ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА (ВНИИМ)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ВАКУУММЕТРОВ НИЗКИХ АБСОЛЮТНЫХ ДАВЛЕНИЙ

МИ 140–77

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1978

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА (ВНИИМ)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ВАКУУММЕТРОВ НИЗКИХ АБСОЛЮТНЫХ ДАВЛЕНИЙ

МИ 140—77

МОСКВА—1978

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ)

Директор **Тарбеев Ю. В.**
Руководитель темы **Рыжов В. А.**
Исполнители **Рыжов В. А., Ильина В. Н.**

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Лабораторией законодательной метрологии ВНИИМ

Руководитель лаборатории **Селиванов М. Н.**
Исполнитель **Соколова Е. А.**

УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом ВНИИМ 22 июня 1972 г. (протокол № 5)

© Издательство стандартов, 1978

УДК 531.788.089.6

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ВАКУУММЕТРОВ НИЗКИХ АБСОЛЮТНЫХ ДАВЛЕНИЙ

МИ 140—77

Настоящая методика распространяется на вакуумметры термопарные, ионизационные, ионизационно-термопарные и магнитные, предназначенные для измерения низких абсолютных давлений от 700 до $7 \cdot 10^{-8}$ Па (от 5 до $5 \cdot 10^{-10}$ мм рт. ст.) и устанавливает методы и средства поверки манометрических преобразователей и измерительных блоков этих вакуумметров.

Настоящая методика разработана взамен методических указаний № 222 по поверке измерительных блоков вакуумметров и методических указаний № 231 по поверке манометрических преобразователей.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки манометрических преобразователей должны выполнять следующие операции:

внешний осмотр (п. 4.1);

определение градуировочных характеристик магнитного и термопарного преобразователей и постоянной ионизационного манометрического преобразователя (п. 4.2).

1.2. При поверке измерительных блоков вакуумметров должны выполнять следующие операции:

внешний осмотр (п. 4.3);

определение параметров измерительного блока (п. 4.4).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки манометрических преобразователей следует применять средства поверки:

образцовые компрессионные манометры 1-го разряда по ГОСТ 8.107—74;

образцовые установки с калиброванными объемами 1-го разряда по ГОСТ 8.107—74;

образцовые редукционные градуировочные установки 1-го разряда по ГОСТ 8.107—74;

образцовые компрессионные манометры 2-го разряда по ГОСТ 8.107—74.

2.2. Для питания манометрических преобразователей и измерения их электрических сигналов необходимы следующие вспомогательные средства поверки.

2.2.1. Установка для поверки термопарных манометрических преобразователей (рис. 1). Установка состоит из термопарного манометрического преобразователя *1*, потенциометра постоянного тока *6*, тумблера *5*, переменного резистора *2*, миллиамперметра постоянного тока *3* класса 0,5 с диапазоном измерений 0—200—500—1000 мА и аккумулятора *4*.

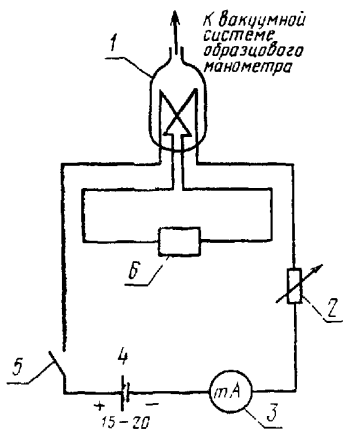

Рис. 1. Схема установки для поверки термопарных манометрических преобразователей ПМТ-2

2.2.2. Установка для поверки ионизационных манометрических преобразователей (рис. 2). Установка состоит из стабилизированного источника напряжения постоянного тока *4*, позволяющего изменять напряжение от 0 до 300 В (нестабильность и пульсация выходного напряжения соответственно ±0,5 и ±0,1%); источника накала преобразователя *6* с автоматической стабилизацией тока эмиссии в пределах 0,3—8 мА при токе накала до 1,5 А; миллиамперметра постоянного тока *5* класса 1,0 с диапазоном измерений 0—1——10 мА; микроамперметра постоянного тока *2* класса 1,5 с диапазоном измерений 0—0,1—1,0—10—100 мкА; измерительного усилителя постоянного тока *7* с погрешностью не более 5% и диапазоном измерений 10^{-5}—10^{-12} А (например, усилитель У1-6); высокоомного вольтметра постоянного тока *3* класса 1,0 с диапазоном измерений 0—50—300 В. Допускается вместо вольтметра применять микроамперметр постоянного тока класса 0,5 с аттестованными органами Госстандарта СССР добавочными сопротивлениями следующих значений: не менее 10^5 Ом для диапазона измерений 0—50 В; не менее 10^6 Ом для диапазона измерений 0—300 В; поверяемого преобразователя *1*.

