

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ



ДЛЯ ЭКОЛОГИИ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

# **рН-МЕТР/ МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ПОРТАТИВНЫЙ МАРК-901**

*Руководство по эксплуатации*

**ВР24.00.000РЭ**

**EAC**



**г. Нижний Новгород 2023 г.**

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

При возникновении любых затруднений при работе с изделием 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.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА.....	4
1.1 Назначение изделия.....	4
1.2 Основные параметры.....	5
1.3 Технические характеристики.....	8
1.4 Состав изделия.....	9
1.5 Устройство и работа.....	9
1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности.....	13
1.7 Маркировка.....	14
1.8 Упаковка.....	15
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	16
2.1 Эксплуатационные ограничения.....	16
2.2 Указание мер безопасности.....	16
2.3 Подготовка рН-метра к работе.....	16
2.4 Проведение измерений с рН-электродом.....	23
2.5 Работа с электродом редоксметрическим комбинированным.....	28
2.6 Завершение измерений.....	28
2.7 Перерыв в работе рН-метра между измерениями.....	28
2.8 Возможные неисправности и методы их устранения.....	29
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	31
3.1 Меры безопасности.....	31
3.2 Общие указания.....	31
3.3 Техническое обслуживание составных частей.....	32
4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Методика поверки.....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Значения рН буферных растворов в зависимости от исполнения.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Реализованная в рН-метре функция зависимости значения рН сильно разбавленных растворов щелочей и кислот от температуры анализируемой среды рассчитанная на основании данных, приведенных в МУ 34-70-114-85.....	53

Настоящий документ является совмещенным и включает методику поверки.

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения технических характеристик рН-метра/милливольтметра портативного МАРК-901 (в дальнейшем – рН-метр) исполнений МАРК-901 и МАРК-901/1, правил его эксплуатации.

При передаче рН-метра на поверку РЭ передается вместе с рН-метром.

рН-метр соответствует требованиям ГОСТ 27987-88 «Анализаторы жидкости потенциометрические ГСП. Общие технические условия», ТУ 26.51.53-023-39232169-2021 (идентичны ТУ 4215-023-39232169-2007) и комплекта конструкторской документации ВР24.00.000.

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

**2 ВНИМАНИЕ: В изделии используется пленочная клавиатура. Следует ИЗБЕГАТЬ нажатия кнопок острыми предметами!**

**3 ВНИМАНИЕ: Отсоединять источник питания ИП-101/3 от блока преобразовательного следует за разъем кабеля во избежание его повреждения!**

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Назначение изделия

1.1.1 Наименование и обозначение изделия

рН-метр с комбинированным электродом:

*рН-метр МАРК-901 ТУ 26.51.53-023-39232169-2021.*

рН-метр с отдельными электродами:

*рН-метр МАРК-901/1 ТУ 26.51.53-023-39232169-2021.*

1.1.2 рН-метр предназначен для измерений активности ионов водорода (рН), окислительно-восстановительных потенциалов (ОВП), температуры водных растворов и электродвижущей силы (ЭДС).

1.1.3 Область применения рН-метра – в различных отраслях промышленности, экологии, сельского хозяйства, в научных, исследовательских и учебных учреждениях.

1.1.4 Тип измерительного преобразователя:

- работающий с чувствительным элементом для измерений рН;
- в виде переносного малогабаритного блока с встроенным устройством индикации;
- с погружным чувствительным элементом;

– с предварительным электронным усилителем, встроенным в преобразователь.

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

Таблица 1.1 – Типы применяемых электродов

Исполнение рН-метра	Тип применяемых электродов	Изготовитель
МАРК-901	Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10601/7(К80.7)	ООО «Измерительная техника», г. Москва
	Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10303/7(К80.7)	
	Электрод стеклянный комбинированный лабораторный ЭСКЛ-08М	ОАО «Гомельский завод измерительных приборов», г. Гомель, РБ
	Комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	JUMO GmbH & CO, Fulda Germany
МАРК-901/1	Электрод стеклянный ЭС-10601/7(К80.7)	ООО «Измерительная техника», г. Москва
	Электрод сравнения ЭСр-10101-3,0(К80.4)	
	Электрод сравнения ЭСр-10103-3,0(К80.4)	
	Электрод стеклянный лабораторный ЭСЛ-43-07СР	ОАО «Гомельский завод измерительных приборов», г. Гомель, РБ
	Электрод вспомогательный лабораторный ЭВЛ-1М3.1	
МАРК-901 МАРК-901/1	Электрод редоксметрический платиновый комбинированный ЭРП-105(К80.7)	ООО «Измерительная техника», г. Москва
<b><u>Примечание</u></b> – Возможно применение других электродов, характеристики которых не хуже указанных электродов.		

## 1.2 Основные параметры

1.2.1 По устойчивости к климатическим воздействиям рН-метр имеет исполнение УХЛ4 по ГОСТ 15150-69, но при этом температура окружающего воздуха при эксплуатации должна быть от плюс 5 до плюс 50 °С.

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

1.2.3 По устойчивости к механическим воздействиям группа исполнения рН-метра по ГОСТ Р 52931-2008 – Л1.

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

### 1.2.5 Параметры анализируемой среды

Диапазон температур анализируемой среды (водных растворов) при измерении рН и диапазон температурной компенсации рН-метра совпадают с рабочим диапазоном применяемого рН-электрода и соответствуют таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Диапазон температурной компенсации рН-метра


Тип применяемых электродов	Диапазон измерений рН	Диапазон температурной компенсации рН-метра, °С
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10601/7(К80.7)	от 0 до 12	от 0 до +95
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10303/7(К80.7)	от 0 до 14	от +20 до +95
Электрод стеклянный комбинированный лабораторный ЭСКЛ-08М	от 0 до 12	от 0 до +50
Комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	от 0 до 12	от 0 до +80
Электрод стеклянный ЭС-10601/7(К80.7)	от 0 до 12	от 0 до +95
Электрод сравнения ЭСр-10101-3,0(К80.4)	от 0 до 12	от 0 до +95
Электрод сравнения ЭСр-10103-3,0(К80.4)	от 0 до 12	от 0 до +95
Электрод стеклянный лабораторный ЭСЛ-43-07СР	от 0 до 12	от 0 до +40
Электрод вспомогательный лабораторный ЭВЛ-1М3.1	от 0 до 12	

### 1.2.6 Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С ..... от плюс 5 до плюс 50;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более ..... 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) ..... от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

1.2.7 Электрическое питание рН-метра осуществляется от автономного источника постоянного тока напряжением от 2,2 до 3,4 В (два гальванических элемента АА или две аккумуляторные батареи АА).

1.2.8 Потребляемая мощность (при номинальном значении напряжения питания 3,0 В), мВт, не более ..... 20.

1.2.9 При разряде батареи до напряжения ниже 2,4 В на индикаторе высвечивается знак «».

1.2.10 рН-метр обеспечивает настройку на параметры электродной системы, приведенные в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Параметры электродной системы

Крутизна водородной характеристики электродной системы в ее линейной части, не менее (по абсолютной величине)	Координаты изопотенциальной точки электродной системы	
	Е <sub>i</sub> , мВ	рН <sub>i</sub> , рН
минус 52,2 мВ/рН (при температуре 20 °С)	18 ± 30	6,7 ± 0,3
	0 ± 45	7,0 ± 0,3

1.2.11 Габаритные размеры, масса основных узлов рН-метра соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Габаритные размеры и масса основных узлов рН-метра

Исполнение рН-метра МАРК-	Наименование и обозначение узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
901, 901/1	Блок преобразовательный ВР24.01.000-01	85×170×35	0,30
	Датчик температуры ВР24.01.300	Ø11×160	0,05
901	Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10601/7(К80.7)	Ø12×170	0,10
	Электрод стеклянный комбинированный лабораторный ЭСКЛ-08М	Ø20×175	
	Комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-10-04-22-120/837 (Jumo)	Ø12×170	0,05
	Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10303/7(К80.7)	Ø12×165	0,12
901/1	Электрод стеклянный ЭС-10601/7(К80.7)	Ø12×170	0,10
	Электрод сравнения ЭСр-10101-3,0(К80.4)		
	Электрод сравнения ЭСр-10103-3,0(К80.4)		
	Электрод стеклянный лабораторный ЭСЛ-43-07СР	Ø13×160	
	Электрод вспомогательный лабораторный ЭВЛ-1М3.1	Ø15×150	

1.2.12 Степень защиты блока преобразовательного, обеспечиваемая оболочкой, соответствует IP30 по ГОСТ 14254-2015.

1.2.13 Условия транспортирования в транспортной таре по ГОСТ Р 52931-2008:

- температура (в зависимости от типа электрода), °С..... от минус 20 (минус 5) до плюс 50;
- относительная влажность воздуха при 35 °С, % ..... 95;
- синусоидальная вибрация с частотой 5-35 Гц, амплитудой смещения 0,35 мм в направлении, обозначенном на упаковке манипуляционным знаком «Верх».

1.2.14 Требования к надежности

- средняя наработка на отказ (за исключением электродов), ч, не менее..... 20000;
- среднее время восстановления работоспособности, ч, не более ..... 2;
- средний срок службы рН-метров, лет, не менее ..... 10.

### 1.3 Технические характеристики

1.3.1 Диапазон измерений показателя активности ионов водорода (рН) рН-метра при температуре анализируемой среды ( $25,0 \pm 0,2$ ) °С (в зависимости от типа применяемого электрода), рН ..... от 0,00 до 14,00.

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

- для исполнения МАРК-901 .....  $\pm 0,10$ ;
- для исполнения МАРК-901/1 .....  $\pm 0,05$ .

1.3.3 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН, вызванной изменением температуры анализируемой среды (погрешность температурной компенсации рН-метра) в диапазоне температурной компенсации рН-метра в соответствии с таблицей 1.1, рН:

а) для исполнения МАРК-901:

- с электродами ЭСК-10601/7(К80.7), ЭСКЛ-08М и 201020/51-18-04-22-120/837 .....  $\pm 0,20$ ;
- с электродом ЭСК-10303/7(К80.7), на каждые  $\pm 20$  °С от нормальной ( $25,0 \pm 0,2$ ) °С .....  $\pm 0,10$ ;

б) для исполнения МАРК-901/1 .....  $\pm 0,10$ .

1.3.4 Диапазон измерений температуры анализируемой среды, °С ..... от 0,0 до плюс 100,0.

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

1.3.6 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности рН-метра при измерении температуры анализируемой среды, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые  $\pm 10$  °С от нормальной ( $20 \pm 5$ ) °С в пределах рабочего диапазона температур от плюс 5 до плюс 50 °С, °С .....  $\pm 0,1$ .

1.3.7 Диапазон измерений преобразователя при измерении ЭДС (ОВП), мВ ..... от минус 1000 до плюс 1000.

1.3.8 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (ОВП) при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С, мВ .....  $\pm 2$ .

1.3.9 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (ОВП), вызванной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые  $\pm 10$  °С от нормальной ( $20 \pm 5$ ) °С в пределах рабочего диапазона температур от плюс 5 до плюс 50 °С, мВ ...  $\pm 1,5$ .

1.3.10 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (ОВП), вызванной влиянием сопротивления в цепи измерительного электрода, на каждые 500 МОм в диапазоне изменения от 0 до 1000 МОм, мВ .....  $\pm 0,5$ .



1.3.11 Диапазон показаний преобразователя при измерении рН, рН..... от 0,00 до 15,00.

1.3.12 Диапазон измерений преобразователя при измерении рН, рН..... от 0,00 до 14,00.

