

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«01» декабря 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УРОВНЕМЕРЫ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕКТОР

Методика поверки

РТ-МП-3964-449-2017
(с Изменением № 1)

г. Москва
2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	3
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	4
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	11

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры магнитострикционные многопараметрические ВЕКТОР (далее – уровнемеры), изготовленные ООО «ОКБ Вектор», г. Москва, и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Определение погрешности измерений уровня	7.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	7.4	да	да
Определение допускаемой приведенной погрешности измерений давления	7.5	да	да
Проверка вычислений средней плотности	7.6	да	да
Идентификация программного обеспечения (ПО)	7.7	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Основные и вспомогательные средства поверки, указаны в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Основные и вспомогательные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основных средств поверки
7.2, 7.3	Установка для поверки уровнемеров 1 разряда по ГОСТ 8.477-82
7.2, 7.3	Рулетка измерительная металлическая, класс точности 2 по ГОСТ 7502-98
7.2, 7.3	Рабочий эталон 3 разряда по ГОСТ Р 8.763-2011 (лента измерительная)
7.2, 7.3- 7.6	Калибратор многофункциональный Calog-PRO-R (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 47999-11), диапазон измерений постоянного тока от 0 до 20 мА, погрешность $\pm 0,0024$ мА + 1 е.м.р
7.4	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСРВ-1.1, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 50256-12)
7.4	Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.03, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 19736-05)
7.6	Плотномер ПЛОТ-3, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 20270-12)
Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.	

3.2 Средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеющие группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на уровнемеры, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование;
- поверитель должен соблюдать правила пожарной безопасности, действующие на предприятии.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;
- напряжение питания от сети переменного тока частотой (50±1) Гц и напряжением $220 \text{ В} \pm 10 \%$;
- отсутствие вибраций, тряски, ударов, влияющих на работу уровнемера;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей;

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед началом поверки уровнемер следует выдержать в нормальных условиях и с включенным напряжением питания не менее одного часа.

6.2 Установить уровнемер так, чтобы ось измерительного элемента (ИЭ) была параллельна линии, вдоль которой перемещается поплавков. Точность установки должна обеспечиваться конструкцией креплений поплавка и уровнемера. Положение поплавка контролируется с помощью измерительной ленты.

6.3 При поверке изменение положения поплавка должно быть плавным.

6.4 При поверке не допускается корректировать нулевую отметку поверяемого уровнемера.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Измеренные значения считываются с устройства, поддерживающие протоколы RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART или с индикатора (при его наличии). Для уровнемеров, имеющих токовый выход, значения считываются с амперметра.

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре установить:

- соответствие комплектности;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу уровнемера;
- наличие и сохранность маркировки;
- чистоту и механическую исправность разъемов;
- целостность корпуса уровнемера и кнопок управления, четкость фиксации их положения.

Результат считается положительным, если: комплектность уровнемера соответствует ВГАР.407533.010 РЭ; отсутствуют дефекты, влияющие на работу

уровнемера; наличие и сохранность маркировки, чистота и механическая исправность разъемов; целостность корпуса уровнемера и кнопок управления, четкость фиксации их положения.

7.2 Опробование

При опробовании устанавливают общее функционирование уровнемера, его работоспособность.

Установить уровнемер на уровнемерную установку и произвести монтаж по схемам, приведённым в Руководстве по эксплуатации ВГАР.407533.010 РЭ. Зафиксировать нулевую контрольную отметку на уровнемерной установке. При применении измерительной ленты уровнемер размещается на горизонтальной поверхности.

Поплавков (поплавки) перемещать по измерительному элементу (волноводу).

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если на дисплее электронного блока или амперметра (HART-коммуникатора) значение уровня изменяются пропорционально перемещению поплавка (поплавков).

Опробование совместить с проверкой по пункту 7.3.

7.3 Определение погрешности измерений уровня

Погрешность измерений уровня определяют на пяти контрольных отметках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений при повышении и понижении уровня. Для длины измерительного элемента (волновода) до 5 м измерения проводят на трёх контрольных отметках, равномерно распределённых по всему диапазону (0, 50 и 100 % от измеряемого диапазона).

7.3.1 Определение погрешности измерений уровня при поверке уровнемера с применением установки для поверки уровнемеров или измерительной ленты

Установить уровнемер на уровнемерную установку и произвести монтаж по схемам, приведённым в Руководстве по эксплуатации на уровнемер. Зафиксировать нулевую контрольную отметку на уровнемерной установке. При применении измерительной ленты уровнемер размещается на горизонтальной поверхности.

