



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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель

генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин

«30» июня 2016 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Вакуумметры электронные со встроенным дисплеем  
MP2AR, MP4AR и MX4A

Методика поверки  
РТ-МП-2439-443-2016

и.р. 65198-16

Настоящая методика поверки распространяется на вакуумметры электронные со встроенным дисплеем MP2AR, MP4AR и MX4A, изготовленные Televac a Division of the Fredericks Company, США, и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверок (далее по тексту – вакуумметры).

Интервал между поверками 12 месяцев.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Проверка программного обеспечения	7.2	Да	Да
3 Определение относительной погрешности	7.3	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений

Наименование средства поверки	Характеристики
1	2
Установка вакуумметрическая эталонная 2-го разряда ВАТТ УВЭ-3	Диапазон измерения абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^3$ Па, с допустимой относительной погрешностью $\pm 10 \%$ в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^3$ Па и $\pm 15 \%$ в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Па
Калибратор-контроллер давления РРС4-А100Кs	Диапазон измерения абсолютного давления от 0 до 110 кПа, с допустимой относительной погрешностью $\pm 0,01 \%$
Мультиметр цифровой 34401А	Диапазон измерения напряжения постоянного тока до 10 В, с относительной погрешностью $\pm (0,0035 \%$ от измеряемой величины + $0,0005 \%$ от верхнего предела измерений)
Источник питания постоянного тока Б5-93	Наибольшее значение напряжения 50, с пределами допустимой погрешности по выходному напряжению: $\pm (0,001U+0,3)$ В, в диапазоне до 30 В и $\pm (0,001U+0,5)$ В, в диапазоне свыше 30 В
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10	Диапазон от минус 200 до плюс 962 °С, $\Delta t = \pm (0,004 + 10^{-5} \cdot  t )$ °С
Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2	Диапазон от минус 50 до плюс 450 °С, 2 разряд

Примечания:

1 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2 Допускается применение других средств измерений с метрологическими характеристиками, не хуже указанных, и разрешенных к применению в Российской Федерации.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации вакуумметров и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

Перед поверкой проводится проверка соблюдения условий поверки и выполнения требований безопасности, установленных в эксплуатационной документации на средства измерения и вспомогательную аппаратуру.

### **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $25 \pm 10$ ) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление должно быть от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания должно быть не более 24 В.

Должны отсутствовать внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работу вакуумметров.

### **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- руководство по эксплуатации вакуумметров;
- свидетельство о предыдущей поверке вакуумметров (при периодической и внеочередной поверке).

6.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- средства поверки выдерживают в условиях и в течение времени, установленных в нормативных документах на средства поверки;
- все средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены, подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

### **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

#### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений на корпусе и дисплее вакуумметра, влияющих на его эксплуатационные свойства;
- наличие на корпусе вакуумметра наименования компании изготовителя и заводского номера

7.1.2 Вакуумметры, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

#### **7.2 Проверка программного обеспечения**

После включения вакуумметра проверяются идентификационные данные программного обеспечения (идентификационное наименование программного обеспечения и номер версии (идент. номер) программного обеспечения)