2.2.3. Установка для поверки магнитных манометрических преобразователей. Установка состоит из образцового измерительного блока вакуумметра, имеющего специальные выводы для подключения микроамперметра постоянного тока класса 1,0 с диапазоном измерений 0—1—5—50—500—1000 мкА; поверяемого манометрического преобразователя.

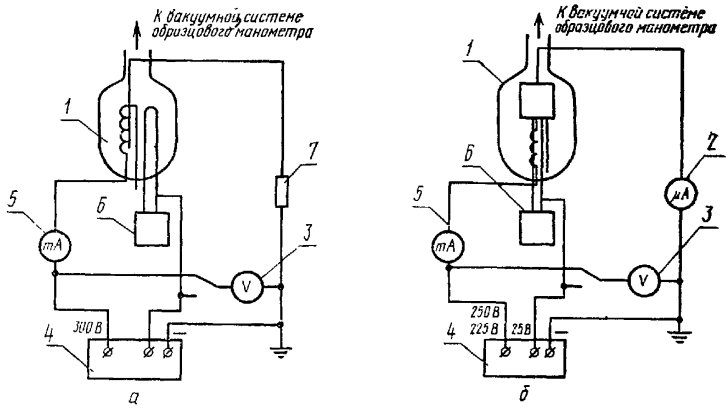

Рис. 2. Схема установки для поверки ионизационных манометрических преобразователей:
а — ИМ-12; *б* — ПМИ-2

2.3. Измерительные блоки магнитных и магнитных блокировочных вакуумметров поверяют при помощи поверочной установки (рис. 3). Установка состоит из следующих основных частей: цепи питания; цепи поверки балластных сопротивлений; цепи поверки измерительного прибора при измерении им напряжений 2500 В в вакуумметре ВМБ-3А; 800 В и 2500 В в вакуумметрах ВМ-1 и ВМБ-2; цепи поверки измерительного прибора при измерении им токов, соответствующих различным давлениям, измеряемым вакуумметром; цепи поверки пределов срабатывания блокировочного устройства вакуумметра.

2.4. При проведении поверки измерительных блоков термопарных ВТ-2А, ВТ-3, ионизационных ВИ-3 и ионизационно-термопарных ВИТ-1, ВИТ-1А, ВИТ-2 вакуумметров применяют поверочную установку (рис. 4).

Установка состоит из следующих основных частей: цепи питания; цепи для поверки измерительных блоков термопарных вакуумметров и цепи для поверки измерительных блоков ионизационных вакуумметров. Она содержит следующие узлы: узел для поверки измерительного прибора при измерении им тока эмиссии и напряжений, подаваемых на электроды манометрического преобразователя;