1.3.13 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении рН при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С, рН .....  $\pm 0,02$ .

1.3.14 Пределы допускаемой погрешности температурной компенсации преобразователя при измерении рН в диапазоне температур анализируемой среды от 0 до плюс 95 °С, рН .....  $\pm 0,03$ .

1.3.15 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности преобразователя при измерении рН, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые  $\pm 10$  °С от нормальной ( $20 \pm 5$ ) °С в пределах рабочего диапазона температур от плюс 5 до плюс 50 °С, рН .....  $\pm 0,01$ .

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

1.3.17 Время установления выходных сигналов (показаний) рН-метра, мин, не более ..... 5.

## **1.4 Состав изделия**

В состав рН-метра входят:

- блок преобразовательный с датчиком температуры;
- электроды в соответствии с таблицей 1.1;
- кабель датчика ВР31.22.200 (для рН-метра с комбинированным рН-электродом с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837);
- гальванические элементы (АА).

## **1.5 Устройство и работа**

### **1.5.1 Общие сведения о рН-метре**

рН-метр/милливольтметр портативный МАРК-901 (МАРК-901/1) представляет собой малогабаритный микропроцессорный прибор, предназначенный для измерений показателя активности ионов водорода (рН), температуры водных растворов в градусах Цельсия, окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и электродвижущей силы (ЭДС) в милливольтках.

Измеренное значение температуры, рН либо ЭДС (ОВП) (в зависимости от режима, выбранного пользователем и установленного электрода) выводятся на отсчетное устройство – цифровой жидкокристаллический индикатор с ценой младшего разряда 0,1 °С; 0,01 рН либо 1 мВ (в дальнейшем – индикатор).

При проведении измерений в зависимости от исполнения рН-метра используется либо комбинированный электрод, либо отдельные электроды (электрод измерительный и электрод сравнения).

**Примечание** – Для контроля водно-химического режима предприятий теплоэнергетики в рН-метре на основании данных, приведенных в МУ 34-70-114-85, реализована функция приведения значения  $pH_t$ , измеренного при температуре  $t$ , к значению  $pH_{25}$ , соответствующему значению при температуре 25 °С.

Данная функция имеет ограниченное применение и рекомендуется для растворов, представленных в МУ 34-70-114-85.

Диапазон приведения значений  $pH_t$  к  $pH_{25}$  – от плюс 5 до плюс 50 °С. Приведенное значение  $pH_{25}$  может быть выведено на индикатор нажатием кнопки «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

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

### 1.5.2 Принцип работы рН-метра

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

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

Сигнал (ЭДС) с электродной системы и сигнал с датчика температуры подаются на блок преобразовательный, в котором сигналы усиливаются, преобразуются в цифровую форму.

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

### 1.5.3 Конструкция рН-метра

рН-метр МАРК-901 представлен на рисунке 1.1а, рН-метр МАРК-901/1 – на рисунке 1.1б.

Конструктивно рН-метр состоит из блока преобразовательного и электрода.

Блок преобразовательный выполнен в пластмассовом корпусе и соединен неразъемным кабелем с датчиком температуры. Он производит преобразование сигналов от электродной системы и индикацию результатов измерений.



а) рН-метр/милливольтметр портативный MARK-901







б) рН-метр/милливольтметр портативный MARK-901/1

Рисунок 1.1

На передней панели блока преобразовательного расположены экран индикатора и кнопки, в соответствии с таблицей 1.5.

Таблица 1.5


Изображение кнопки	Назначение кнопки
ИЗМЕРЕНИЕ 	Выбор режима измерений (рН, рН <sub>25</sub> , температура, ЭДС (ОВП))
ГРАДУИРОВКА 	Переход в режим градуировка
ВВОД 	Ввод информации в запоминающее устройство при градуировке
	Включение либо отключение

На задней панели блока преобразовательного, рисунок 1.2, расположены: крышка, закрывающая батарейный отсек, отклоняемая подставка и маркировочная табличка.



Рисунок 1.2 – Блок преобразовательный (вид сзади)

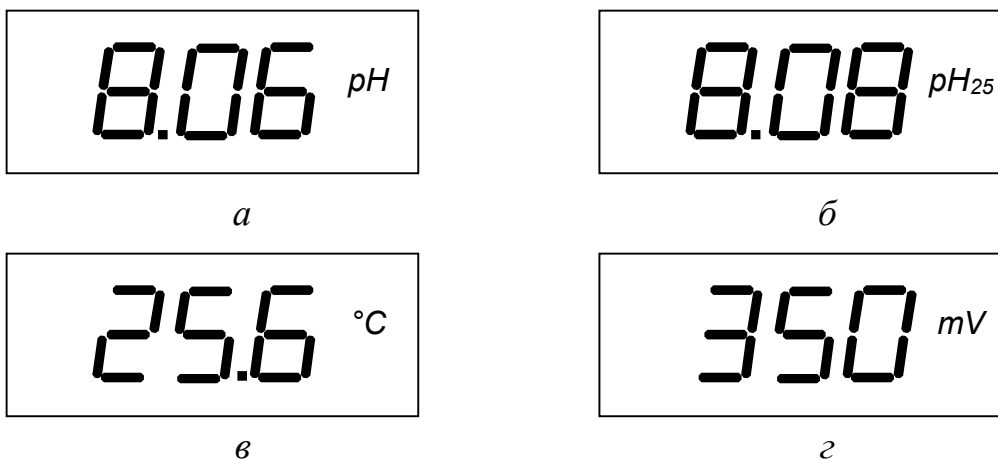
На верхней торцевой поверхности блока преобразовательного расположены разъемы:

- «рН/ОВП» для подключения электрода комбинированного, электрода редоксметрического комбинированного либо электрода измерительного;
- «Э С» для подключения электрода сравнения;
- « 3 В» для подключения зарядного устройства – источника питания ИП-101/3.

**Примечание** – Источник питания ИП-101/3 поставляется по согласованию с заказчиком.

#### 1.5.4 Экраны измерений

Вид экрана индикатора в режиме измерений рН, рН<sub>25</sub>, температуры и ЭДС – в соответствии с рисунками 1.3а, 1.3б, 1.3в и 1.3г соответственно.



*Рисунок 1.3 – Экраны измерений*

**Примечание** – Численные значения на данных изображениях экранов могут быть другими.

#### 1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Для проведения работ по техническому обслуживанию рН-метра дополнительно требуются следующие инструменты и принадлежности, не входящие в комплект поставки:

- отвертка крестовая 2 мм;
- шприц медицинский 2 см<sup>3</sup> для заливки электролита в электрод;
- колба К-2-1000-50;
- стакан В-1-250 ТХС ГОСТ 25336-82;
- раствор КСl с концентрацией 3 моль/дм<sup>3</sup>;

- раствор HCl концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;
- термометр лабораторный с диапазоном измерений от плюс 10 °С до плюс 40 °С и погрешностью измерений ± 0,1 °С.



## 1.7 Маркировка

1.7.1 Маркировка, наносимая на составные части анализатора, соответствует ГОСТ 26828-86.


1.7.2 На передней панели рН-метра нанесено:

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

1.7.3 На задней панели рН-метра укреплена табличка, на которой нанесены:

- знак утверждения типа;
- знак обращения на рынке государств-членов Таможенного союза;
- наименование и условное обозначение рН-метра;
- обозначение технических условий;
- заводской номер рН-метра;
- год выпуска;
- символ  («ВНИМАНИЕ!») в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.2.091-2012;
- надпись «НЕ ЗАРЯЖАТЬ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ»;
- разъем «рН/ОВП»;
- разъем «Э С»;
- разъем « 3 В».

1.7.4 В батарейном отсеке укреплена табличка, на которой нанесены:

- символ  («ВНИМАНИЕ!») в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 12.2.091-2012;
- маркировка полярности, номинальное значение постоянного тока и типоразмер гальванических элементов или аккумуляторных батарей;

1.7.5 В батарейном отсеке установлена гарантийная пломба.

1.7.6 Транспортная маркировка выполнена по ГОСТ 14192-96 с нанесением манипуляционных знаков «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», «Пределы температуры».

1.7.7 На транспортную тару (упаковку) наклеена этикетка, содержащая наименование и обозначение рН-метра, дату упаковки, товарный знак, телефоны, адрес и наименование предприятия-изготовителя.

## **1.8 Упаковка**

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

1.8.2 Временная противокоррозионная защита рН-метра – по варианту защиты ВЗ-0 ГОСТ 9.014-78.

1.8.3 Внутренняя упаковка – по варианту ВУ-1 ГОСТ 9.014-78.

1.8.4 Составные части рН-метра укладываются в картонную коробку в полиэтиленовые пакеты.

1.8.5 В отдельные полиэтиленовые пакеты укладываются:

- блок преобразовательный;
- кабель датчика (для комбинированного рН-электрода с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837);
- гальванические элементы АА;
- руководство по эксплуатации, паспорт и упаковочная ведомость.

1.8.6 Каждый электрод и его эксплуатационная документация перед укладкой в картонную коробку помещается в картонный футляр.

1.8.7 Свободное пространство в коробке заполняется амортизационным материалом.

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

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

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

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Эксплуатационные ограничения**

2.1.1 рН-метр предназначен для измерений:

- активности ионов водорода (от 0 до 14 рН);
- температуры водных растворов (от 0 до плюс 100 °С);
- окислительно-восстановительных потенциалов – редокс-потенциалов (от минус 1000 до плюс 1000 мВ);
- ЭДС (от минус 1000 до плюс 1000 мВ).

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

2.1.3 Блок преобразовательный должен располагаться таким образом, чтобы была исключена возможность попадания на него воды, так как он выполнен в корпусе со степенью защиты IP30.

2.1.4 Глубина погружения электродов в раствор при измерении рН должна быть не менее 16 мм.

2.1.5 Уровень электролита в электродах при измерениях должен быть выше уровня анализируемого раствора.

2.1.6 Глубина погружения датчика температуры в раствор должна быть не более длины измерительной части.

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

### **2.2 Указание мер безопасности**

2.2.1 К работе с рН-метром допускается персонал, изучивший настоящее руководство по эксплуатации, эксплуатационную документацию на применяемые электроды, правила работы с химическими растворами по ГОСТ 12.1.007-76 и ГОСТ 12.4.021-75, а также действующие на предприятии правила эксплуатации электроустановок.

2.2.2 По требованиям ЭМС рН-метр соответствует ТР ТС 020/2011 (ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 и ГОСТ Р 51522.1-2011).

### **2.3 Подготовка рН-метра к работе**

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

После пребывания рН-метра на холодном воздухе необходимо выдерживать его при комнатной температуре не менее 8 ч, после чего можно присту-



пить к подготовке рН-метра к работе.

### 2.3.1 Установка гальванических элементов или аккумуляторных батарей

**1 ВНИМАНИЕ: СТРОГО СОБЛЮДАТЬ** полярность при подключении электропитания. Несоблюдение этого условия может привести к выходу рН-метра из строя!

**2 ВНИМАНИЕ: ПРОВЕРИТЬ** перед установкой напряжение элементов питания!

Установить два гальванических элемента (AA) или две аккумуляторных батареи (AA) одной марки в батарейный отсек БП в соответствии с рисунком 2.1.