Определить поправку на несоответствие показаний уровнемера и средств поверки Δ_0 , мм, рассчитанную по формуле

$$\Delta_0 = H_0^{\text{изм}} - H_0^{\text{з}} \quad (1)$$

где $H_0^{\text{изм}}$ – измеренное значение уровня, мм;

$H_0^{\text{з}}$ – заданное значение уровня по уровнемерной установке, мм.

Значение абсолютной основной погрешности измерений уровня Δ , мм, рассчитать по формуле

$$\Delta_y = (H_{\text{изм}} - \Delta_0) - H_z \quad (2)$$

Значение относительной основной погрешности измерений уровня (расстояния) δ , %, рассчитать по формуле

$$\delta_y = \frac{(H_{\text{изм}} - \Delta_0) - H_z}{H_z} \cdot 100 \quad (3)$$

Приведенную погрешность токового выхода δI , %, вычисляют по формуле

$$\gamma_I = \frac{(I_{\text{ВЕКТОР}} - I_{\text{КО}})}{16} \cdot 100 \quad (4)$$

где $I_{\text{ВЕКТОР}}$ – измеренный ток, мА;

$I_{\text{КО}}$ – ток, вычисленный для контрольной отметки, мА по формуле

$$I_{\text{КО}} = \frac{(L_{\text{ВЕКТОР}} \cdot 16)}{L_{\text{max}}} + 4 \quad (5)$$

где L_{max} – верхний предел измерений, мм;

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если значения погрешности не превышают значений, указанных в таблице 3.

7.3.2 Определение погрешности измерений уровня при поверке уровнемера на месте его эксплуатации с применением рулетки измерительной металлической

Опускают рулетку измерительную через измерительный люк резервуара и по ее шкале фиксируют высоту поверхности раздела "жидкость - газовое пространство" (далее - высота газового пространства).

Уровень жидкости в нулевой контрольной отметке определяют вычитанием из значения базовой высоты резервуара значения высоты газового пространства.

Определить поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки измерительной Δ_0 , мм, рассчитанную по формуле (1) при

$$H_0^3 = H_6 \left[1 + \alpha_{\text{СТ}} \cdot (T_{\text{В}}^{\Gamma} - T_{\text{В}}^{\Pi}) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s (20 - T_{\text{В}}^{\Gamma})] \quad (6)$$

где H_6 - базовая высота резервуара, значение которой принимают по протоколу поверки резервуара, мм;

$\alpha_{\text{СТ}}$ - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, $1/^{\circ}\text{C}$;

α_s - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной, $1/^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{В}}^{\Pi}$ - температура воздуха при поверке резервуара, значение которой принимают по протоколу поверки резервуара, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{В}}^{\Gamma}$ - температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^{\circ}\text{C}$;

$(H_0^{\Gamma})_i$ - высота газового пространства при i -м измерении, мм;

m - число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти.

Уровень жидкости в каждой j -й контрольной отметке H_j^3 , мм, вычисляют по формуле

$$H_j^3 = H_6 \left[1 + \alpha_{\text{СТ}} \cdot (T_{\text{В}}^{\Gamma} - T_{\text{В}}^{\Pi}) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s (20 - T_{\text{В}}^{\Gamma})] \quad (7)$$

где j - номер контрольной отметки.

Значение абсолютной основной погрешности измерений уровня Δ_y , мм, рассчитать по формуле

$$\Delta_y = (H_{\text{изм}} - \Delta_0) - H_j^3 \quad (8)$$

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если значения погрешности не превышают значений, указанных в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня при использовании RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART, мм	$\pm 1; \pm 3$ ¹⁾
Пределы допускаемой приведенной основной погрешности измерений уровня от диапазона измерений при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой приведенной дополнительной погрешности измерений уровня, вызванная отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С от 20 °С при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, %	$\pm 0,005$
¹⁾ При периодической поверке на месте эксплуатации с применением рулетки измерительной металлической, класс точности 2 по ГОСТ 7502-98	

7.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводится с помощью эталонных термометров только для уровнемеров ВЕКТОРXXXXН(U)-ДТ и ВЕКТОРXXXXН(U)-ДПТ, имеющих канал измерений температуры.

7.4.1 При первичной поверке погрешность датчиков определяют методом сравнения с эталонным термометром в температурной камере (с пассивным термостатом) в следующих температурных точках: (-45...-42) °С, (-3...+3) °С, (+97...+100) °С.

Поверяемый датчик температуры сворачивают таким образом, чтобы все чувствительные элементы имели одно и тоже местоположение на окружности. Это место необходимо обернуть материалом (например, фольгой), уменьшающим воздействие неоднородности температурного поля в камере.

