



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)

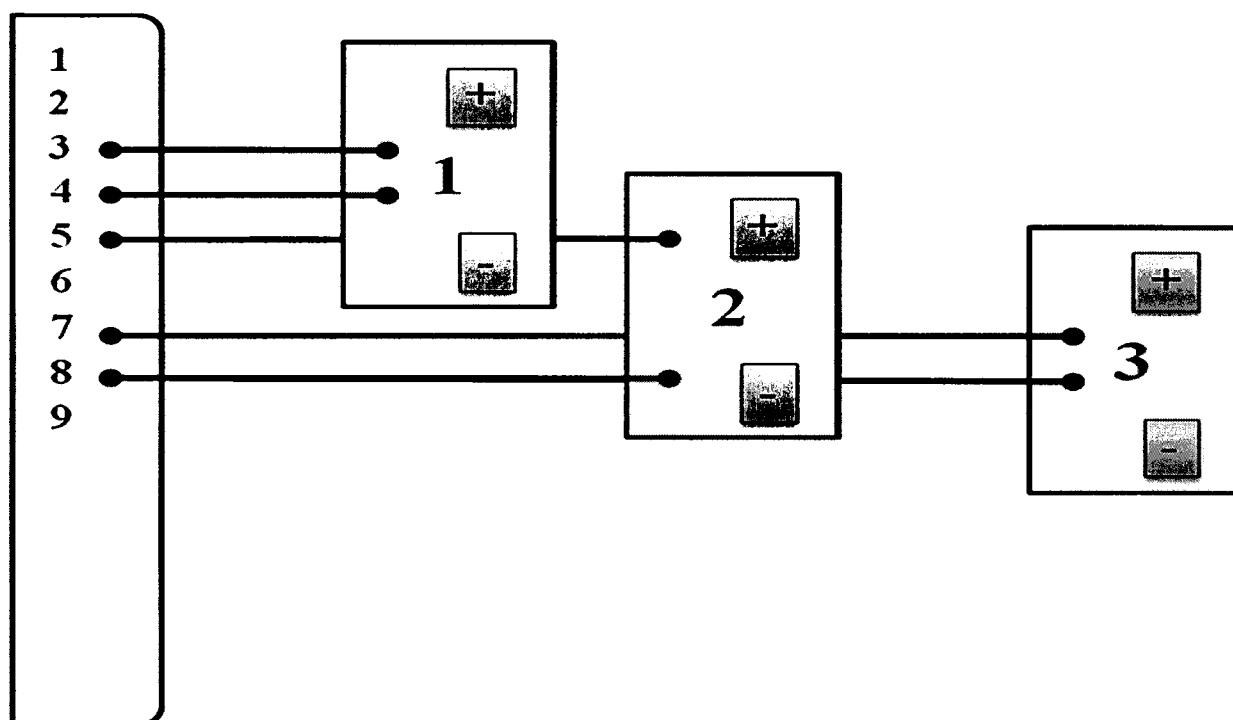
Таблица 3

| 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.

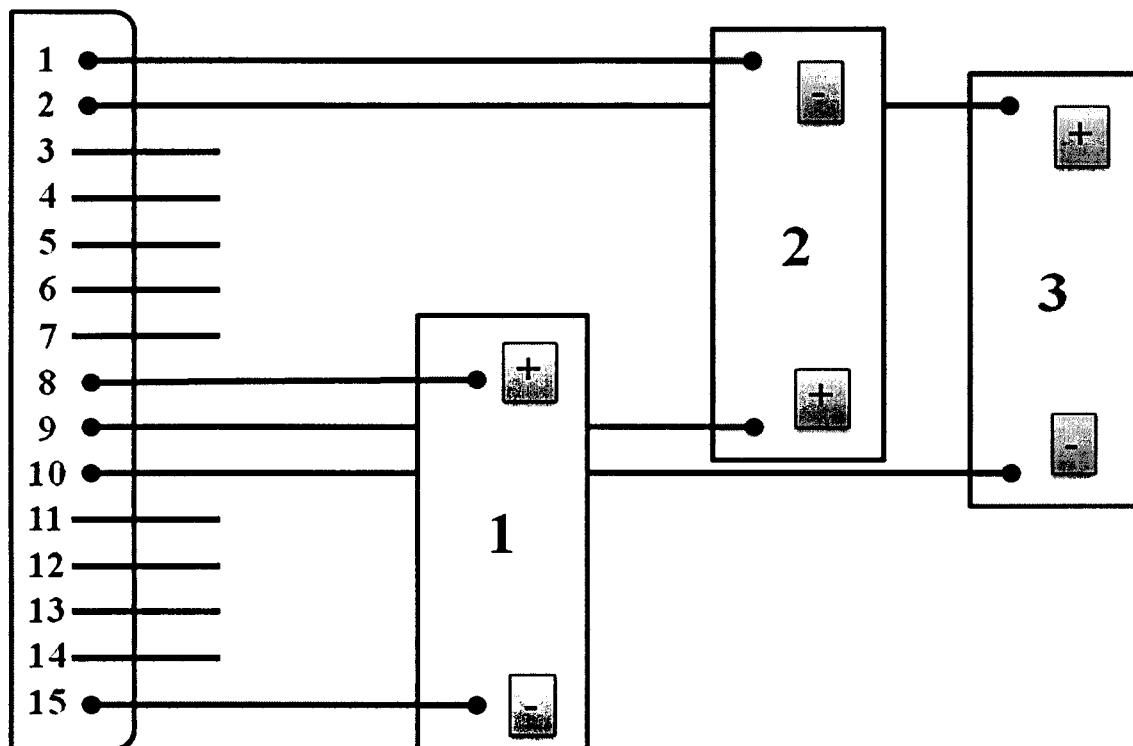
### 7.3 Определение относительной погрешности