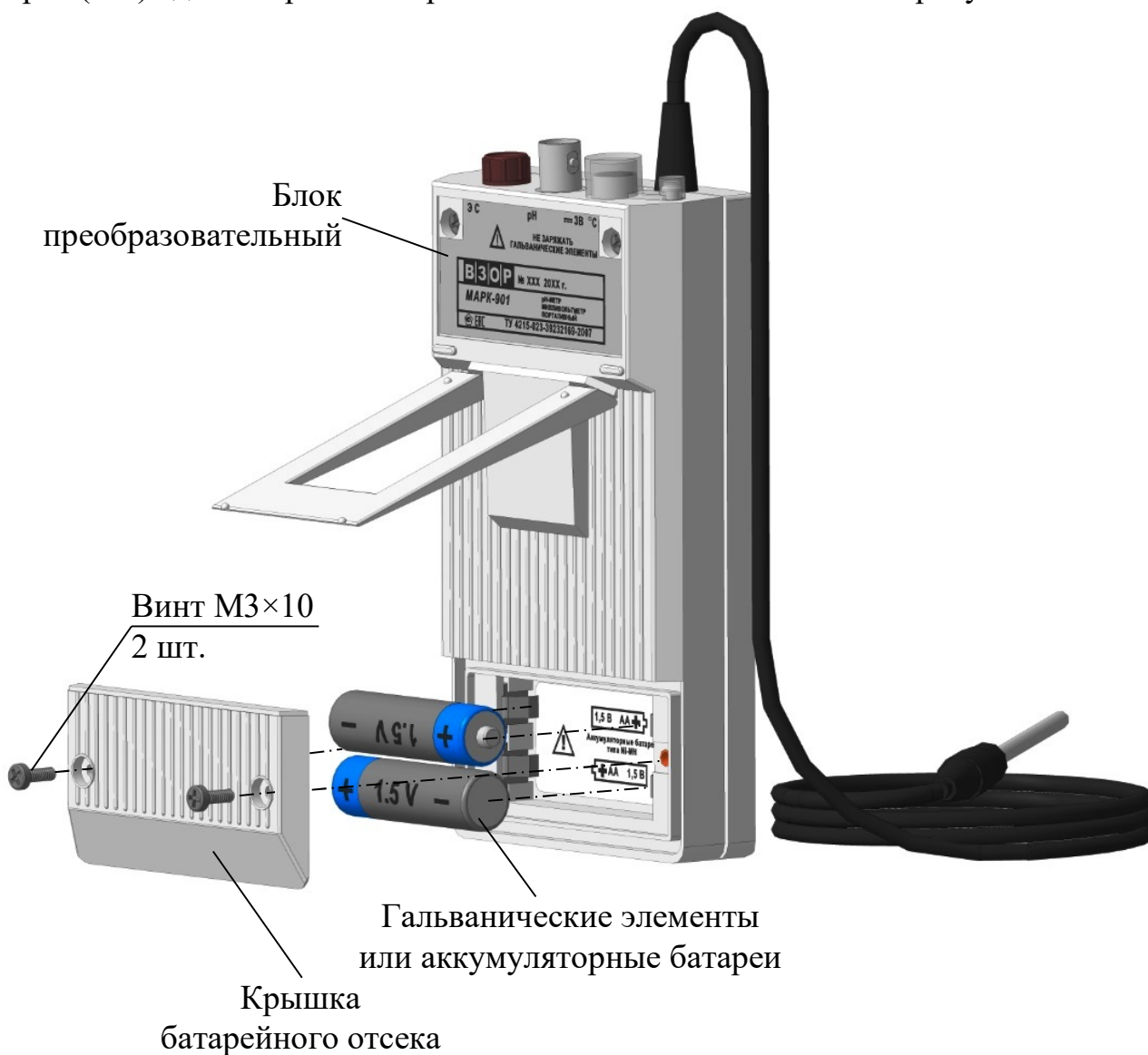


Рисунок 2.1 – Установка гальванических элементов либо аккумуляторных батарей

Для этого следует:

- снять крышку батарейного отсека, отвернув крепящие ее винты;
- установить два гальванических элемента (АА) либо две предварительно заряженных аккумуляторных батарей (АА) в положении, соответствующем маркировке внутри батарейного отсека;
- установить крышку батарейного отсека и завернуть крепящие винты.

### 2.3.2 Установка блока преобразовательного

Для удобства проведения измерений блок преобразовательный может быть установлен в панель несущую НП901 ВР24.03.300 (в дальнейшем панель несущая) в соответствии с рисунком 2.2.

**Примечание** – Панель несущая поставляется по согласованию с заказчиком.



*Рисунок 2.2 – Панель несущая НП901  
с установленным блоком преобразовательным*

### 2.3.3 Подготовка электрода (электродов)

2.3.3.1 Подготовить электрод (электроды) в соответствии с эксплуатационной документацией на электроды, входящие в комплект поставки.

При использовании комбинированного рН-электрода с гелевым заполнением, типа 201020/51-18-04-22-120/837, подсоединить кабель датчика ВР31.22.200 в соответствии с рисунком 2.3.



*Рисунок 2.3 – Подсоединение кабеля датчика к электроду*

2.3.3.2 Подсоединить к разъемам блока преобразовательного:

- «рН/ОВП» – электрод комбинированный, электрод редоксметрического комбинированный либо электрод измерительный;
- «Э С» – электрод сравнения.

Пример подсоединения электрода (электродов) к блоку преобразовательному в соответствии с рисунком 2.4 в зависимости от исполнения рН-метра.

Выполнить градуировку рН-метра в соответствии с п. 2.3.4.

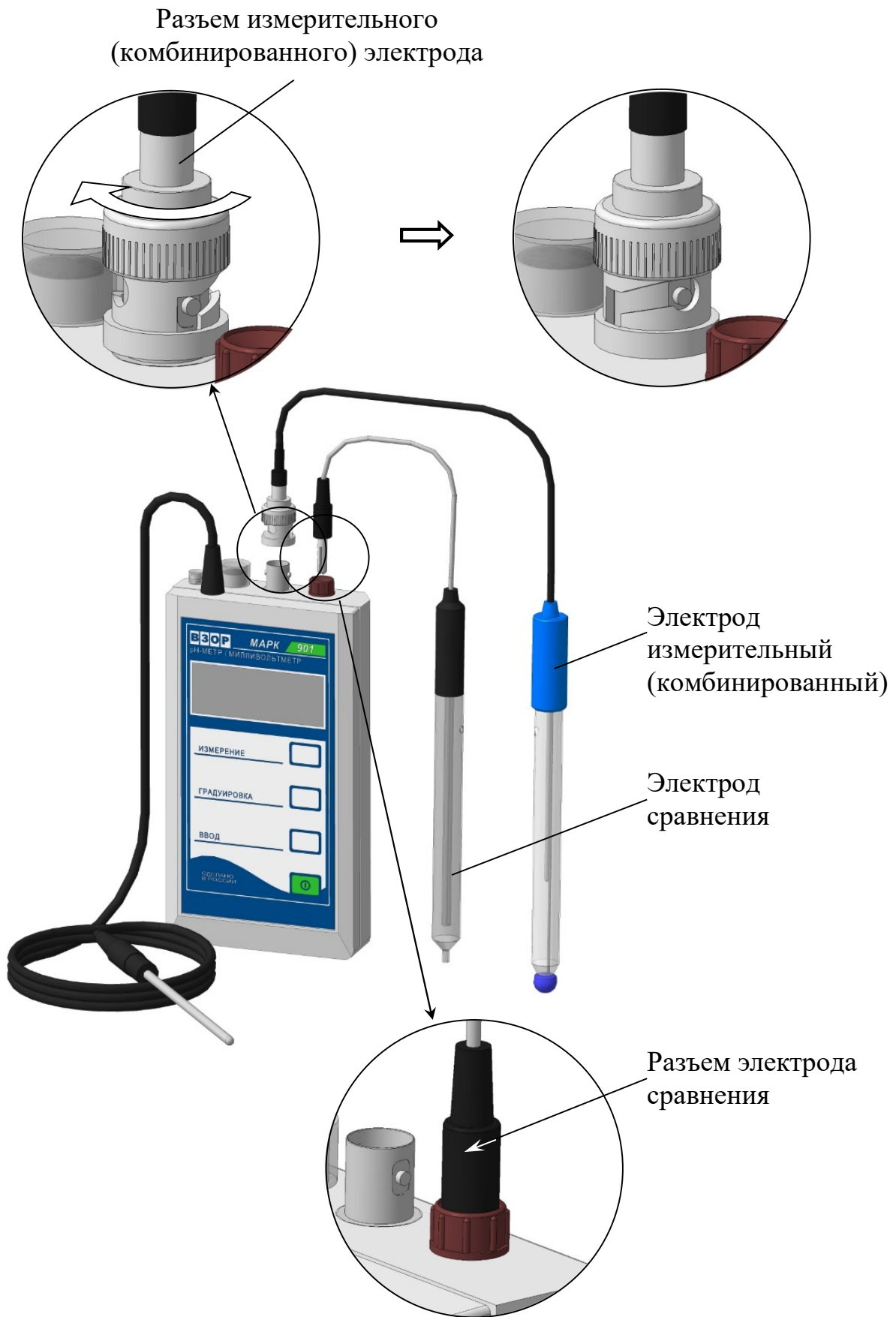


Рисунок 2.4 – Установка электродов

### 2.3.4 Градуировка рН-метра

#### 2.3.4.1 Общие указания

**1 ВНИМАНИЕ: НЕОБХОДИМО** открыть заливочное отверстие электрода сравнения либо комбинированного электрода перед проведением градуировки!

**2 ВНИМАНИЕ: НЕ ПРОВОДИТЬ** градуировку электрода редокс-метрического комбинированного!

Градуировка должна осуществляться по буферным растворам – рабочим эталонам рН 2-го разряда по ГОСТ 8.120-2014, приготовленные из стандарт-титров по ГОСТ 8.135-2004, воспроизводящие значения рН 1,65 и 9,18.

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

Градуировку рН-метра с подключенными электродами проводят:

- при вводе рН-метра в эксплуатацию;
- один раз в месяц;
- при появлении сомнений в показаниях рН-метра;
- при получении рН-метра из ремонта или после длительного хранения;
- при замене электрода.

#### 2.3.4.2 Порядок градуировки рН-метра

1 Промыть электрод (электроды) и датчик температуры сначала в дистиллированной воде (последовательно в двух сосудах), а затем в первом буферном растворе, по которому следует провести градуировку – в буферном растворе с номинальным значением рН 1,65 при 25 °С.

2 Включить рН-метр.

3 Поместить рН-электрод (электроды) и датчик температуры в неиспользованный ранее буферный раствор с номинальным значением рН 1,65 при 25 °С и выдержать 10 мин.

4 Нажать кнопку «**ГРАДУИРОВКА**», индикатор примет вид в соответствии с рисунком 2.5.

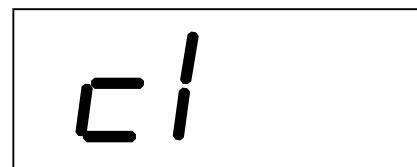


Рисунок 2.5

5 Нажать кнопку «**ВВОД**», начнет мигать символ « **C** ».

6 Через некоторое время на индикаторе появится мигающее значение рН первого буферного раствора в соответствии с таблицей Б.1 (в зависимости от температуры буферного раствора).

7 Нажать кнопку «**ВВОД**». Градуировка по первому буферному раствору завершена. Индикатор примет вид в соответствии с рисунком 2.6.

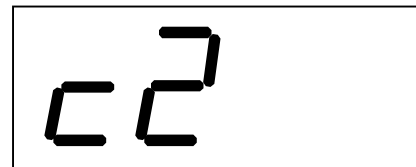


Рисунок 2.6

8 Извлечь рН-электрод (электроды) и датчик температуры из буферного раствора с номинальным значением рН 1,65 при 25 °С.