Помещают свернутый измерительный элемент уровнемера, в температурную камеру таким образом, чтобы все чувствительные элементы находились в центре рабочего объема камеры, а корпус электронного блока располагается вне камеры. Также в центр рабочего объема камеры помещают измерительный элемент термометра.

Устанавливают в камере первую температурную точку. После выдержки не менее 1 часа, снимают показания чувствительных элементов датчика температуры при помощи программы «ПЛП Терминал». Параллельно записывают показания эталонного термометра.

Аналогичные операции проводят и при остальных температурных точках.

7.4.2 При периодической поверке погрешность датчиков определяют при комнатной температуре в пассивном термостате методом сравнения с эталонным термометром. Время выдержки при этом должно быть не менее 6 часов. Измерения проводятся для каждого датчика температуры.

На месте эксплуатации измерения проводят с помощью термометра, погружая его на уровень каждого датчика.

Абсолютную погрешность измерений температуры ΔT , °С, рассчитать по формуле

$$\Delta T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}} \quad (9)$$

где $T_{изм}$ – измеренное значение температуры, °С;

$T_{эт}$ – значение температуры измеренное термометром, °С.

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если значения погрешности не превышают $\pm 0,3$ °С.

(Измененная редакция № 1)

7.5 Определение приведенной погрешности измерений гидростатического давления

Первичная и периодическая поверка преобразователя (датчика) давления, входящего в состав уровнемера модификации ВЕКТОРXXXXH(U)-ДПТ, должна осуществляться в соответствии с утвержденной на него методикой поверки, указанной в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Наименование и тип СИ	Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	Методика поверки
Преобразователи (датчики) давления измерительные EJX110A	59868-15	МП 59868-15 «Преобразователи (датчики) давления измерительные EJ*. Методика поверки», утверждена ФГУП «ВНИИМС» 14 апреля 2014 г.
Преобразователи давления измерительные DMD 331-A-S	56795-14	МП 56795-14 «Преобразователи давления измерительные DMP 3XX, DMP 4XX, DMD 3XX, DS 2XX, DS 4XX, DMK 3XX, DMK 4XX, ХАСТ i, DM 10, DPS 2XX, DPS 3XX, DPS+, HMP 331, HU 300. Методика поверки» утверждена ФГУП ВНИИМС в 2014 г.
Датчики давления Метран-150	32854-13	МП 4212-012-2013 «Датчики давления Метран-150. Методика поверки», утверждена ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в ноябре 2013 г.

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если на датчики давления есть действующие свидетельство о поверке или отметка в паспорте.

7.6 Определение абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости

7.6.1 Для определения абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости необходимо измерительный элемент уровнемера модификации ВЕКТОРXXXXH(U)-ДПТ поместить в емкость с дистиллированной водой и считать значение средней плотности.

Абсолютную погрешность вычислений средней плотности дистиллированной воды рассчитать по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{изм} - \rho_{эт} \quad (10)$$

где $\rho_{изм}$ – значение плотности жидкости, вычисленное уровнемером, кг/м³;

$\rho_{\text{эт}}$ – значение плотности дистиллированной воды, указанное в Приложении А к настоящей методике поверки, кг/м³.

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если значения погрешности не превышают значений, рассчитанных по формуле (12).

7.6.2 Для определения абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости на месте эксплуатации необходимо с помощью плотномера измерить плотность, с трех уровней:

- верхнего – на 250 мм ниже поверхности жидкости, $\rho_{\text{в}}$, кг/м³;
- среднего – с середины высоты столба жидкости $\rho_{\text{ср}}$, кг/м³;
- нижнего – на 250 мм выше днища резервуара, $\rho_{\text{н}}$, кг/м³.

Затем рассчитать среднюю плотность жидкости по плотномеру, кг/м³, по формуле

$$\rho_{\text{зм}} = \frac{\rho_{\text{н}} + 3 \cdot \rho_{\text{ср}} + \rho_{\text{в}}}{5} \quad (11)$$

Абсолютную погрешность вычислений плотности жидкости рассчитать по формуле (10) где $\rho_{\text{эт}}$ – среднеарифметическое значение плотности жидкости по плотномеру, кг/м³.

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если значения погрешности не превышают значений рассчитанных по формуле (12).