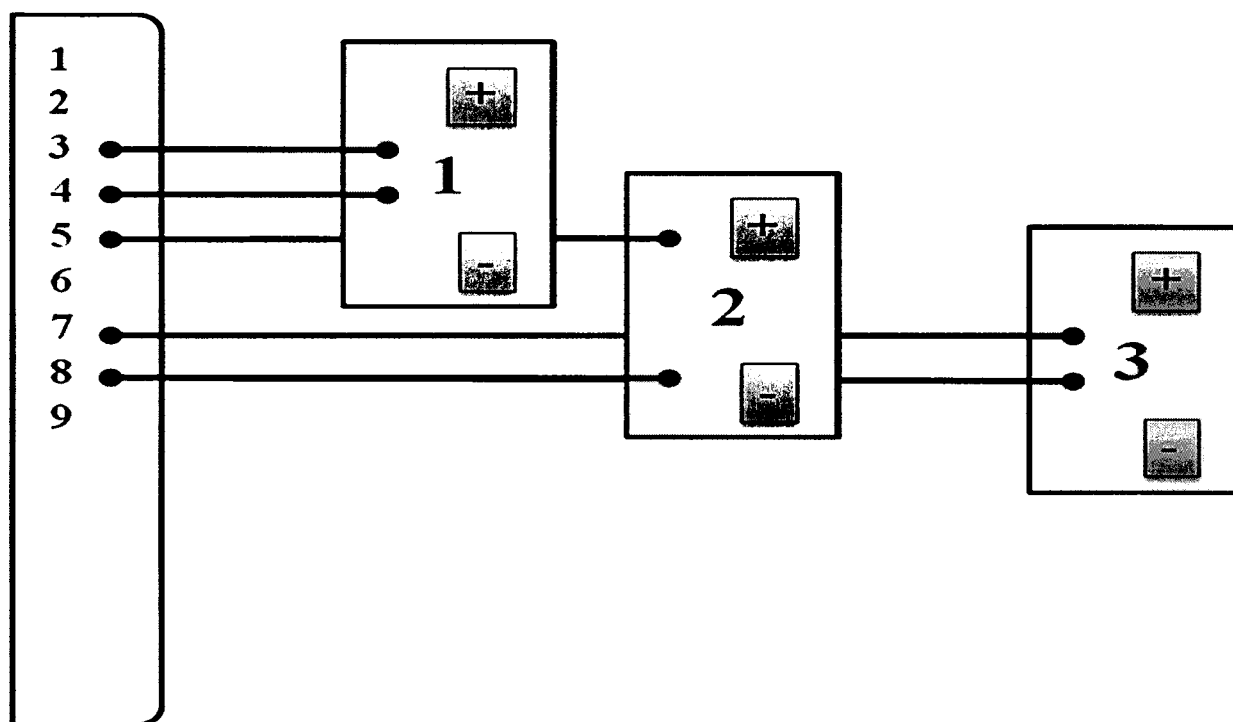
Таблица 3

Идентификационные данные (признаки) программного обеспечения	Вакуумметры электронные со встроенным дисплеем		
	MP2AR	MP4AR	MX4A
Идентификационное наименование программного обеспечения	«MP2AR Firmware»	«MP4AR Firmware»	«MX4A Firmware»
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	V2.52	V2.54	V141111
Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	0x8526FE2F	0x1232FD1C	0x8526FE2F
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного	CRC 32	CRC 32	CRC 32

Если идентификационные данные (наименование программного обеспечения и номер версии) не совпадают с данными, указанными в описании типа, методике поверки и руководстве по эксплуатации, дальнейшую поверку не проводят.

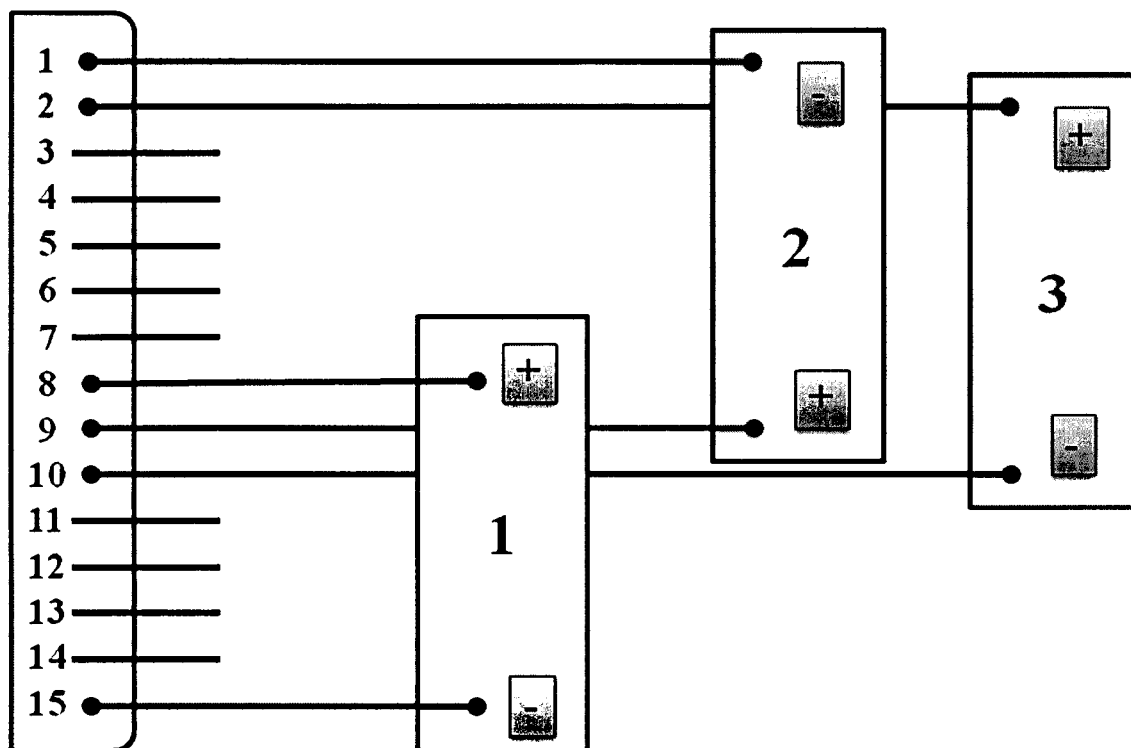
### 7.3 Определение относительной погрешности