9 Промыть рН-электрод (электроды) и датчик температуры сначала в дистиллированной воде (последовательно в двух сосудах), а затем во втором буферном растворе, по которому следует провести градуировку – в буферном растворе с номинальным значением рН 9,18 при 25 °С.

10 Поместить рН-электрод (электроды) и датчик температуры в неиспользовавшийся ранее буферный раствор с номинальным значением рН 9,18 при 25 °С и выдержать в буферном растворе 10 мин.

11 Нажать кнопку «**ВВОД**», начнёт мигать символ «**С**».

12 Через некоторое время на индикаторе появится мигающее значение рН второго буферного раствора в соответствии с таблицей Б.1 (в зависимости от температуры буферного раствора).

13 Нажать кнопку «**ВВОД**». Градуировка закончена, рН-метр перейдет в режим измерения.

В рН-метре предусмотрена возможность выхода из режима градуировки на любом этапе путем нажатия кнопки «**ИЗМЕРЕНИЕ**».

Если после выхода из режима градуировки рН-метр не был выключен, а этап градуировки по первому буферному раствору с номинальным значением рН 1,65 при 25 °С выполнен полностью, продолжить процесс градуировки можно, начиная с этапа градуировки по второму буферному раствору. Для этого необходимо дважды нажать кнопку «**ГРАДУИРОВКА**» и провести градуировку по второму буферному раствору, начиная с п. 9.

Процедура градуировки рН-метра заканчивается только после завершения этапа градуировки по второму буферному раствору с номинальным значением рН 9,18 при 25 °С.

Если во время проведения градуировки на индикаторе появляется надпись в соответствии с рисунком 2.7, то необходимо выйти из режима градуировки и проверить качество буферных растворов, рН-электрод и соединительные провода.



Рисунок 2.7

## 2.4 Проведение измерений с рН-электродом

### 2.4.1 Проведение измерений без дополнительного оборудования

Подготовить составные части рН-метра и рН-метр в целом к работе, руководствуясь п. 2.3.

При проведении измерений следует:

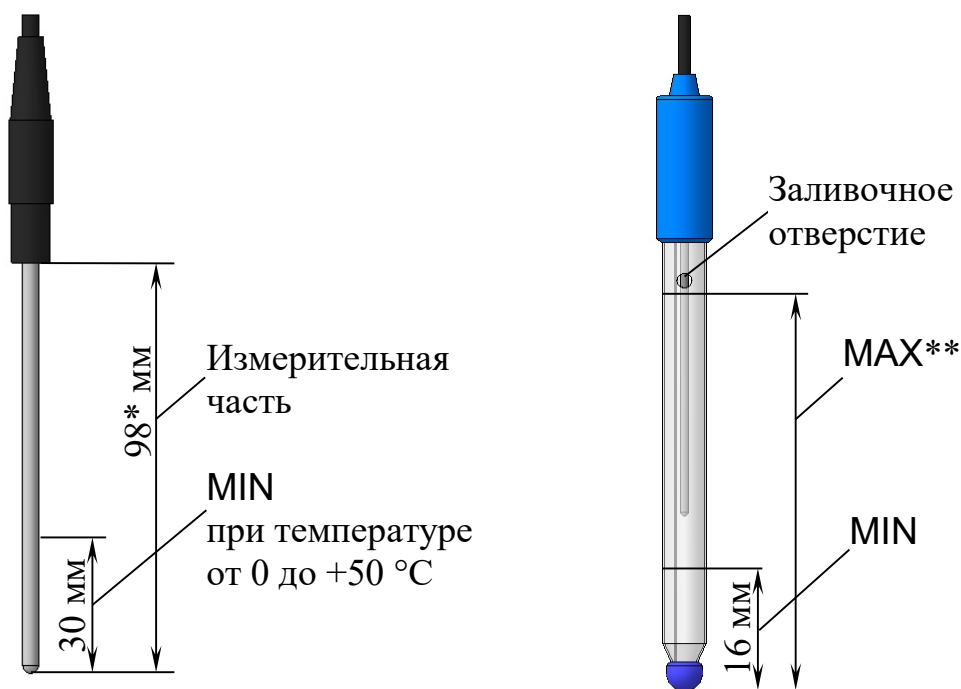
- а) снять защитный колпачок с электрода (если он установлен);
- б) открыть заливочное отверстие электрода;
- в) погрузить электрод и всю измерительную часть датчика температуры в анализируемую среду (водный раствор) в соответствии с рисунком 2.8;

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: НЕ ДОПУСКАТЬ** воздействие среды с температурой более 70 °С на кабель датчика температуры!

**Примечание** – Допускается погружать измерительную часть датчика температуры на глубину от 30 мм при температуре анализируемой среды до 50 °С.

- г) зафиксировать установившиеся показания с индикатора рН-метра.

Пример расположения комбинированного электрода и датчика температуры – в соответствии с рисунком 2.9.



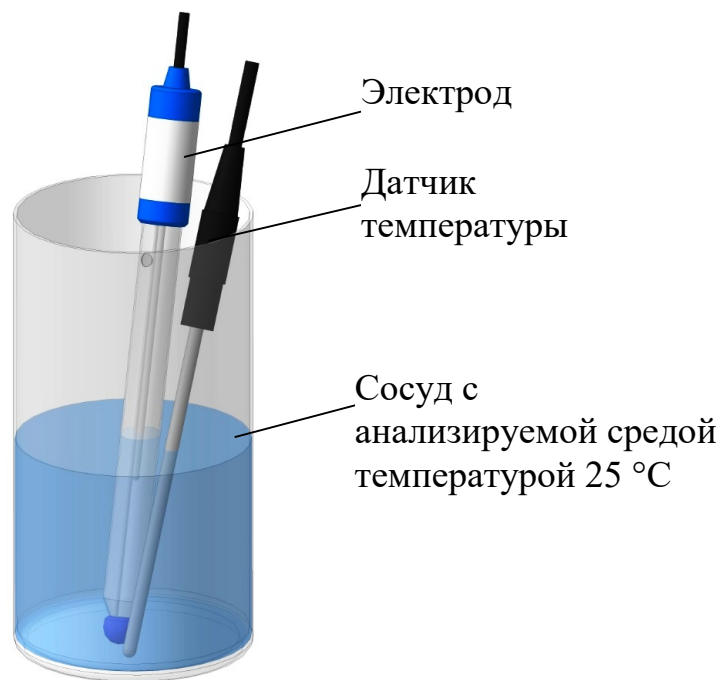
а – Датчик температуры

б – Электрод

\* Размер для справок.

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

Рисунок 2.8 – Глубина погружения



*Рисунок 2.9 – Расположение комбинированного электрода и датчика температуры при проведении измерений (без дополнительного оборудования)*

## 2.4.2 Проведение измерений с использованием дополнительного оборудования

### 2.4.2.1 Общие сведения

При проведении измерений с рН-метром может использоваться дополнительное оборудование в соответствии с таблицей 2.1.

*Таблица 2.1*

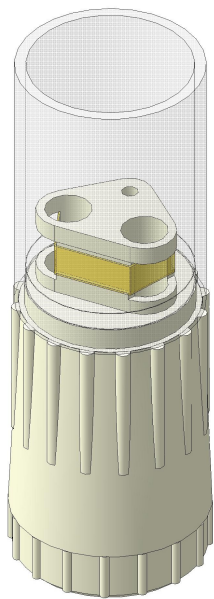
Наименование оборудования	Обозначение	Общий вид
Кожух защитный К-901	ВР24.03.100	рисунок 2.10а
Модуль проточно-наливной МПН-901/903	ВР24.03.200	рисунок 2.10б

### **Примечания**

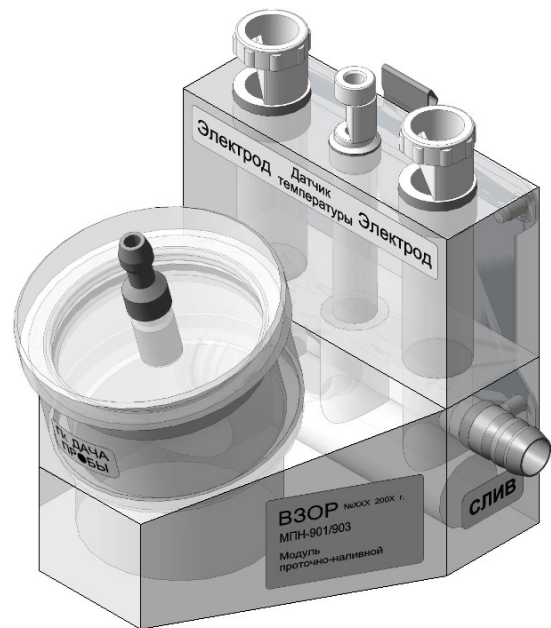
- 1 Дополнительное оборудование поставляется по согласованию с заказчиком.
- 2 Дополнительное оборудование предназначено для установки электродов с диаметром погружной части не более 12,5 мм.

**ВНИМАНИЕ:** Температура анализируемой среды при проведении измерений с дополнительным оборудованием должна быть в диапазоне от 0 до плюс 50 °С!





*а – Кожух защитный  
К-901*



*б – Модуль проточно-наливной  
МПН-901/903*

*Рисунок 2.10 – Дополнительное оборудование*

#### 2.4.2.2 Проведение измерений с использованием кожуха защитного К901

**1 ЗАПРЕЩАЕТСЯ:** Погружать кожух в кислоты концентрацией более 15 %!

**2 ЗАПРЕЩАЕТСЯ:** Применять при обслуживании кожуха органические растворители, разрушающие оргстекло PLEXIGLAS XT (например, спирт)!

**3 ВНИМАНИЕ:** СОБЛЮДАТЬ ОСТОРОЖНОСТЬ при установке электрода (электродов) в кожух, поскольку в их конструкции использованы хрупкие материалы!

Кожух защитный К-901 ВР24.03.1000 (в дальнейшем кожух) служит для защиты электродов при проведении измерений, а также при транспортировке рН-метра.

Для проведения измерений с использованием кожуха:

- снять защитный колпачок с электродов (если колпачок установлен);
- открыть заливочное отверстие электрода (электродов);
- смочить электрод (электроды) и датчик температуры дистиллированной водой;
- установить электрод (электроды) и датчик температуры в корпус ВР24.03.110 (пример расположения электродов и датчика температуры в корпусе – в соответствии с рисунком 2.11);
- отвернуть крышку ВР24.03.102 от корпуса ВР24.03.110;

- погрузить в анализируемую среду кожух с установленным электродом (электродами) и датчиком температуры в соответствии с рисунком 2.12;
- снять установившиеся показания с индикатора рН-метра.