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 MX4A

Относительную погрешность вакуумметров MP2AR и MP4AR определяют только по показаниям аналогового сигнала, а относительную погрешность вакуумметров MX4A 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 MP2AR, приведены в таблице 4, а для вакуумметров MP4AR - в таблице 5.

Таблица 4

| Значение давления,<br>задаваемое эталоном,<br>Па (мм рт.ст.) | Значение напряжения,<br>соответствующее задаваемому эталоном<br>абсолютному давлению, В |   |
|--|---|---|
|  | для вакуумметров с линейным<br>аналоговым выходным сигналом                             | для вакуумметров с нелинейным<br>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 MX4A 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 MX4A 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.

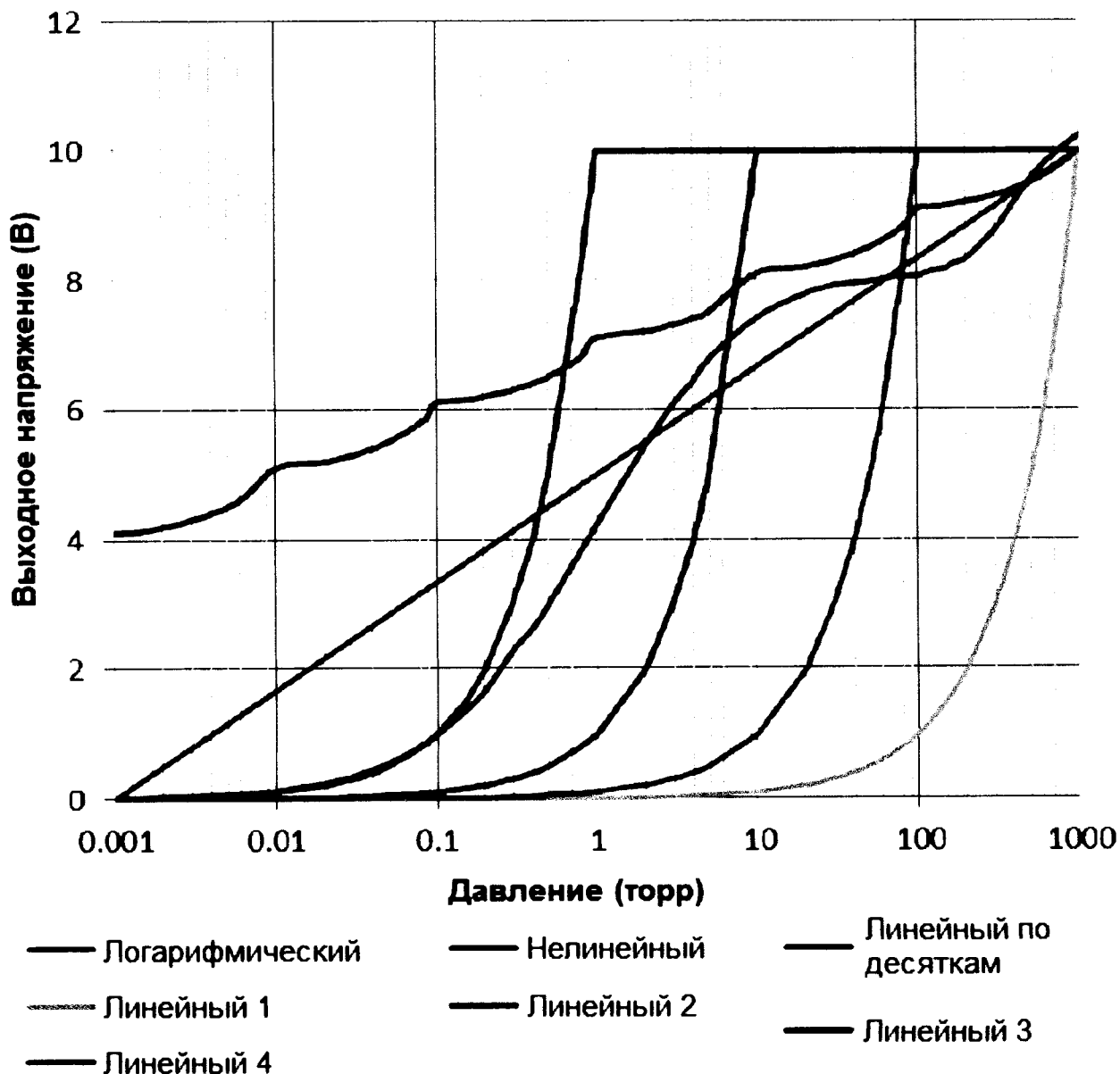


Рисунок 3  
График функций аналогового выхода вакуумметра МХ4А

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