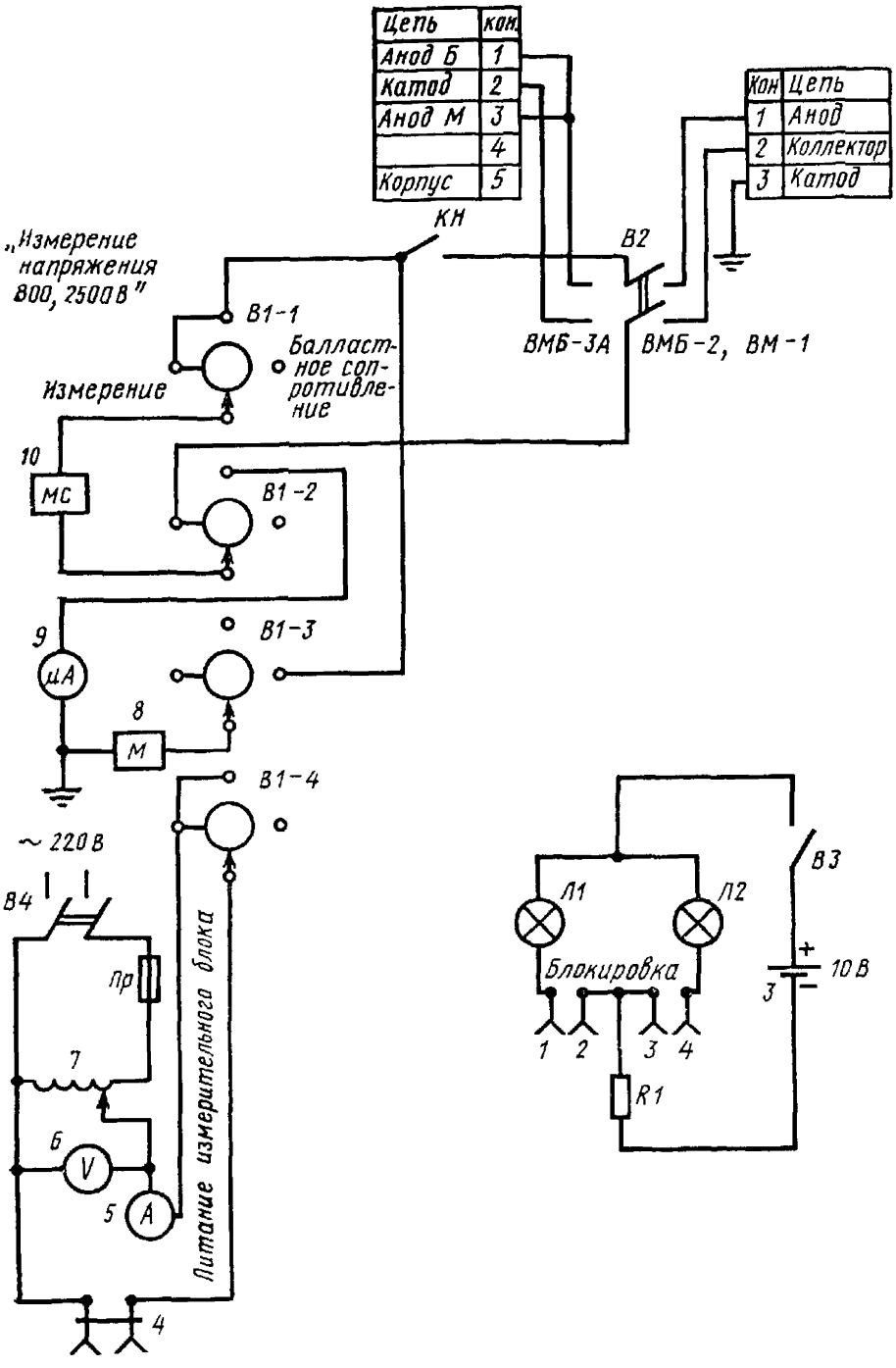

Рис. 3. Электрическая функциональная схема поверки измерительных блоков магнитных вакуумметров типов ВМ-1, ВМБ-2, ВМБ-3А:

1—разъем к вакуумметру ВМБ-3А; *2*—разъем к вакуумметрам ВМ-1 и ВМБ-2; *3*—батарея сухих элементов или аккумуляторов; *4*—штепсельная розетка; *5*—амперметр на 0—5А класса 1,5; *6*—вольтметр на 0—300 В класса 1; *7*—автотрансформатор; *8*—измерительный мост $0—10^{13}$ Ом класса 0,5; *9*—микроамперметр на 0—50 мкА класса 0,5; *10*—магазин сопротивлений на $10^6—10^{10}$ Ом (набор магазинов сопротивлений); *В4*—выключатель; *ПР*—предохранитель; 1′; 2′; 3′; 4′—штепсельные розетки; *R1*—добавочный резистор к сигнальным лампам