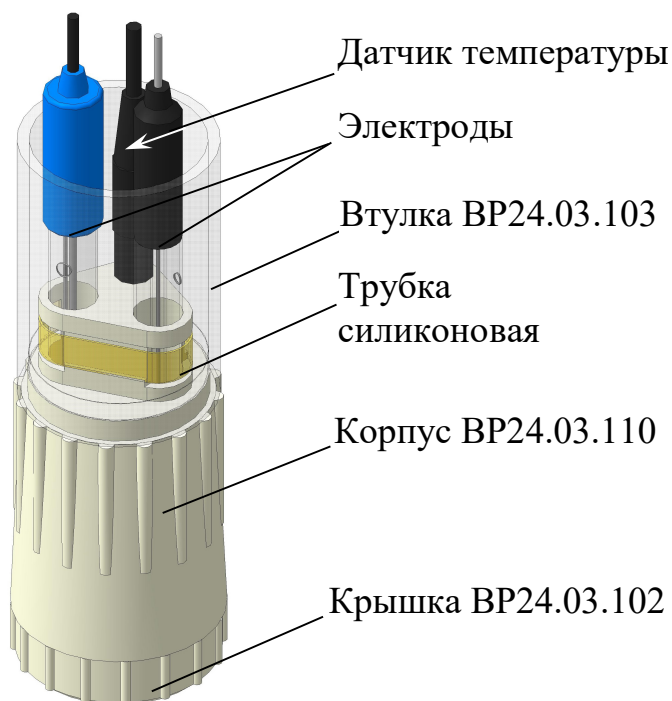


Рисунок 2.11 – Кожух защитный K-901 с установленными электродами и датчиком температуры

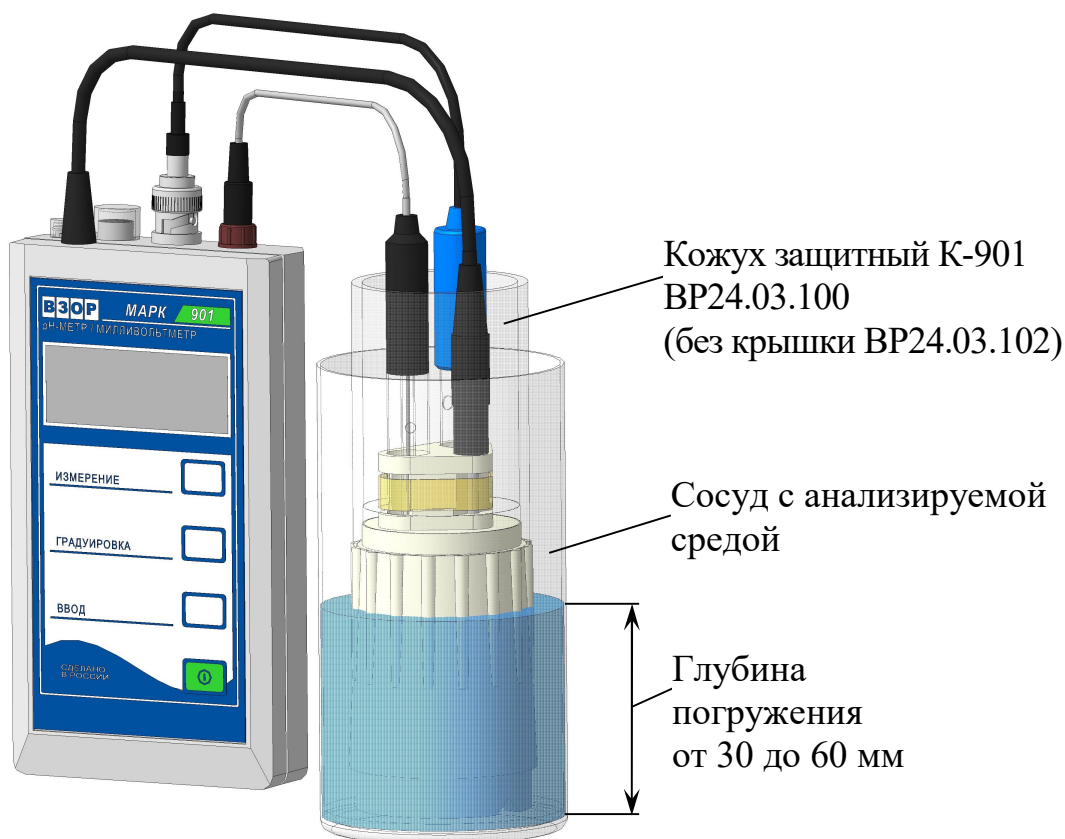


Рисунок 2.12 – Проведение измерений с использованием кожуха защитного K-901

### 2.4.3 Проведение измерений с использованием модуля проточно-наливного МПН-901/903

Модуль проточно-наливной МПН-901/903 предназначен для проведения измерений pH водных растворов удельной электрической проводимостью более 3 мкСм/см – преимущественно водно-аммиачных растворов. Основное назначение модуля – обеспечение удобства измерений в режиме с непосредственным наливом пробы в модуль (аналог – измерение в стакане). Для небольших потоков (не более 200 см<sup>3</sup>/мин) возможен и проточный режим измерения.

Проведение измерений с модулем проточно наливным МПН-901/903 и установку датчика температуры и электродов производить в соответствии с руководством по эксплуатации ВР24.03.200РЭ.

**Примечание** – Модуль проточно-наливной МПН-901/903 может быть установлен на панель несущую НП901.

Пример расположения pH-метра и модуля проточно-наливного МПН-901/903 на панели несущей при проведении измерений – в соответствии с рисунком 2.12.

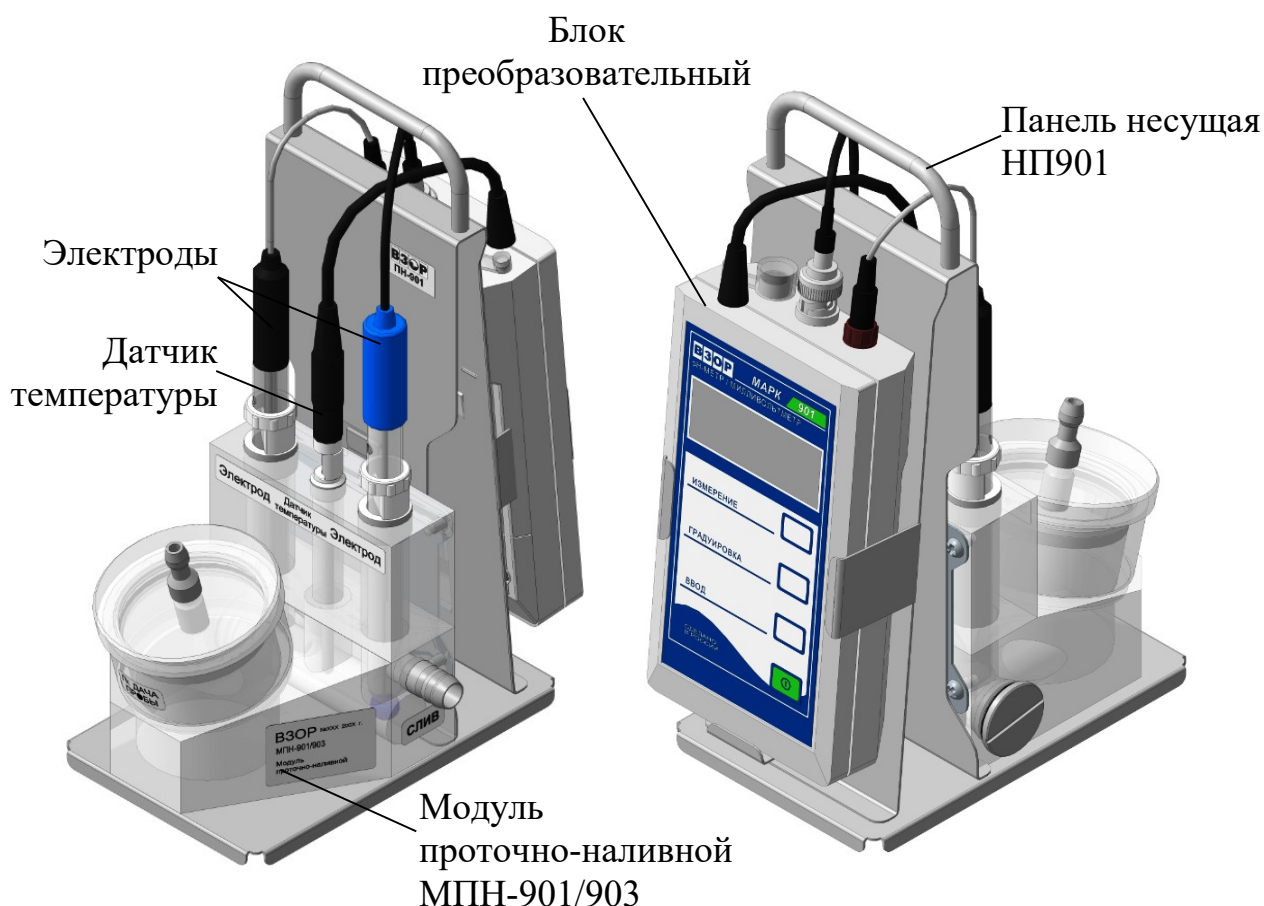


Рисунок 2.13 – Расположение pH-метра и модуля проточно-наливного МПН-901/903 на панели несущей НП901

## **2.5 Работа с электродом редоксметрическим комбинированным**

Подготовить блок преобразовательный и электрод редоксметрический комбинированный ЭРП-105 (в дальнейшем редокс-электрод) к работе, руководствуясь пп. 2.3.1-2.3.3.

Особенности эксплуатации редокс-электрода в соответствии с его эксплуатационной документацией.

Погрузить редокс-электрод в анализируемую среду.

Зафиксировать показания блока преобразовательного по ОВП, мВ, в режиме ЭДС. Значения ОВП, мВ, на индикаторе блока преобразовательного соответствуют значениям ОВП относительно хлорсеребряного электрода сравнения.

Для получения значения ОВП, мВ, относительно нормального водородного электрода согласно ГОСТ 8.450-81 необходимо к показаниям рН-метра прибавить 212 мВ.

**Примечание** – Допустимое отклонение от установившегося значения составляет  $\pm 13$  мВ.

## **2.6 Завершение измерений**

После окончания измерений промыть электроды и кожух (если он применялся) дистиллированной водой, навернуть основание на кожух.

Завершение измерений с использованием модуля проточно-наливного МПН-901/903 в соответствии с руководством по эксплуатации ВР24.03.200РЭ.

## **2.7 Перерыв в работе рН-метра между измерениями**

При перерыве в работе рН-метра между измерениями необходимо выключить рН-метр.

Хранение электрода (электродов) между измерениями – в соответствии с эксплуатационной документацией на электрод (электроды).

### **Примечания**

1 В перерывах между измерениями рекомендуется поместить электрод в сосуд с раствором, приготовленным в соответствии с эксплуатационной документацией на электроды, входящие в комплект поставки.

2 Для уменьшения расхода электролита в электроде рекомендуется, в нерабочем состоянии, заливочное отверстие электрода держать закрытым.

## 2.8 Возможные неисправности и методы их устранения

2.8.1 Перечень возможных неисправностей и методов устранения приведен в таблице 2.2.



Таблица 2.2

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
1 рН-метр не включается либо отключается сразу после включения	Напряжение питания ниже 2,2 В	Заменить гальванические элементы либо зарядить (заменить) аккумуляторные батареи пп. 3.3.4, 3.3.5, с учетом требования п. 1.2.7. Обратить внимание на годность (значение напряжения) элементов питания
	Плохой контакт с гальваническими элементами либо аккумуляторными батареями	Открыть батарейный отсек, очистить контакты блока преобразовательного и гальванических элементов либо аккумуляторные батареи. Обратить внимание на годность (значение напряжения) элементов питания
2 Показания рН-метра неустойчивы	Обрыв в кабеле или отсутствие контакта в разъеме кабеля электрода	Проверить и обеспечить надежный контакт или устранить обрыв в кабеле
3 При градуировке рН-метра по буферным растворам показания рН-метра почти не изменяются при переносе рН-электрода (электродов) из одного буферного раствора в другой	Неисправность электрода (одного из электродов)	Заменить электрод
4 При градуировке рН-метра по буферным растворам на индикаторе высвечивается «Err»	Обрыв в кабеле или отсутствие контакта в разъеме кабеля электрода	Проверить и обеспечить надежный контакт или устранить обрыв в кабеле
	Неисправность электрода	Заменить электрод
5 В режиме измерения рН, на экране высвечивается «--- рН»	Измеренное значение рН>19,99 (неисправен электрод либо блок преобразовательный)	Заменить электрод
		Ремонт блока преобразовательного в заводских условиях

## 2.8.2 Установка расчетных параметров градуировки электродной системы по рН

Установка расчетных параметров градуировки электродной системы по рН применяется для проверки блока преобразовательного при появлении сомнений в правильности показаний рН-метра.