7.6.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости $\Delta\rho$, кг/м³ для уровнемера ВЕКТОРXXXXH(U)-ДПТ рассчитать по формуле

$$\Delta\rho = \rho_0 - \frac{P \pm \Delta P}{g \cdot (h \pm \Delta h)} \quad (12)$$

где ρ_0 – табличное значение плотности жидкости в резервуаре заказчика, кг/м³;

P – гидростатическое давление (величина, измеренная преобразователем (датчиком) давления), Па;

ΔP – основная абсолютная погрешность измерения давления, Па, рассчитанная по формуле

$$\Delta P = \frac{P_{\text{н}} \cdot \gamma P}{100} \quad (13)$$

где γP – приведенная погрешность измерения входящего в состав уровнемера ВЕКТОРXXXXH(U)-ДПТ датчика давления, %;

$P_{\text{н}}$ – диапазон измерения датчика давления, Па;

g – ускорение свободного падения равное 9,80665 м/с²;

h – высота столба жидкости в резервуаре (уровень), м, измеренная уровнемером;

Δh – основная абсолютная погрешность измерения уровня.

7.7 Идентификация программного обеспечения (ПО)

Проверка цифрового идентификатора происходит следующим образом:

- установить на ПК программу «ПЛП Терминал»;
- подключить уровнемер к персональному компьютеру;

- запустить программу «ПЛП Терминал»;
- дождаться окончания поиска подключенного уровнемер ВЕКТОР (рисунок 1);

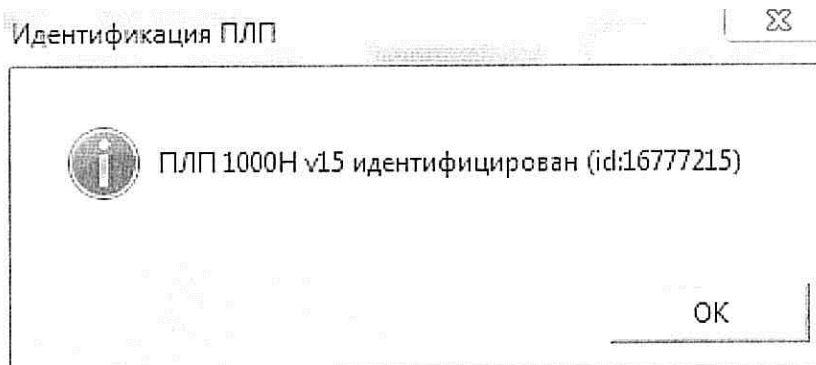


Рисунок 1 – Определение подключенного уровнемера ВЕКТОР к персональному компьютеру

- выбрать на главном окне программы меню “Об устройстве” (рисунок 2);

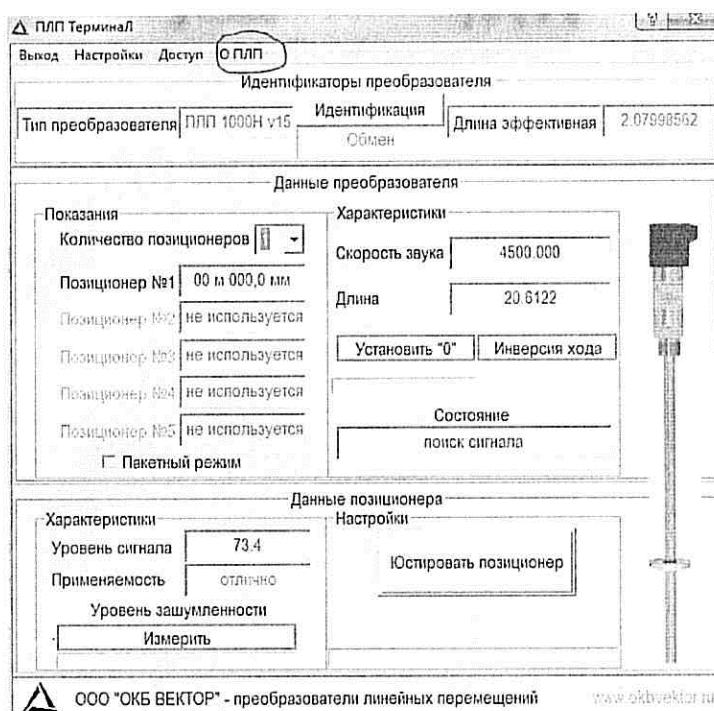


Рисунок 2 – Главное окно терминальной программы «ПЛП Терминал»

- в поле “Метрологический идентификатор” (рисунок 3) считать значение цифрового идентификатора метрологически значимой части программного обеспечения.