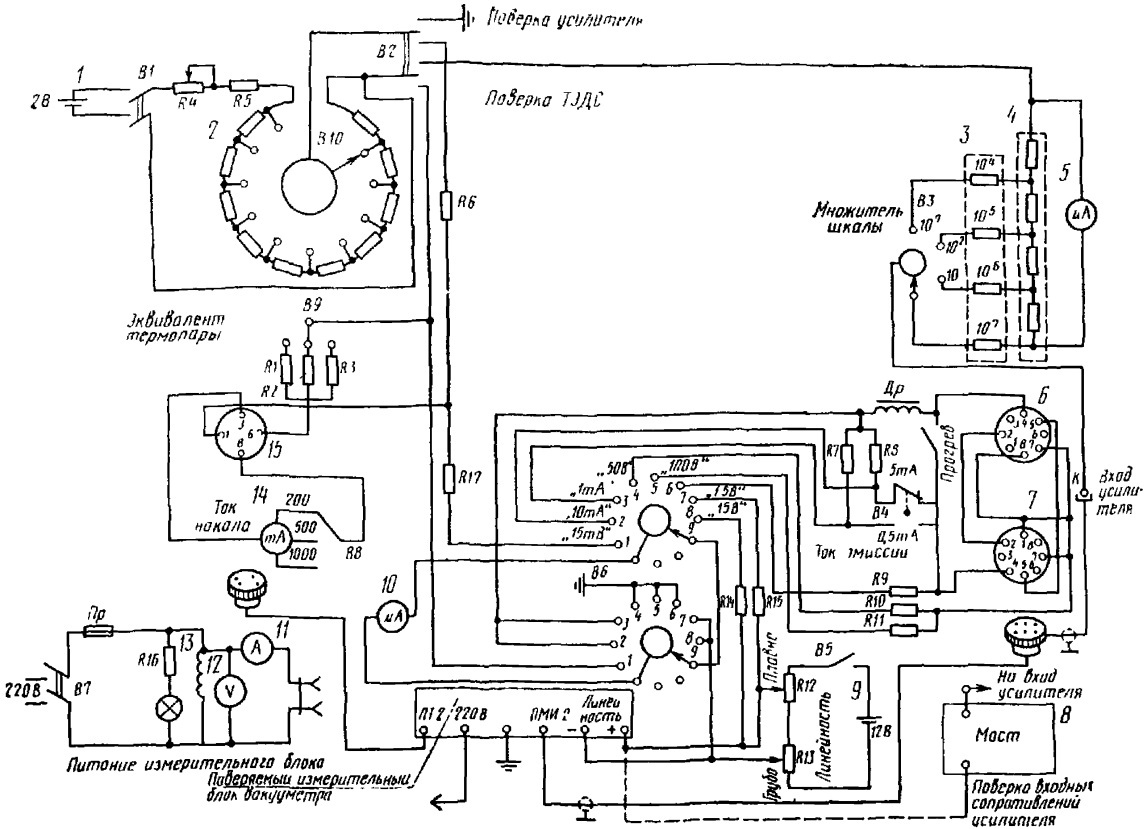

Рис. 4. Электрическая функциональная схема установки для поверки измерительных блоков вакуумметров типов ВТ-2А, ВТ-3, ВИ-3, ВИТ-1, ВИТ-1А и ВИТ-2:

1—аккумулятор; *2*—набор резисторов 10×10 Ом; *3*—добавочные резисторы 10^4, 10^5, 10^6 и 10^7 Ом; *4*—шунт к микроамперметру М-95; *5*—микроамперметр М-95 на 0—0,1 мкА; *6*—панель ламповая восьмиштырьковая; *7,15*—соединительные колодки; *8*—измерительный мост; *9*—аккумулятор; *10*—микроамперметр на 0—50 мкА класса 0,5; *11*—амперметр на 0—5 А класса 1,5; *12*—вольтметр на 0—300 В класса 1,0; 13—автотрансформатор; *14*—миллиамперметр на 0—150—500—1000 мА класса 0,5; *B1*, *B5*, *B7*—тумблеры; *B2*, *B4*—переключатели; *B3*, *B6*, *B8*, *B9*, *B10*—щеточные переключатели; *R1*—6 Ом; *R2*—7 Ом; *R3*—8 Ом; *R4*—30 Ом; *R5*—39 Ом; *R6*—1000 Ом; *R7* и *R8*—шунты к микроамперметру *10* на 1,0 и 10 мА; *R9*—$6 \cdot 10^5$ Ом; *R10*—10^6 Ом; *R11*—$2 \cdot 10^6$ Ом; *R12*—2,2 кОм; *R13*—500 Ом; *R14* и *R16*—добавочные резисторы к микроамперметру *10* на 1,5 и 15 В; *R15*—добавочный резистор к сигнальной лампе; *R17*—добавочный резистор к микроамперметру *10* на 15 мВ

узел для поверки усилителя ионного тока; узел для поверки линейности усилителя постоянного тока измерительного блока вакуумметра; узел для поверки входных сопротивлений усилителя постоянного тока.