Для этого необходимо:

- выключить питание рН-метра, нажав кнопку «»;
- нажать кнопку «**ВВОД**» и, не отпуская ее, включить питание рН-метра, нажав кнопку «» (на индикаторе должна появиться надпись «*donE*»);
- отпустить кнопку «**ВВОД**»;
- выключить, а затем включить питание рН-метра.

Для проверки блока преобразовательного следует подать на его вход ЭДС  $E$ , мВ, в соответствии с таблицей 2.3.

Таблица 2.3

Значение рН	Напряжение, подаваемое на вход блока преобразовательного, мВ
0,00	407,5
3,00	233,1
6,00	58,7
9,00	– 115,7
12,00	– 285,6
15,00	– 453,3

**Примечание** – Приведенные значения напряжений соответствуют температуре 20 °С.

### 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

#### 3.1 Меры безопасности

Перед проведением технического обслуживания следует:

- выключить рН-метр;
- отсоединить электроды от блока преобразовательного при необходимости.

#### 3.2 Общие указания

Все виды технического обслуживания (далее – ТО) выполняются квалифицированным оперативным персоналом, изучившим настоящее руководство по эксплуатации, действующие на предприятии правила эксплуатации электроустановок и меры безопасности при работе с химическими реактивами.

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

В состав нерегламентированного ТО входят:

- эксплуатационный уход;
- содержание рН-метра в исправном состоянии;
- своевременная замена изношенных узлов и деталей.

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

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 мес.	один раз в три мес.	еже- годно
3.3.1	Внешний осмотр	*	*	+
3.3.2	Проверка функционирования рН-метра	*	*	+
3.3.3	Очистка блока преобразовательного	*	*	*
3.3.4 2.3.3	Замена изделий с ограниченным ресурсом: – гальванических элементов либо аккумуляторных батарей; – электродов.	*	*	*
3.3.5	Зарядка аккумуляторных батарей	*	*	*
3.3.6	Проверка показаний по температуре	*	*	+
2.3.4	Градуировка рН-метра	+	+	+
**				
Условные обозначения: «+» – техническое обслуживание проводят; «*» – техническое обслуживание проводят при необходимости; «**» – техническое обслуживание проводят при замене электродов.				

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


### **3.3 Техническое обслуживание составных частей**

#### **3.3.1 Внешний осмотр**


При проведении внешнего осмотра рН-метра проверяют:

- отсутствие механических повреждений электродов и блока преобразовательного;
- исправность разъемов, кнопок, соединительных кабелей;
- правильность и четкость маркировки.

#### **3.3.2 Проверка функционирования рН-метра**

Для проведения проверки функционирования рН-метра в различных режимах работы включают рН-метр и проверяют работоспособность кнопок «», «ИЗМЕРЕНИЕ», «ГРАДУИРОВКА» и «ВВОД».

Результат проверки считают удовлетворительным, если:

- при нажатии кнопки «» происходит включение рН-метра;
- при нажатии кнопки «ИЗМЕРЕНИЕ» осуществляется переключение между режимами измерений (рН, температуры, ЭДС, рН<sub>25</sub>);
- при нажатии кнопки «ГРАДУИРОВКА» осуществляется выбор режима градуировки рН-метра;
- при нажатии кнопки «ВВОД» осуществляется ввод информации в запоминающее устройство при градуировке.

#### **3.3.3 Очистка блока преобразовательного**

Очистку наружной поверхности блока преобразовательного, в случае загрязнения, производить с использованием мягких моющих средств, с последующим очищением мягкой тканью смоченной в дистиллированной воде.

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: НЕ ДОПУСКАТЬ попадания влаги внутрь блока преобразовательного!**



**Примечание** – В качестве мягкого моющего средства можно использовать мыльный раствор: 40-50 г стружки мыла по ГОСТ 28546-2002 растворить в 300-400 см<sup>3</sup> горячей воды.

### 3.3.4 Замена гальванических элементов или аккумуляторных батарей

**1 ВНИМАНИЕ:** При замене гальванических элементов или аккумуляторных батарей следует заменять все гальванические элементы или аккумуляторные батареи вместе и в одно и то же время новыми одной марки и типа!

**2 ВНИМАНИЕ: СТРОГО СОБЛЮДАТЬ** полярность при подключении электропитания! Несоблюдение этого условия может привести к выходу рН-метра из строя.

**3 ВНИМАНИЕ:** Не допускается использовать острые предметы для извлечения элементов питания или аккумуляторных батарей из батарейного отсека рН-метра!

**4 ВНИМАНИЕ: ПРОВЕРИТЬ** перед установкой напряжение элементов питания!

Замена гальванических элементов требуется, если:

- анализатор не включается;
- на индикаторе появился знак «» – напряжение питания ниже 2,4 В.

Замена аккумуляторов требуется, если после зарядки аккумуляторов (п. 3.3.5) рН-метр не включается.

Установку новых гальванических элементов питания или аккумуляторных батарей производить в соответствии с п. 2.3.1.

Для замены использовать гальванические элементы или аккумуляторные батареи типа АА.

### 3.3.5 Зарядка аккумуляторных батарей

**ВНИМАНИЕ: НЕ ДОПУСКАЕТСЯ** зарядка не перезаряжаемых батарей – гальванических элементов!

Зарядку аккумуляторов производить с помощью предназначенного для этого источника питания ИП-101/3 ТУ 26.51.82-021-39232169-2018 (идентичны ТУ 4215-021-39232169-2013) со встроенным зарядным устройством.

Подключение источника питания ИП-101/3 к блоку преобразовательному – в соответствии с рисунком 3.1.



*Рисунок 3.1 – Зарядка аккумуляторных батарей*

Независимо от того, включен рН-метр или нет, происходит зарядка аккумуляторных батарей при подключении к рН-метру включенного в сеть источника питания ИП-101/3.

Правила эксплуатации источника питания ИП-101/3 – в соответствии с руководством по эксплуатации ВР17.05.000РЭ.

Рекомендуется заряжать аккумуляторные батареи в диапазоне температур от плюс 5 °С до плюс 50 °С.

Если продолжительная зарядка аккумуляторных батарей не дает результата (превышено количество циклов заряд-разряд), заменить аккумуляторные батареи в соответствии с п. 3.3.4.

### 3.3.6 Проверка показаний по температуре

Для выполнения проверки показаний рН-метра по температуре следует выдержать датчик температуры блока преобразовательного погруженным в сосуде с водой комнатной температуры не менее 10 мин. Рядом с датчиком температуры поместить лабораторный термометр в соответствии с рисунком 3.2.

Разница между показаниями рН-метра и лабораторного термометра не должна выходить за пределы  $\pm 0,3$  °С.

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



*Рисунок 3.2 – Проверка показаний по температуре*

## **4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

### **4.1 Транспортирование**

Условия транспортирования рН-метров в упаковке предприятия-изготовителя в условиях хранения 5 по ГОСТ 15150-69 при температуре от минус 20 (минус 5) до плюс 50 °С, в зависимости от типа электрода, по правилам и нормам, действующим на каждом виде транспорта.

### **4.2 Хранение**

#### **4.2.1 Хранение блока преобразовательного**

##### **4.2.1.1 Условия хранения до ввода в эксплуатацию**

Блок преобразовательный следует хранить в упаковке предприятия-изготовителя в крытом помещении на стеллажах в условиях хранения 1 по ГОСТ 15150-69.

В воздухе помещений для хранения не должно быть агрессивных примесей, вызывающих коррозию.

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

##### **4.2.1.2 Хранение после эксплуатации**

При подготовке к хранению следует:

- выключить рН-метр;
- извлечь гальванические элементы АА или аккумуляторные батареи АА из батарейного отсека блока преобразовательного;
- соблюдать условия хранения приведенные в п. 4.2.1.1.

#### **4.2.2 Хранение электродов**

Хранение электродов осуществлять с учетом сведений, приведенных в эксплуатационной документации на электроды, входящие в комплект поставки.

Зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 23927-18

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)

УТВЕРЖДАЮ

Главный метролог  
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

Т.Б. Змачинская

2017 г.



pH-метр/милливольтметр портативный

МАРК-901

Методика поверки

СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «ВЗОР»

  
\_\_\_\_\_ Е.В. Киселев

Гл. конструктор ООО «ВЗОР»

  
\_\_\_\_\_ А.К. Родионов

г. Нижний Новгород  
2017 г.

## **А.1 Область применения**

Настоящая методика распространяется на рН-метр/милливольтметр портативный МАРК-901 исполнений МАРК-901, МАРК-901/1, предназначенный для измерений активности ионов водорода (рН), окислительно-восстановительных потенциалов (ОВП), температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) водных растворов, а также электродвижущей силы (ЭДС) и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## **А.2 Используемые нормативные ссылки**

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

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

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

## **А.3 Метрологические характеристики рН-метра, проверяемые при поверке**

А.3.1 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН при температуре анализируемой среды ( $25,0 \pm 0,2$ )  $^{\circ}\text{C}$  и температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ )  $^{\circ}\text{C}$  должны быть, рН:

- для исполнения МАРК-901 .....  $\pm 0,10$ ;
- для исполнения МАРК-901/1 .....  $\pm 0,05$ .

А.3.2 Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН, вызванной изменением температуры анализируемой среды (погрешность температурной компенсации рН-метра) в диапазоне температурной компенсации рН-метра в соответствии с таблицей 1.1, рН:

- а) для исполнения МАРК-901:  
 – с электродами ЭСК-10601/7(К80.7), ЭСКЛ-08М и 201020/51-18-04-22-120/837 .....  $\pm 0,20$ ;  
 – с электродом ЭСК-10303/7(К80.7), на каждые  $\pm 20$  °С от нормальной  $(25,0 \pm 0,2)$  °С .....  $\pm 0,10$ ;  
 б) для исполнения МАРК-901/1 .....  $\pm 0,10$ .

Таблица А.3.1 – Диапазон температурной компенсации рН-метра

Тип применяемых электродов	Диапазон температурной компенсации рН-метра, °С
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10601/7(К80.7)	от 0 до +95
Электрод стеклянный ЭС-10601/7(К80.7)	
Электрод сравнения ЭСр-10101-3,0(К80.4)	
Электрод сравнения ЭСр-10103-3,0(К80.4)	
Электрод стеклянный комбинированный ЭСК-10303/7(К80.7)	от +20 до +95
Электрод стеклянный комбинированный лабораторный ЭСКЛ-08М	от 0 до +50
Комбинированный рН-электрод с гелевым заполнением, тип 201020/51-18-04-22-120/837	от 0 до +80
Электрод стеклянный лабораторный ЭСЛ-43-07СР	от 0 до +40
Электрод вспомогательный лабораторный ЭВЛ-1МЗ.1	

А.3.3 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении температуры анализируемой среды при температуре окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  °С должны быть, °С .....  $\pm 0,3$ .

А.3.4 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (ОВП) при температуре окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  °С должны быть, мВ .....  $\pm 2$ .

