в формате беззнакового двоичного представления числа.

Г.2 ПРОТОКОЛ ОБМЕНА «MODBUS RTU»

Г.2.1 Типы данных и форматы их представления приведены в таблице Г.9.

Таблица Г.9 – Типы данных и форматы их представления

Обозначение	Примечания
bool	Однобитовая булева переменная: 0 – FALSE; 1 – TRUE.
uint16 / uint32	Беззнаковое целое длиной 16 бит / 32 бит.
float32	Число с плавающей точкой одинарной точности размером 32 бита (4 байта), IEEE 754-2008.
ASCIIZ	Текстовая строка с терминирующим нулевым байтом.

Г.2.2 Физический интерфейс: RS-485 полудуплексный режим. Допустимые настройки COM/UART-портов приведены в таблице Г.10.

Таблица Г.10 - Допустимые настройки COM/UART-портов

Параметр	Значения
Допустимые скорости обмена, бит/с	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Стартовых бит	1
Бит данных	8
Стоповых бит	1 или 2
Контроль четности	нет, четность, нечетность
Способ передачи	младшим битом вперед (LSB first)

Г.2.3 Реализованная разновидность протокола: MODBUS RTU. Для справки см. http://www.modbus.org.

Г.2.4 Принцип наложения модели input- / holding-регистров Modbus на данные различных типов при упаковке:

- подразумевается, что порядок битов в типах данных и в регистрах Modbus совпадает (младший бит данных пакуется в младший бит регистра Modbus).
- младший байт данных пакуется в младший байт регистра Modbus, а старший байт данных – в старший).
- если тип данных занимает несколько смежных регистров, то младшее слово данных пакуется в регистр Modbus с младшим адресом

Г.2.5 «МАРК-902». регистровые модели, протокол обмена «MODBUS RTU»

Г.2.5.1 Параметры прибора приведены в таблице Г.11, «регистровая» адресация.

Таблица Г.11 - Параметры прибора

Адреса регистров	Доступ	Размер [байт]	Функции	Формат	Параметр	Описание
0x0001…0x0007	R	14	3,4	ASCIIZ	DeviceID	Текстовый идентификатор прибора.
0x0008…0x0010	R	18	3,4	ASCIIZ	FirmWareCU	Текстовая версия ПО Платы Индикации.
0x0011…0x0015	R	10	3,4	ASCIIZ	DeviceDateCU	Текстовая дата изготовления ПО Платы Индикации.
0x0016, 0x0017	R	4	3,4	uint32	SoftCheckSumCU	Контрольная сумма CRC-32 ПО Платы Индикации.
0x0018…0x0020	R	18	3,4	ASCIIZ	FirmWareAU_ChA	Текстовая версия ПО Платы Усилителя.
0x0021…0x0025	R	10	3,4	ASCIIZ	DeviceDateAU_ChA	Текстовая дата изготовления ПО Платы Усилителя.
0x0026, 0x0027	R	4	3,4	uint32	SoftCheckSumAU_ChA	Контрольная сумма CRC-32 ПО Платы Усилителя.
0x0028, 0x0029	R	4	3,4	float32	InternalTempCU	Температура внутри Блока Преобразовательного [°C].
0x002A	R/W	1	3,4/16	uint16	AddressCU	Сетевой адрес устройства в диапазоне 1…247 (значение по умолчанию 1).
0x002B	R/W	2	3,4/16	uint16, см. таблицу Г.12	ModbusFormatCU	Настройки интерфейса RS-485 (значение по умолчанию 0x0130).
0x002C...0x0034	R	18	3,4	ASCIIZ	FirmWareAU_ChB	Текстовая версия ПО Платы Усилителя.
0x0035...0x0039	R	10	3,4	ASCIIZ	DeviceDateAU_ChB	Текстовая дата изготовления ПО Платы Усилителя.
0x003A, 0x003B	R	4	3,4	uint32	SoftCheckSumAU_ChB	Контрольная сумма CRC-32 ПО Платы Усилителя.