Присоединить поверяемый вакуумметр к установке вакуумметрической эталонной, обеспечивающей получение остаточного давления  $1 \cdot 10^{-4}$  Па и регулирование давлений в пределах диапазона измерений поверяемого вакуумметра. Допускается проводить поверку вакуумметра в статическом режиме, т.е. без откачки камеры в момент установления измеряемого давления. Подсоединить к поверяемому вакуумметру источник питания постоянного тока и мультиметр цифровой. Схема включения вакуумметров MP2AR и MP4AR для измерения аналогового выходного сигнала при проведении поверки приведена на рисунке 1, а схема включения вакуумметра MX4A приведена на рисунке 2.



1. Питание 24 В
2. Вывод линейного сигнала (логарифмического для соответствующей модели MP4AR)
3. Вывод нелинейного сигнала

Рисунок 1- Схема включения вакуумметров MP2AR и MP4AR



1. Питание 24 В
2. Вывод аналогового сигнала
3. Вывод цифрового сигнала RS-485

Рисунок 2 - Схема включения вакуумметра МХ4А

Относительную погрешность вакуумметров МР2АР и МР4АР определяют только по показаниям аналогового сигнала, а относительную погрешность вакуумметров МХ4А определяют как по показаниям аналогового сигнала, так и по показаниям встроенного дисплея.

С помощью натекателя осуществить регулируемую подачу газа в измерительную камеру. В диапазоне давлений поверяемого вакуумметра дискретно устанавливают поверочные точки, располагая их в порядке возрастания давления с интенсивностью не менее двух точек в пределах каждой декады давлений диапазона измерения. Поверку вакуумметра производить во всем диапазоне измерений.

После установления в каждой поверочной точке постоянства давления, фиксируемого по неизменности показаний эталона в течение 30 секунд, с отклонением 0,3 относительной погрешности, одновременно снимаются показания с эталонного СИ и мультиметра цифрового, подключённого к поверяемому СИ.

Значение аналогового выходного сигнала, соответствующего измеряемому параметру для вакуумметров МР2АР, приведены в таблице 4, а для вакуумметров МР4АР - в таблице 5.

Таблица 4

Значение давления, задаваемое эталоном, Па (мм рт.ст.)	Значение напряжения, соответствующее задаваемому эталоном абсолютному давлению, В	
	для вакуумметров с линейным аналоговым выходным сигналом	для вакуумметров с нелинейным аналоговым выходным сигналом
1	2	3
$1,33 \cdot 10^{-1}$ ( $1,0 \cdot 10^{-3}$ )	0,01	9,84
$6,67 \cdot 10^{-1}$ ( $5,0 \cdot 10^{-3}$ )	0,05	9,41
$2,67 \cdot 10^0$ ( $2,0 \cdot 10^{-2}$ )	0,20	8,03
$6,67 \cdot 10^0$ ( $5,0 \cdot 10^{-2}$ )	0,50	6,13
$1,20 \cdot 10^1$ ( $9,0 \cdot 10^{-2}$ )	0,90	4,63
$2,00 \cdot 10^1$ ( $1,5 \cdot 10^{-1}$ )	1,50	3,37
$4,00 \cdot 10^1$ ( $3,0 \cdot 10^{-1}$ )	3,00	2,23

Окончание таблицы 4

1	2	3
$6,67 \cdot 10^1 (5,0 \cdot 10^{-1})$	5,00	1,67
$1,33 \cdot 10^2 (1,0 \cdot 10^0)$	10,00	1,26
$2,67 \cdot 10^2 (2,0 \cdot 10^0)$	10,20	1,02
$6,67 \cdot 10^2 (5,0 \cdot 10^0)$	10,20	0,92
$1,33 \cdot 10^3 (1,0 \cdot 10^1)$	10,20	0,90
$2,67 \cdot 10^3 (2,0 \cdot 10^1)$	10,20	0,88

Таблица 5.