#### А.4 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице А.4.1.

Таблица А.4.1

Наименование операции	Номера пп. методики поверки	Необходимость проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	А.10.1	+	+
2 Опробование	А.10.2	+	+
3 Определение основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН	А.10.3	+	+
4 Определение дополнительной погрешности рН-метра при измерении рН, вызванной изменением температуры анализируемой среды (погрешность температурной компенсации рН-метра)	А.10.4	+	+
5 Определение основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении температуры анализируемой среды	А.10.5	+	+
6 Определение основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (ОВП)	А.10.6	+	+
<b><u>Примечания</u></b>			
1 Знак «+» означает, что операцию проводят.			
2 При получении отрицательного результата после любой из операций поверка прекращается, рН-метр бракуется.			

## А.5 Средства поверки

Для проведения поверки должны быть применены средства, указанные в таблице А.5.1.

Таблица А.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
А.8	Гигрометр психрометрический типа ВИТ-1 Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 20 до 90 %. Абсолютная погрешность измерения $\pm 7$ %.



## Продолжение таблицы А.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
А.8	Барометр-анероид БАММ-1 ТУ-25-04-15-13-79. Диапазон измеряемого давления от 80 до 106 кПа. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,2$ кПа
А.9.3, А.10.3, А.10.4	Буферные растворы – рабочие эталоны рН 2-го разряда по ГОСТ 8.120-2014, приготовленные из стандарт-титров по ГОСТ 8.135-2004, воспроизводящие значения рН: 1,65; 4,01; 9,18. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения $\pm 0,01$ .
А.10.6	Прибор для поверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12. Диапазон выходных калибровочных напряжений $1 \cdot 10^{-7}$ -1000 В. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности на пределе 1 В: $2 \cdot 10^{-5} U_k + 1 \cdot 10^{-6}$ В, где $U_k$ – калибровочное напряжение, В. Имитатор электродной системы типа И-02. Диапазон выходного напряжения имитатора от 0 до $\pm 2011$ мВ с дискретностью установки 0,1 мВ.
А.10.3, А.10.4, А.10.5	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300. Диапазон измерения от минус 50 до плюс 300 °С. Погрешность измерения $\pm 0,05$ °С Термостат жидкостный ТЖ-ТС-01/26. Диапазон регулирования температуры от плюс 10 до плюс 100 °С. Погрешность поддержания температуры $\pm 0,1$ °С.
А.10.3, А.10.4	Посуда мерная лабораторная стеклянная ГОСТ 23932-90
А.9.3, А.10.3, А.10.4, А.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 Вместо прибора В1-12 допускается использование другого прибора с погрешностью установки выходного напряжения на пределе 1 В не более  $\pm 0,1$  мВ.

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

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

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

## **А.6 Требования к квалификации поверителя**

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

## **А.7 Требования безопасности**

А.7.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования 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.

А.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.

А.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 должно проводиться по ГОСТ 12.0.004-2015.

## А.8 Условия проведения поверки

А.8.1 Поверка должна проводиться в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С ..... ( $20 \pm 5$ );
- относительная влажность воздуха, % ..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа ..... от 84,0 до 106,7;
- температура анализируемой среды, °С ..... ( $25,0 \pm 0,2$ );
- питание оборудования ..... от сети переменного тока  
частотой ( $50,0 \pm 0,5$ ) Гц  
и напряжением ( $220,0 \pm 4,4$ ) В.

А.8.2 Вибрация, тряска, удары, влияющие на работу рН-метров, не допускаются.

## А.9 Подготовка к поверке

А.9.1 Основное и вспомогательное оборудование, указанное в разделе А.4, подготовить к работе в соответствии с требованиями нормативных документов и ЭД.

А.9.2 Поверяемый рН-метр с электродами подготовить к работе в соответствии с п. 2.3 руководства по эксплуатации.

А.9.3 Буферные растворы – рабочие эталоны рН приготовить, как указано в инструкциях на стандарт-титры для рН-метрии.

**Примечание** – Буферные растворы готовят непосредственно перед проведением измерений.

## А.10 Проведение поверки

### А.10.1 Внешний осмотр

На поверку предъявляют паспорт и руководство по эксплуатации.  
При проведении внешнего осмотра проверяют:

- комплектность рН-метра;
  - наличие установленных в батарейном отсеке гальванических элементов (АА) либо аккумуляторных батарей (АА);
  - целостность корпусов, электродов, соединительных кабелей, отсутствие механических повреждений, препятствующих нормальному функционированию рН-метра;
  - чистоту и целостность соединителей и гнезд;
  - четкость и правильность маркировки в соответствии с руководством по эксплуатации (обозначение рН-метра, товарный знак предприятия-изготовителя, заводской номер, обозначение кнопок, соединителей, гнезд).
- рН-метр, имеющий дефекты, которые затрудняют эксплуатацию, бракууют и к дальнейшей проверке не допускают.

## А.10.2 Опробование

Датчик температуры размещают на воздухе и включают рН-метр.

На индикаторе отобразятся показания. Кнопкой « ИЗМЕРЕНИЕ » поочередно устанавливают режимы измерений по рН, рН<sub>25</sub>, температуре и ЭДС.

После переключения режимов работы и возвращения в начальный режим показания рН-метра должны восстанавливаться.

рН-метр, указанные режимы измерений которого установить не удалось, к дальнейшей поверке не допускают.

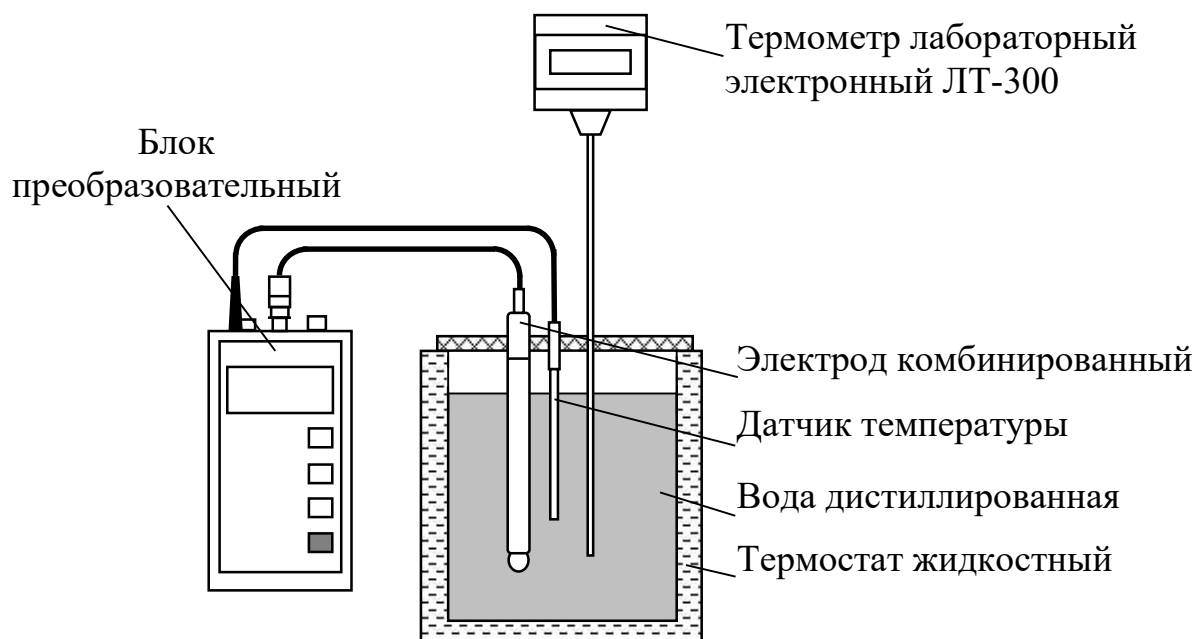
## А.10.3 Определение основной абсолютной погрешности рН-метра при измерении рН

### А.10.3.1 Подготовка к измерениям

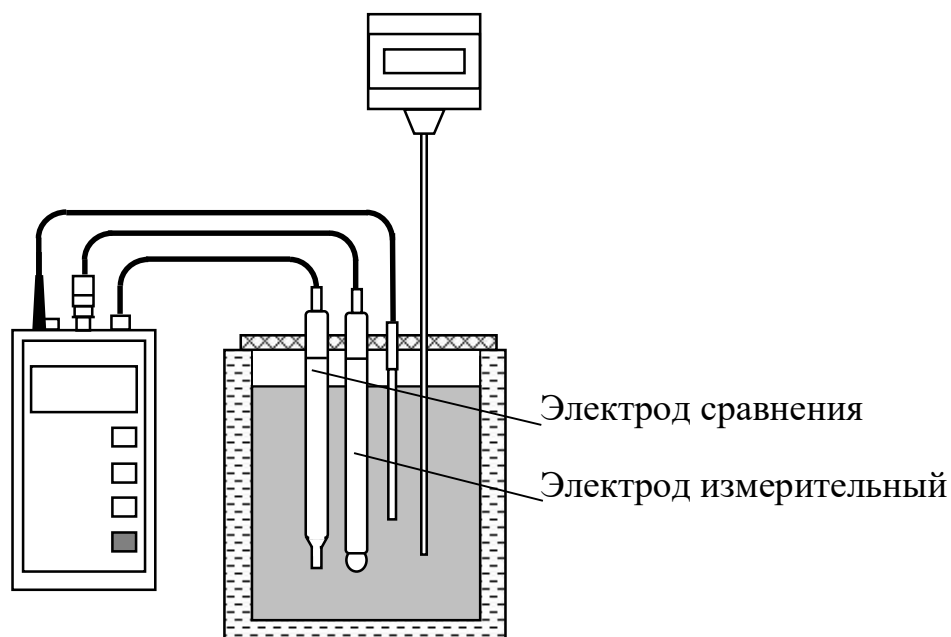
Собирают установку в соответствии с рисунком А.10.1а для исполнения МАРК-901 и в соответствии с рисунком А.10.1б для исполнения МАРК-901/1.

Включают термостат.

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



а



б

Рисунок А.10.1

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

### А.10.3.1 Проведение измерений

Проводят измерение рН одного из трех (с учетом преимущественного диапазона измерений при эксплуатации рН-метра) буферных растворов с номинальными значениями рН 3,56; рН 4,01; рН 10,00 при температуре растворов  $(25,0 \pm 0,2)$  °С.

Измерения повторяют не менее трех раз и фиксируют полученные значения  $pH_{изм}$ .

### А.10.3.2 Обработка результатов измерений

Если максимальное расхождение результатов измерений рН не превышает предела основной допускаемой погрешности измерений рН ( $\pm 0,1$  рН) для рН-метров МАРК-901 и ( $\pm 0,05$  рН) для рН-метров МАРК-901/1 находят среднеарифметическое  $pH_{изм.ср}$  измеренных значений рН для данного буферного раствора.

Рассчитывают основную абсолютную погрешность рН-метра при измерении рН  $\Delta_{о рН}$ , рН, по формуле:

$$\Delta_{о рН} = pH_{изм.ср} - pH_{Эт}, \quad (A.1)$$

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

Результаты операции поверки считают удовлетворительными, если выполняется условие:

– для исполнения рН-метра МАРК-901

$$- 0,10 \leq \Delta_{о рН} \leq 0,10;$$

– для исполнения рН-метра МАРК-901/1

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

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

#### А.10.4.1 Подготовка к измерениям

Подготовка к измерения – в соответствии с п. А.10.3.1.