Таблица Г.12 – Формат регистра настроек интерфейса связи

Биты	**b15…b9**		**b8…b6**		**b5**		**b4**		**b3, b2**		**b1, b0**	
Описание	**Резерв**, 7 бит		**Скорость**, 3 бита		**Протокол**, 1 бит		**Данные**, 1 бит		**Четность**, 2 бита		**Стоп бит**, 2 бита	
	Код	**Расш.**	**Код**	**Расш.**	**Код**	**Расш.**	**Код**	**Расш.**	**Код**	**Расш.**	**Код**	**Расш.**
			000	1200 бит/с	1	Modbus	1	8 бит	00	Нет	00	1
			001	2400 бит/с					01	Чет.	01	2
			010	4800 бит/с					10	Нечет.		
			011	9600 бит/с								
			100	19200 бит/с								
			101	38400 бит/с								
			110	57600 бит/с								
			111	115200 бит/с								

Г.2.5.2 Параметры прибора, каналы «А» и «В», «регистровая» адресация (N – буква канала: A или B), приведены в таблице Г.13.

Таблица Г.13 - Параметры прибора, каналы «А» и «В»

Адреса регистров X=1 для канала «А» X=2 для канала «В»	**Доступ**	**Размер [байт]**	**Функции**	**Формат**	**Параметр**	**Описание**
0xX000, 0xX001	R	4	3,4	float32	EMFValue_ChN	Измеренное значение ЭДС, [мВ].
0xX002, 0xX003	R	4	3,4	float32	TempValue_ChN	Измеренная температура, [°C].
0xX004, 0xX005	R	4	3,4	float32	SSensor_ChN	Значение S крутизны характеристики электродной системы по результатам последней градуировки, [% от номинального значения].
0xX006, 0xX007	R	4	3,4	float32	EiSensor_ChN	Значение Ei потенциала изопотенциальной точки электродной системы по результатам последней градуировки, [мВ].
0xX008, 0xX009	R	4	3,4	float32	PHValue_ChN	Вычисленное значение pH.
0xX00A, 0xX00B	R	4	3,4	float32	PH25Value_ChN	Вычисленное значение pH25 (pH, приведенного к 25 °C).
0xX00C	R	2	3,4	uint16	PeriodAvg_ChN	Продолжительность усреднения показаний, [мин.].
0xX00D	-	-	-	-	RESERVED	Не используется.
0xX00E	R	2	3,4	uint16	Mode_ChN	Режим работы: 0 - pH 1 - pH25 2 - ЭДС

Г.2.5.3 Флаги ошибок, каналы «А» и «В», «битовая» адресация (N – буква канала: A или B). Value_ChN – основной параметр для текущего режима измерения (EMFValue_ChN или PHValue_ChN или PH25Value_ChN) , приведены в таблице Г.14.

Таблица Г.14 - Флаги ошибок, каналы «А» и «В»

Адреса бит X=1 для канала «А» X=2 для канала «В»	**Доступ**	**Функция**	**Формат**	**Параметр**	**Описание**
0xX000	R	2	bool	ErrorCU_ChN	Измеренное значение не достоверно. При наличии одной и более ошибок по адресам 0xX001, 0xX003-0xX007.
0xX001	R	2	bool	AmpErr_ChN	Нет связи с Платой Усилителя.
0xX002	-	-	-	RESERVED	Не используется.
0xX003	R	2	bool	SensConnErr_ChN	Датчик не подключен.
0xX004	R	2	bool	TempOver_ChN	Перегрузка по температуре.
0xX005	R	2	bool	StartCal_ChN	Прибор находится в режиме градуировки.
0xX006	R	2	bool	PHCalErr_ChN	Ошибка градуировки pH.
0xX007	R	2	bool	ValueOverRng_ChN	Значение Value_ChN за пределами диапазона токового выхода.
0xX008	R	2	bool	ValueUpTh_ChN	Значение Value_ChN за пределами MAX уставки.
0xX009	R	2	bool	ValueDownTh_ChN	Значение Value_ChN за пределами MIN уставки.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

ПРИМЕНЯЕМЫЕ КАБЕЛИ

Д.1 Кабель соединительный

Кабель соединительный К902 ВР43.03.000 (рисунок Д.1), поставляемый по отдельной заявке, предназначен для соединения блока датчиков БД-902 и БД-902А с блоком преобразовательным pH-метра.

Основные параметры кабеля соответствуют значениям, приведенным в таблице Д.1.