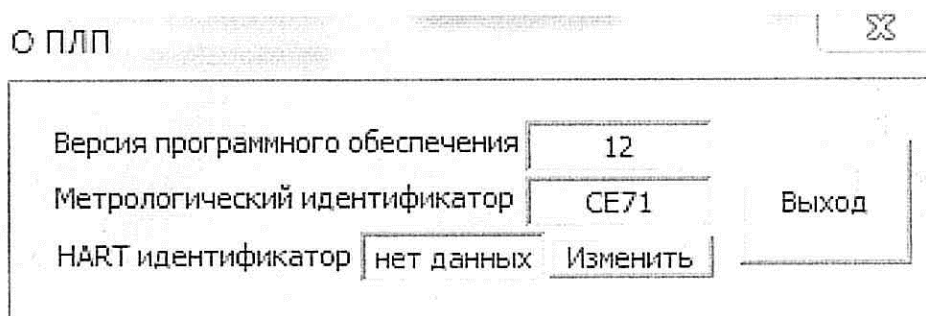


Рисунок 3 – Проверка цифровых идентификаторов

Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	ПЛП ВЕКТОР1ХХ ХН	ПЛП ВЕКТОР2Х ХХН	ПЛП ВЕКТОР1Х ХХУ	ПЛП ВЕКТОР2Х ХХУ
Идентификационное наименование ПО	PLP_1000H	PLP_2000H	PLP_1000U	PLP_2000U
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v12			
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	48270(BC8E)	42077(A45D)	22604(584C)	13496(34B8)

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки знак поверки наносится на свидетельство о поверке или в паспорт.

8.2 При отрицательных результатах поверки выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Разработали:

Начальник лаборатории № 449 ФБУ «Ростест – Москва»

А.А. Сулин

Ведущий инженер по метрологии
лаборатории № 449 ФБУ «Ростест – Москва»

И.В. Беликов

Приложение А
(обязательное)

Плотность дистиллированной воды в зависимости от температуры дистиллированной воды приведена в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Плотность дистиллированной воды в зависимости от температуры дистиллированной воды

Температура дистиллированной воды, °С	Плотность дистиллированной воды, кг/м ³
15,0	999,0947
15,1	999,0796
15,2	999,0644
15,3	999,0490
15,4	999,0335
15,5	999,0179
15,6	999,0022
15,7	998,9864
15,8	998,9705
15,9	998,9544
16,0	998,9382
16,1	998,9219
16,2	998,9055
16,3	998,8890
16,4	998,8724
16,5	998,8556
16,6	998,8388
16,7	998,8218
16,8	998,8047
16,9	998,7875
17,0	998,7702
17,1	998,7528
17,2	998,7352
17,3	998,7176
17,4	998,6998
17,5	998,6819
17,6	998,6639
17,7	998,6459
17,8	998,6276
17,9	998,6093
18,0	998,5909
18,1	998,5724
18,2	998,5537
18,3	998,5350
18,4	998,5161
18,5	998,4971
18,6	998,4780
18,7	998,4588
18,8	998,4395
18,9	998,4201
19,0	998,4006
19,1	998,3810

Продолжение таблицы 5

Температура дистиллированной воды, °С	Плотность дистиллированной воды, кг/м ³
19,2	998,3612
19,3	998,3414
19,4	998,3215
19,5	998,3014
19,6	998,2812
19,7	998,2610
19,8	998,2406
19,9	998,2201
20,0	998,1995
20,1	998,1789
20,2	998,1581
20,3	998,1372
20,4	998,1162
20,5	998,0951
20,6	998,0738
20,7	998,0525
20,8	998,0311
20,9	998,0096
21,0	997,9880
21,1	997,9662
21,2	997,9444
21,3	997,9225
21,4	997,9004
21,5	997,8783
21,6	997,8560
21,7	997,8337
21,8	997,8113
21,9	997,7887
22,0	997,7661
22,1	997,7433
22,2	997,7205
22,3	997,6975
22,4	997,6745
22,5	997,6513
22,6	997,6281
22,7	997,6047
22,8	997,5813
22,9	997,5577
23,0	997,5341
23,1	997,5103
23,2	997,4865
23,3	997,4625
23,4	997,4385
23,5	997,4143
23,6	997,3901
23,7	997,3658
23,8	997,3413

Продолжение таблицы 5

Температура дистиллированной воды, °C	Плотность дистиллированной воды, кг/м ³
23,9	997,3168
24,0	997,2922
24,1	997,2675
24,2	997,2426
24,3	997,2177
24,4	997,1927
24,5	997,1676
24,6	997,1424
24,7	997,1171
24,8	997,0917
24,9	997,0662
25,0	997,0406