2.5. При проведении поверки измерительных блоков ионизационных вакуумметров ВИ-12 применяют поверочную установку (рис. 5). Установка состоит из следующих основных частей: цепи питания; цепи проверки режимов манометрического преобразователя и поверки стрелочного прибора при измерении им тока эмиссии; цепи поверки линейности усилителя ионных токов по напряжению.

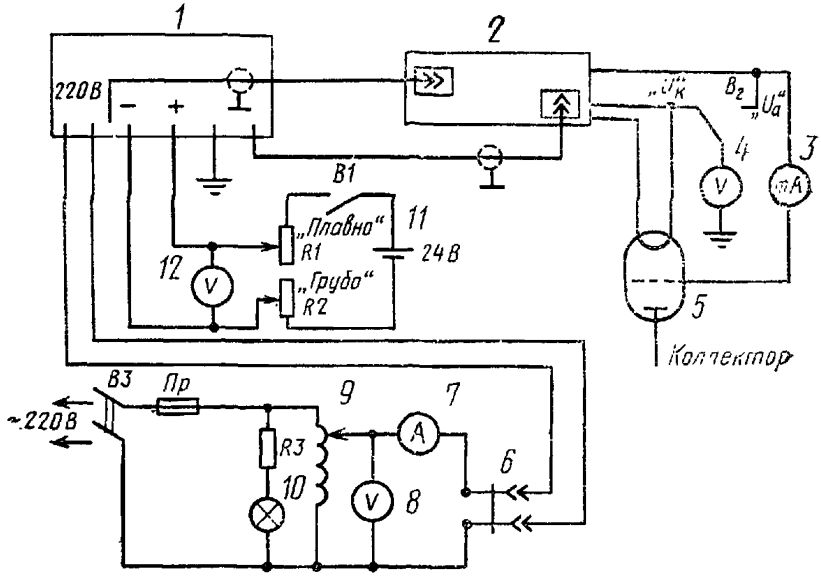

Рис. 5. Электрическая функциональная схема для поверки измерительных блоков ионизационных вакуумметров ВИ-12:

1—поверяемый измерительный блок; *2*—выносной блок; *3*—миллиамперметр на 0—10 мА класса 0,5; *4*—высокоомный вольтметр на 0—100—300 В класса 0,5 (микроамперметр на 50 мкА с добавочным сопротивлением $2 \cdot 10^6$ и $6 \cdot 10^6$ Ом); *5*—манометрический преобразователь ИМ-12; 6—штепсельная розетка; *7*—амперметр на 0,5 А класса 1,5; *8*—вольтметр на 0—300 В класса 1,0; *9*—автотрансформатор; *10*—сигнальная лампочка; *11*—аккумулятор; *12*—вольтметр на 0—3—30 В класса 0,5; *B1, B3*—тумблеры; *B2*—переключатель; *R1*—переменный резистор 10 кОм; *R2*—переменный резистор 500 Ом; *R3*—добавочное сопротивление к сигнальной лампочке *10*; *Пр*—предохранитель

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки манометрических преобразователей и измерительных блоков необходимо соблюдать следующие условия:

температура окружающего воздуха 20±5°С; атмосферное давление 101325±4000 Па; относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 20±5°С; напряжение питающей сети 220±22 В частотой 50±0,5 Гц.

3.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

3.2.1. Манометрические преобразователи герметично присоединяют к гребенке вакуумной установки. После присоединения преобразователя систему откачивают до давления 10^{-2} — 10^{-3} мм рт.ст. и проверяют ее герметичность. Места натекания в стеклянных частях системы определяют искровым течеискателем, а в металлических системах гелиевым масс-спектрометрическим течеискателем.

Вакуумную систему и преобразователи прогревают под откачкой. Режим прогрева зависит от степени загрязнения деталей и от давления, при котором производится поверка. Предельное давление, получаемое в системе после прогрева, должно быть на два порядка ниже минимального давления, при котором производится поверка.