Значение давления, задаваемое эталоном, Па (мм рт.ст.)	Значение напряжения, соответствующее задаваемому эталоном абсолютному давлению, В		
	для вакуумметров с линейным аналоговым выходным сигналом	для вакуумметров с нелинейным аналоговым выходным сигналом	для вакуумметров с логарифмическим аналоговым выходным сигналом
$1,33 \cdot 10^{-1} (1,0 \cdot 10^{-3})$	0,01	0,10	0,00
$6,67 \cdot 10^{-1} (5,0 \cdot 10^{-3})$	0,05	0,06	0,70
$2,67 \cdot 10^0 (2,0 \cdot 10^{-2})$	0,20	0,24	1,30
$5,33 \cdot 10^0 (4,0 \cdot 10^{-2})$	0,40	0,45	1,60
$8,00 \cdot 10^0 (6,0 \cdot 10^{-2})$	0,60	0,64	1,78
$1,07 \cdot 10^1 (8,0 \cdot 10^{-2})$	0,80	0,82	1,90
$2,67 \cdot 10^1 (2,0 \cdot 10^{-1})$	2,00	1,67	2,30
$6,67 \cdot 10^1 (5,0 \cdot 10^{-1})$	5,00	2,99	2,70
$1,02 \cdot 10^2 (8,0 \cdot 10^{-1})$	8,00	3,84	2,90
$2,67 \cdot 10^2 (2,0 \cdot 10^0)$	13,50	5,45	3,30
$4,00 \cdot 10^3 (3,0 \cdot 10^1)$	13,50	7,84	4,48
$5,67 \cdot 10^3 (5,0 \cdot 10^1)$	13,50	7,93	4,70
$1,02 \cdot 10^4 (8,0 \cdot 10^1)$	13,50	8,01	4,90
$4,00 \cdot 10^4 (3,0 \cdot 10^2)$	13,50	8,76	5,48
$6,67 \cdot 10^4 (5,0 \cdot 10^2)$	13,50	9,57	5,70
$1,01 \cdot 10^5 (7,6 \cdot 10^2)$	13,50	10,00	5,80
$1,33 \cdot 10^5 (1,0 \cdot 10^3)$	13,50	10,22	6,00

Относительную погрешность по аналоговому выходу у вакуумметров MP2AR и MP4AR вычисляют по формуле (1) -

$$\delta = \frac{U_{изм} - U_{эт}}{U_{эт}} \cdot 100 \quad (1)$$

где:  $\delta$  – относительная погрешность вакуумметра, %;

$U_{изм}$  – показания аналогового выходного сигнала вакуумметра, В;

$U_{эт}$  – значение напряжения, соответствующее задаваемому эталоном абсолютному давлению, В.

Значение напряжения для вакуумметров МХ4А с логарифмическим аналоговым выходным сигналом переводится в давление по формуле (2) или берётся из графика изображённого на рисунке 3 -

$$P = 133,332 \cdot (10^{6(V-5)}) \quad \text{или} \quad P = 10^{6(V-5)} \quad (2)$$

Значение напряжения для вакуумметров МХ4А с линейным аналоговым выходным сигналом по десяткам переводится в давление по формуле (3) или берётся из графика изображённого на рисунке 3 -

$$P = 133.332 \cdot (10^{(A-6)} - 0,BCD) \text{ или } P = 10^{(A-6)} - 0,BCD \quad (3)$$

где:  $P$  – значение абсолютного давления, полученное расчётным путём, Па (мм рт.ст.);  
 $V$  и  $A,BCD$  – значение аналогового выходного сигнала вакуумметра, В.

Значение давления для вакуумметров МХ4А с нелинейным и линейным аналоговым выходным сигналом берётся из графика изображённого на рисунке 3.