#### А.10.4.2 Проведение измерений

Установить температуру, поддерживаемую термостатом, равной верхнему пределу диапазона температурной компенсации рН-метра –  $(40,0 \pm 0,2)$  °С,  $(50,0 \pm 0,2)$  °С,  $(80,0 \pm 0,2)$  °С либо  $(95,0 \pm 0,2)$  °С в зависимости от типа применяемых электродов в соответствии с таблицей А.3.1 и поддерживают ее с точностью  $\pm 0,2$  °С.

Провести измерение рН одного из трех (с учетом преимущественного диапазона измерений при эксплуатации рН-метра) буферных растворов – рабочих эталонов рН, воспроизводящих значения рН 3,56; рН 4,01; рН 10,00 при температуре раствора  $(25 \pm 0,2)$  °С, для температуры  $(40,0 \pm 0,2)$  °С, либо  $(50,0 \pm 0,2)$  °С, либо  $(80,0 \pm 0,2)$  °С, либо  $(95,0 \pm 0,2)$  °С.

Измерения повторяют не менее трех раз и фиксируют полученные значения  $pH_{изм}^t$ .

#### А.10.4.3 Обработка результатов измерений

Если максимальное расхождение результатов измерений рН не превышает предела основной допускаемой погрешности измерений, находят среднеарифметическое  $pH_{изм.ср}^t$  измеренных значений рН для данного буферного раствора в данной температурной точке.

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

$$\Delta_{t\text{pH}} = pH_{\text{изм.ср}}^t - pH_{\text{эт}}, \quad (\text{A.2})$$

где  $pH_{\text{эт}}$  – значение рН по ГОСТ 8.134-2014, воспроизводимое буферным раствором – рабочим эталоном рН при температуре  $(40,0 \pm 0,2) \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $(50,0 \pm 0,2) \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $(80,0 \pm 0,2) \text{ } ^\circ\text{C}$  либо  $(95,0 \pm 0,2) \text{ } ^\circ\text{C}$  и приведенное в таблице Б.1.

Результаты операции поверки считают удовлетворительными, если выполняется условие:

а) для исполнения МАРК-901:

а) с электродами ЭСК-10601/7 (К80.7), ЭСКЛ-08М и 201020/51-18-04-22-120/837

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

б) с электродом ЭСК-10303/7 (К80.7)

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

где  $n$  – количество температурных интервалов  
( $n = 3,5$  при температуре раствора  $95 \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

б) для исполнения МАРК-901/1

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

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

**А.10.5.1 Подготовка к измерениям**

Собирают установку в соответствии с рисунком А.10.2.



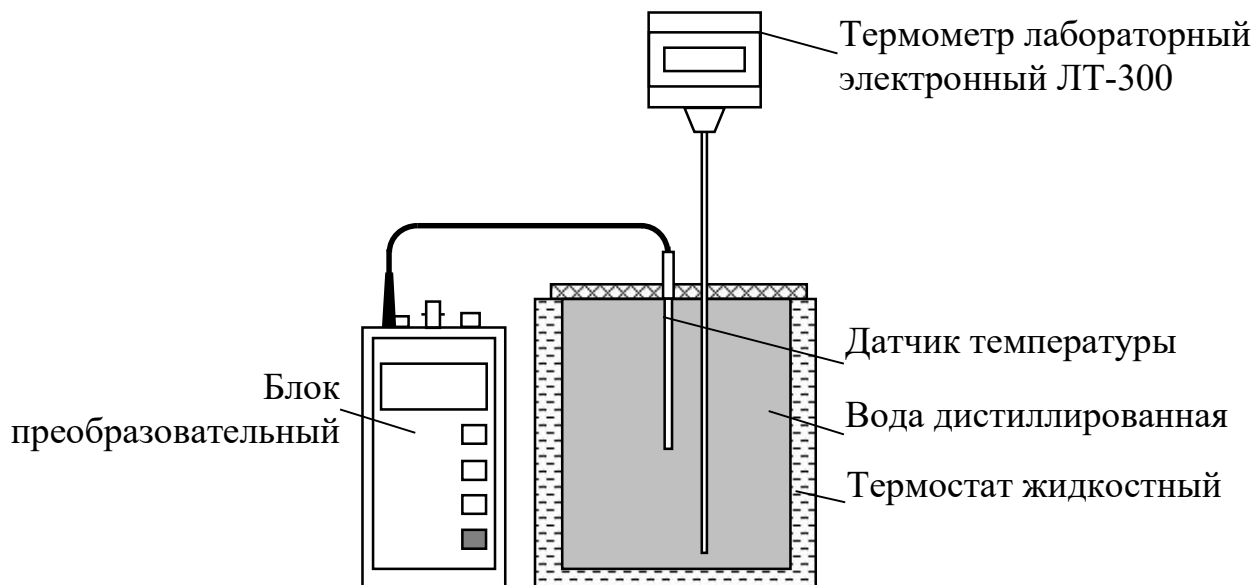


Рисунок А.10.2

#### А.10.5.2 Проведение измерений

Устанавливают поочередно термостатом значение температуры  $(0,0 + 0,5)$ ,  $(25,0 \pm 5,0)$ , (от плюс 95 до плюс 100,0) °С, поддерживая ее с точностью  $\pm 0,2$  °С.

**Примечание** – Для проверки в точке с температурой  $(0,0 + 0,5)$  °С допускается использовать воду со льдом.

Для каждого установленного термостатом значения температуры фиксируют показания рН-метра при измерении температуры  $t_{изм}$ , °С, и показания термометра ЛТ-300  $t_3$ , °С.

#### А.10.5.3 Обработка результатов измерений

Рассчитывают для каждого значения температуры основную абсолютную погрешность рН-метра при измерении температуры  $\Delta_t$ , °С, по формуле

$$\Delta_t = t_{изм} - t_3. \quad (A.3)$$

Результаты операции поверки считают удовлетворительными, если для каждой установленной температуры выполняется условие:

$$-0,3 \leq \Delta_t \leq 0,3.$$

## А.10.6 Определение основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении ЭДС (ОВП)

### А.10.6.1 Подготовка к измерениям

Собирают установку в соответствии с рисунком А.10.3.

Имитатор электродной системы применяется для удобства подключения преобразователя к источнику ЭДС.

Прибор для поверки вольтметров,  
дифференциальный вольтметр В1-12

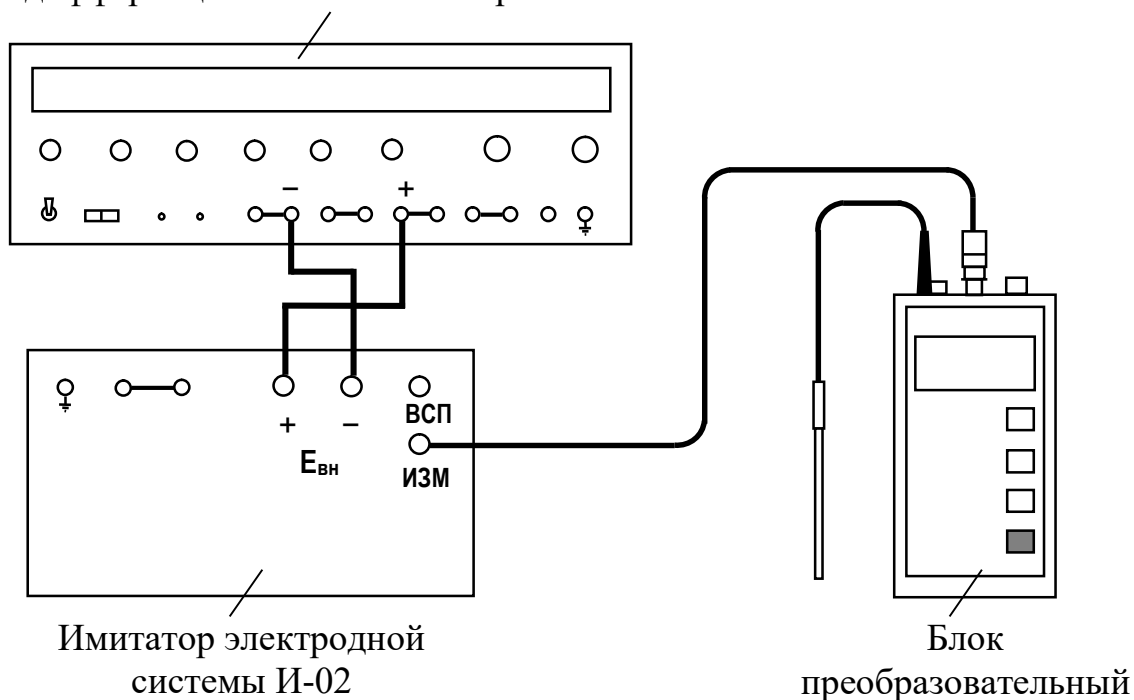


Рисунок А.10.3

### А.10.6.2 Проведение измерений

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

Включают режим измерений ЭДС.

На вход 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.

### А.10.6.3 Обработка результатов измерений

Рассчитывают основную абсолютную погрешность преобразователя при измерении ЭДС (ОВП)  $\Delta_o \text{ ЭДС}$ , мВ, по формуле:

$$\Delta_o \text{ ЭДС} = U_{изм} - U. \quad (\text{А.4})$$

Результаты операции поверки считают удовлетворительными, если для всех точек

$$- 2 \leq \Delta_o \text{ ЭДС} \leq 2.$$

## А.11 Оформление результатов поверки

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

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

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Значения рН буферных растворов  
в зависимости от температуры

Таблица Б.1

Тем- пера- тура, °С	Состав буферных растворов					
	КН <sub>3</sub> (С2О <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> × ×2Н <sub>2</sub> О Калий тетраоксалат 2-водный, (25,219 г/дм <sup>3</sup> )	КНС <sub>4</sub> Н <sub>4</sub> С <sub>5</sub> Калий гидротартрат насыщенный при 25 °С, (7,868 г/дм <sup>3</sup> )	КС <sub>8</sub> Н <sub>5</sub> О <sub>4</sub> Калий гидрофталат (10,120 г/дм <sup>3</sup> )	КН <sub>2</sub> РО <sub>4</sub> + +Na <sub>2</sub> НРО <sub>4</sub> Калий дигидрофосфат (3,3880 г/дм <sup>3</sup> ) +натрий моно- гидрофосфат (3,5330 г/дм <sup>3</sup> )	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> × ×10Н <sub>2</sub> О Натрий тетраборат 10-водный (3,8064 г/дм <sup>3</sup> )	Na <sub>2</sub> СО <sub>3</sub> + +NaНСО <sub>3</sub> Натрий углекислый (2,6428 г/дм <sup>3</sup> ) +натрий углекислый кислый (2,0947 г/дм <sup>3</sup> )
	1,65	3,56	4,01	6,86	9,18	10,00
0	-	-	4,000	6,961	9,451	10,27
5	-	-	3,998	6,935	9,388	10,21
10	1,638	-	3,997	6,912	9,329	10,15
15	1,642	-	3,998	6,891	9,275	10,10
20	1,644	-	4,001	6,873	9,225	10,05
25	1,646	3,556	4,005	6,857	9,179	10,00
30	1,648	3,549	4,011	6,843	9,138	9,95
37	1,649	3,544	4,022	6,828	9,086	9,89
40	1,650	3,542	4,027	6,823	9,066	9,87
50	1,653	3,544	4,050	6,814	9,009	9,80
60	1,660	3,553	4,080	6,817	8,965	9,75
70	1,67	3,57	4,12	6,83	8,93	9,73
80	1,69	3,60	4,16	6,85	8,91	9,73
90	1,72	3,63	4,21	6,90	8,90	9,75
95	1,73	3,65	4,24	6,92	8,89	9,77

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

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