Перед проведением поверки необходимо убедиться в отсутствии газовыделения поверяемых манометрических преобразователей. Для этого измеряют скорость изменения давления в преобразователях при отсоединении их от вакуумной системы с помощью прогреваемого крана.

Изменение давления, характеризуемое относительным изменением сигнала преобразователя за 1 мин, не должно быть более 10% первоначального давления.

Поверку производят по азоту.

3.2.2. При поверке измерительного блока последний соединяют с установкой для поверки соответствующего измерительного блока.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр манометрических преобразователей

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие манометрического преобразователя следующим требованиям:

на корпусе и около вводов стеклянного преобразователя должны отсутствовать сколы стекла и трещины;

на преобразователь должны быть нанесены товарный знак завода-изготовителя, тип и год выпуска, номер преобразователя.

В случае отсутствия заводского номера номер преобразователю присваивает поверяющая организация, наносит — заказчик.

Манометрический преобразователь, не отвечающий одному из этих требований, дальнейшей поверке не подлежит.

4.2. Определение градуировочной характеристики магнитного и термопарного преобразователей и постоянной ионизационного преобразователя.

4.2.1. Градуировочную характеристику магнитного и термопарного преобразователей и постоянную ионизационного преобразователя определяют не менее чем для пяти значений давления каждого

диапазона измерений. Давление отсчитывают по образцовому манометру, выходной сигнал преобразователя — по соответствующему образцовому измерительному прибору.

Требуемое значение давления в вакуумной системе образцового манометра устанавливают с помощью натекателя.

Термопарные преобразователи, не изменяющие давления и состава газа в системе, поверяют в статическом режиме без откачки при установившемся давлении в системе.

Магнитные и ионизационные преобразователи необходимо поверять в динамическом режиме.

При поверке следует контролировать газовыделение или откачивающее действие поверяемых манометрических преобразователей.

4.2.2. Ток накала термопарного преобразователя *1* (см. рис. 1), соответствующий ЭДС термопары, равной 10 мВ, определяют при давлении $\leqslant 1 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст. Включают тумблер *5* и переменным резистором *2* (150 Ом) устанавливают по измерительному прибору постоянного тока (потенциометру *6*) ТЭДС, равную 10 мВ.

Ток накала нагревателя определяют по миллиамперметру постоянного тока *3* класса 0,5 с диапазоном измерений 0—150—750—1500 мА.

4.2.3. При градуировке термопарного преобразователя в диапазоне $1 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-1}$ мм рт.ст. определяют зависимость

$$p = f(e) \text{ при } I_н = \text{const},$$

где p — давление, мм рт.ст.; e — ЭДС термопары, мВ; $I_н$ — ток накала нагревателя, мА.

Точки индивидуальной градуировочной характеристики наносят на типовую градуировочную кривую, прилагаемую к поверяемому преобразователю, и вычисляют наибольшее относительное отклонение δ_{max} индивидуальной градуировочной характеристики от типовой по формуле

$$\delta_{max} = \frac{p_{пов\,i} - p_{обр\,i}}{p_{обр\,i}} 100\%,$$

где $p_{обр.i}$ — показание образцового манометра, мм рт.ст.; $p_{пов.i}$ — значение давления по типовой градуировочной кривой поверяемого преобразователя, мм рт.ст.; i — порядковый номер измерения.

Если индивидуальная градуировочная характеристика имеет систематические отклонения от типовой градуировочной кривой, превышающие допускаемые по нормативно-технической документации на преобразователь, преобразователь бракуют.

4.2.4. ЭДС термопары, соответствующую току нагревателя 600 мА, определяют при нормальном атмосферном давлении. Включают тумблер *5* (см. рис. 1) и переменным резистором *2* устанавливают по прибору *3* ток 600 мА. Значение ТЭДС определяют по потенциометру *6*.

4.2.5. При градуировке термопарного преобразователя в диапазоне $5 \cdot 10^{-1}$ — 5 мм рт.ст. определяют зависимость $p = f(I_н)$ при $e = \text{const}$.

Обработка результатов градуировки аналогична обработке результатов градуировки в диапазоне $1 \cdot 10^{-3} — 5 \cdot 10^{-1}$ мм рт.ст.

4.2.6. При градуировке магнитного преобразователя на установке (см. рис. 3) определяют зависимость $p = f(I)$, где I — разрядный ток преобразователя.