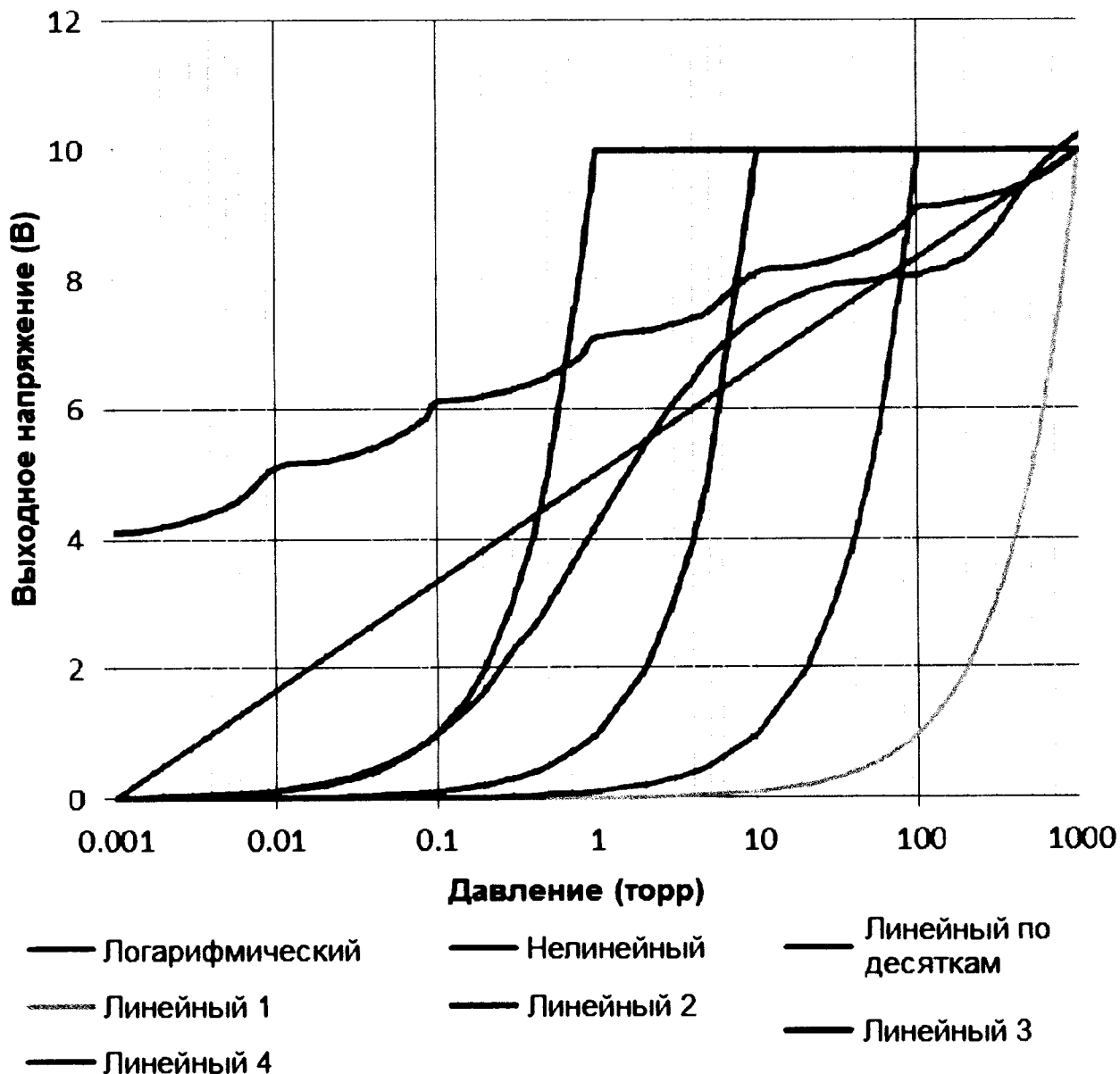


Рисунок 3  
График функций аналогового выхода вакуумметра МХ4А

Относительную погрешность для вакуумметра МХ4А вычисляют по формуле (4) -

$$\delta = \frac{P - P_{эт}}{P_{эт}} \cdot 100 \quad (4)$$

где:  $\delta$  – относительная погрешность вакуумметра, %;  
 $P$  – расчётное значение абсолютного давления, Па (мм рт.ст.);  
 $P_{эт}$  – значение абсолютного давления, задаваемое эталоном, Па (мм рт.ст.).

Относительную погрешность по встроенному дисплею вакуумметра МХ4А вычисляют

по формуле (5) -

$$\delta = \frac{P_{изм} - P_{эт}}{P_{эт}} \cdot 100 \quad (5)$$

где:  $\delta$  – относительная погрешность вакуумметра, %;

$P_{изм}$  – показания вакуумметра, Па (мм рт.ст.).

$P_{эт}$  – значение абсолютного давления, задаваемое эталоном, Па (мм рт.ст.).

Значение относительной погрешности вакуумметра не должно превышать значения допускаемой погрешности, приведённой в описание типа на прибор.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки на вакуумметр выписывают свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 02.07.15 № 1815. На свидетельство о поверке наносится знак поверки в виде оттиска поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки датчик вакуумный к дальнейшей эксплуатации не допускают и на него выдают извещение о непригодности в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 02.07.15 № 1815.

Главный специалист по метрологии  
лаборатории № 443  
ФБУ "Ростест-Москва"

А.В. Болотин

Заместитель  
начальника лаборатории № 443  
ФБУ "Ростест-Москва"

Д.А. Денисов