Таблица Д.1

Кабель соединительный	Длина, м	Масса, кг, не более	Тип розетки	Тип кабеля
К902.5 ВР43.03.000	5	0,5	РС7ТВ, РС10ТВ	STP2-ST
К902.L ВР43.03.000-01	от 5 до 100	–		

Рисунок Д.1 – Кабель соединительный К902

Д.2 Кабели поверочные

Д.2.1 Кабель поверочный ВР43.03.500 (рисунок Д.2), поставляемый по отдельной заявке, предназначен для соединения блока усилителя блока датчиков БД-902 и БД-902А с магазином сопротивлений при проведении поверки pH-метра исполнений pH-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, а именно для определения основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС.

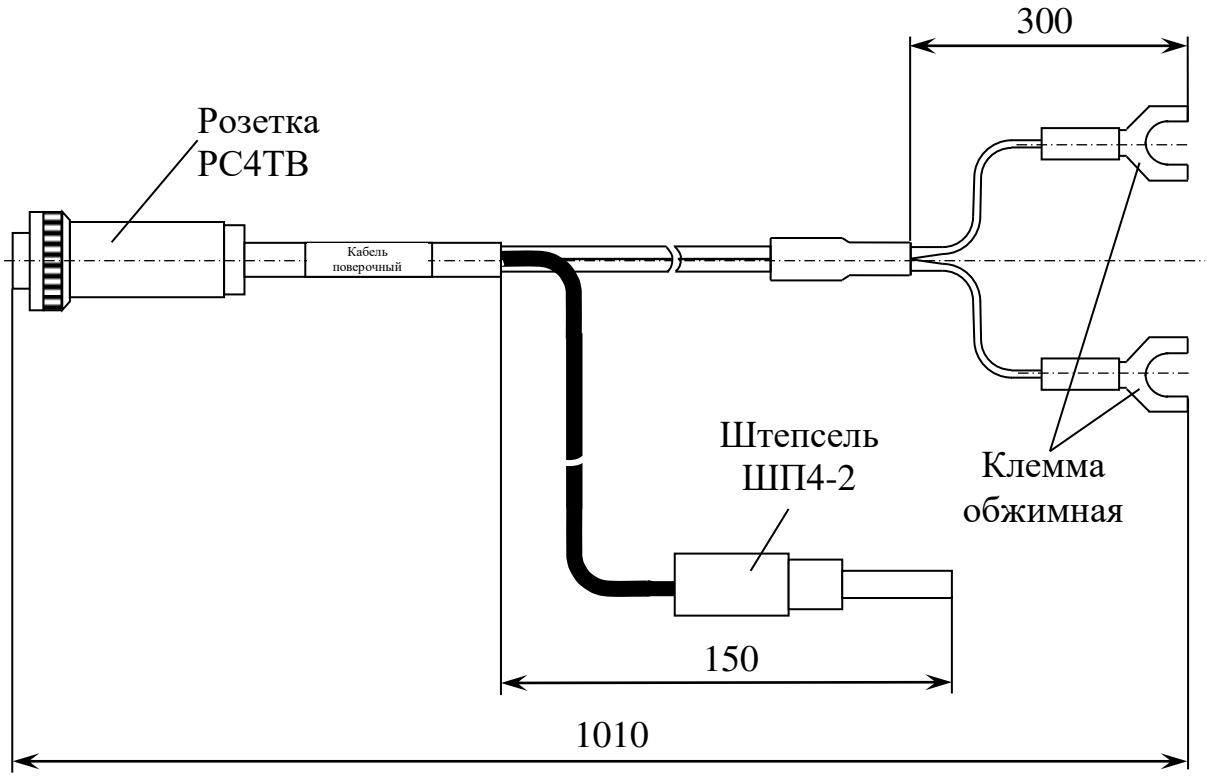


Рисунок Д.2 – Кабель поверочный ВР43.03.500

Схема подключения кабеля поверочного ВР43.03.500 к блоку усилителя блока датчиков БД-902, БД-902А и магазину сопротивления показана на рисунке Д.3.

Д.2.2 Кабель поверочный К902МП.2 ВР43.05.000 (рисунок Д.4), применяется для соединения блока датчиков БД-902МП с блоком преобразовательным при проведении поверки pH-метра исполнений МАРК-902МП, МАРК-902МП/36, МАРК-902МП/1, МАРК-902МП/1/36.

Основные параметры кабеля поверочного К902МП.2 ВР43.05.000 соответствуют значениям, приведенным в таблице Д.2.