Обработка результатов градуировки магнитных преобразователей аналогична обработке результатов градуировки термопарных преобразователей.

4.2.7. Значение постоянной C поверяемого ионизационного манометрического преобразователя при неизменном токе эмиссии определяют на установке (см. рис. 2) и вычисляют по формуле

$$C_i = \frac{p_{обр\,i}}{I_i},$$

где $p_{обр.i}$ — давление по образцовому манометру, мм рт.ст.; I_i — ионный ток на коллектор поверяемого преобразователя, А.

Среднее значение постоянной $\overline{C}$ вычисляют по формуле

$$\overline{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} C_i.$$

Среднее значение $\overline{C}$ не должно выходить за пределы, указанные в нормативно-технической документации на преобразователь.

4.3. Внешний осмотр измерительного блока вакуумметра

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие измерительного блока вакуумметра следующим требованиям:

прибор не загрязнен;

тумблеры и ручки управления не повреждены и не расшатаны;

прибор укомплектован соединительными кабелями;

на прибор нанесен товарный знак завода-изготовителя и заводской номер.

Измерительный блок, не отвечающий одному из перечисленных требований, дальнейшей поверке не подлежит.

4.4. Поверка параметров измерительных блоков

4.4.1. Измерительные блоки магнитных и магнитных блокировочных вакуумметров ВМ-1, ВМБ-2, ВМБ-3А (в том числе и панельные варианты этих типов) поверяют при помощи установки, схема которой приведена на рис. 3.

Переключатель В2 ставят в положение, соответствующее типу поверяемого измерительного блока вакуумметра. Вскрывают поверяемый измерительный блок вакуумметра и соединяют «плюс» высоковольтного выпрямителя с корпусом измерительной установки.

Переключатель В1 переводят в положение «Балластное сопротивление» и включают мост постоянного тока *8*. Измеряют балластные сопротивления, нажав кнопку включения высокого напряжения КН. Зажим «плюс» высоковольтного выпрямителя отсоединяют от корпуса поверочной установки и вставляют в кожух измери-

тельный блок вакуумметра. Корпус поверяемого прибора соединяют с корпусом поверочной установки.

4.4.2. Для определения напряжений, подаваемых на электроды манометрических преобразователей, на измерительных блоках вакуумметров ВМ-1, ВМБ-2 устанавливают переключатель «Переключение прибора» в положение «800 В» или «2500 В»; на измерительных блоках вакуумметров ВМБ-3А переключатель «Род работы» и тумблер «Измерение—прогрев» в положение «Измерение»; тумблер «Измерение напряжения» по направлению стрелки в нижнее положение; остальные тумблеры и переключатели блоков вакуумметров — в любое положение. Подключают цепь питания вакуумметра, затем включают питание измерительной установки и устанавливают по вольтметру *6* автотрансформатором *7* напряжение 220 В.

Включают тумблер «Сеть 220 В» и дают прибору прогреться 15 мин. Переключатель В1 переводят в положение «Измерение напряжения 800, 2500 В»; устанавливают на магазине сопротивлений 10 сопротивление 19,75 МОм при измерении напряжения 800 В и 62,25 МОм при измерении напряжения 2500 В при поверке вакуумметров ВМ-1, ВМБ-2 и 61,1 МОм при поверке вакуумметра ВМБ-3А.

Стрелку измерительного прибора устанавливают ручкой «Регулировка напряжения» на риску с индексом «А», нажимают кнопку КН, при этом стрелка прибора 9 должна отклониться на отметку 40. Изменяя напряжение питания блока на ±10%, измеряют соответствующие значения тока.

Напряжение U на выходе выпрямителя, соответствующее измеренному току, рассчитывают по формуле

$$U=I(R_{\text{м}}+R_{\text{б}}),$$

где I — показание образцового микроамперметра; $R_{\text{м}}$ — сопротивление, установленное на магазине сопротивлений; $R_{\text{б}}$ — балластное сопротивление в измерительном блоке.

Значение напряжения U не должно превышать значения, указанного в нормативно-технической документации на поверяемый вакуумметр.