Таблица Д.2

Длина, м	Масса, кг, не более	Тип разъема	Тип кабеля
2	0,5	Розетка РС10ТВ, вилка КР2-16J4A	STP2-ST

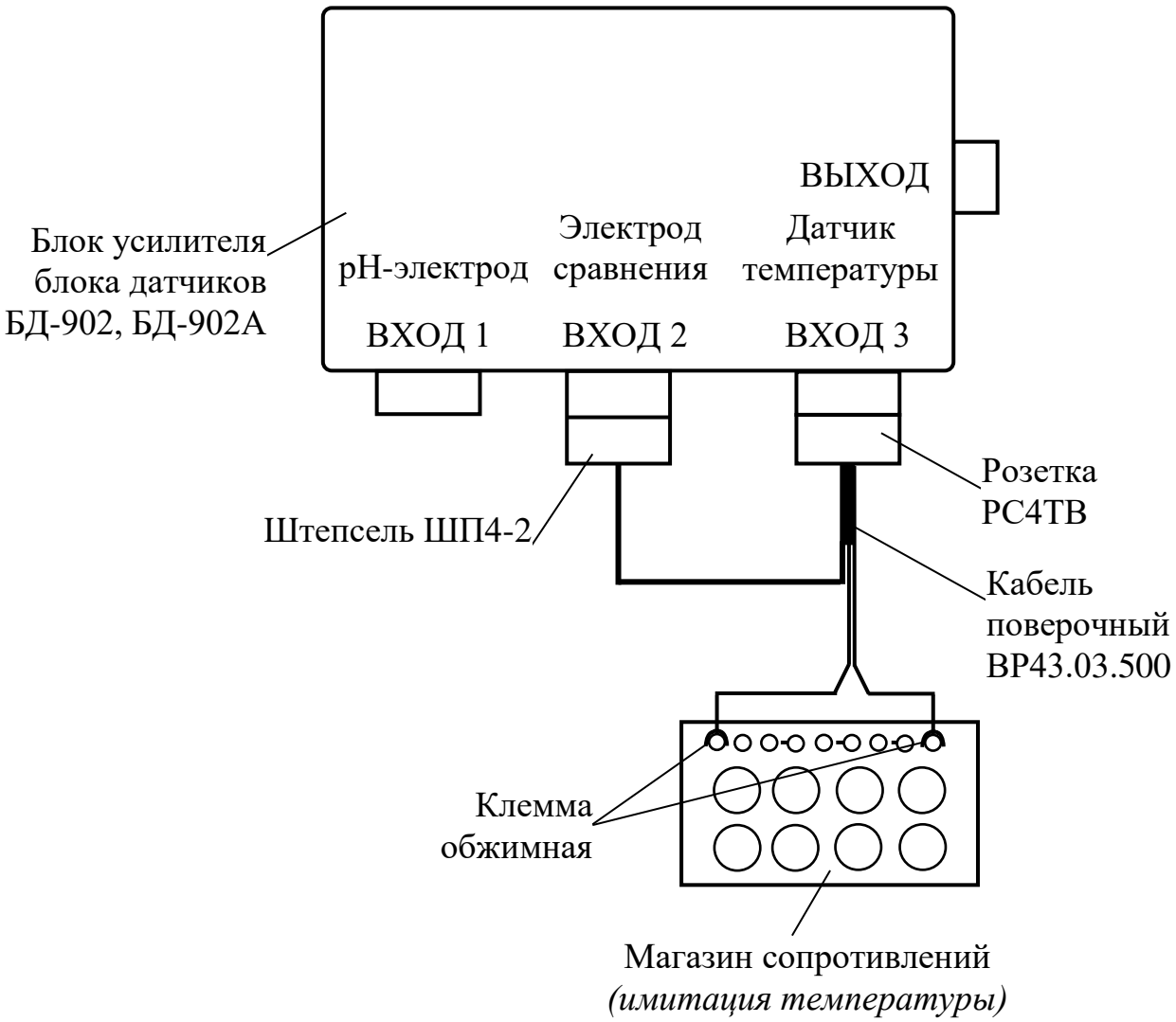


Рисунок Д.3 – Схема подключения кабеля поверочного ВР43.03.500

Рисунок Д.4 – Кабель поверочный К902МП.2