4.4.3. Перед поверкой измерительного прибора при измерении им разрядных токов устанавливают нуль усилителя и проверяют калибровку усилителя поверяемого измерительного блока. На измерительном блоке вакуумметра ВМБ-3А переключатель «Род работы» переводят в положение «Измерение»; в измерительном блоке вакуумметров ВМ-1, ВМБ-2 переключатель «Переключение прибора» — в положение 800 или 2500 В в зависимости от поверяемого диапазона; ручкой «Регулировка напряжения» устанавливают напряжение 800 или 2500 В.

Переключатель В1 (см. рис. 3) переводят в положение «Измерение»; различные значения токов, имитирующих разрядные токи, устанавливают с помощью магазина сопротивлений *10*. Значения эквивалента сопротивления преобразователя в данной точке шкалы стрелочного прибора приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Диапазон измерений вакуумметров ВМ-1 ВМ 2 мм рт ст	Числовая отметка на равномерной шкале измерительного прибора	Сопротивление магазина сопротивлений, МОм	Напряжение, В	Сила тока, мкА
$1-10^{-2}$	10	3,08	800	240
	20	1,42		480
	30	0,86		720
	40	0,58		960
	50	0,42		1200
$10^{-2}-10^{-3}$	10	3,75	800	200
	20	1,75		400
	30	1,08		600
	40	0,75		800
	50	0,55		1000
$10^{-3}-10^{-5}$	10	12,25	2500	200
	20	6,00		400
	30	3,91		600
	40	2,88		800
	50	2,25		1000

Таблица 2

Сила тока по шкале вакуумметра ВМБ 3А, мкА	Сопротивление магазина сопротивлении $R_м$, МОм	Сила тока по шкале вакуумметра ВМБ-3А, мкА	Сопротивление магазина сопротивлений $R_м$, МОм
0,4	6250	40	61,1
0,8	3125	80	29,84
1,0	2500	120	19,43
1,25	2000	160	14,22
2	1250	200	11,09
4	625	300	6,93
8	311	400	4,84
12	207	500	3,59
16	150	600	2,76
20	123,6		

Значения сопротивлений вычисляют по формуле

$$R_м = \frac{U}{I} - R_б.$$

Для измерительных блоков вакуумметров ВМ-1, ВМБ-2 $R_б = 250$ кОм, а для блоков ВМБ-3А $R_б = 1{,}41$ МОм (большой и малый аноды на рис. 3 соединены между собой).

Погрешность измерения разрядного тока должна быть не более значения, указанного в нормативно-технической документации на поверяемый вакуумметр.

4.4.4. Для проверки пределов срабатывания блокировки измерительных блоков вакуумметров ВМБ-2, ВМБ-3А необходимо:

гнезда 1 и 2, 3 и 4 (см. рис. 3) на задней панели поверяемого прибора подсоединить соединительными проводами к гнездам *1′* и *2′*, *3′* и *4′* поверочной установки; замкнуть тумблер В3. Сигнальные лампочки Л1 и Л2 должны загораться при срабатывании электронного реле блокировки по давлению.

4.4.5. Измерительные блоки термопарных, ионизационных и ионизационно-термопарных вакуумметров ВТ-2А, ВТ-3,ВИ-3, ВИТ-1, ВИТ-1А, ВИТ-2 (в том числе и панельные варианты этих приборов) поверяют при помощи поверочной установки (см. рис. 4).

Перед включением измерительного блока в поверочную установку выполняют операции, рекомендованные в разделе «Подготовка прибора к работе» технического описания поверяемого вакуумметра; соединительные кабели измерительного блока присоединяют к колодкам *7* и *15* (см. рис. 4); вставляют запаянный манометрический преобразователь ПМИ-2 в панель *6* на поверочной установке, включают вилку сетевого кабеля измерительного блока в розетку «Питание измерительного блока», напряжение 220 В устанавливают по вольтметру *12* с помощью автотрансформатора *13*; включают измерительный блок вакуумметра (см. раздел «Порядок работы» инструкции по эксплуатации поверяемого вакуумметра).

Стрелочный прибор измерительного блока термопарного вакуумметра при измерении им тока накала поверяют сличением его с образцовым прибором *14*. Ток накала изменяют при помощи ручки «Регулировка тока накала» или «Ток нагревателя», одновременно записывая пределы регулировки при двух крайних положениях этой ручки.

Пределы регулировки тока накала должны быть 90—140 мА.

4.4.6. Для определения пределов изменения тока накала при отклонении напряжения питающей сети от номинального 220 В на ±10% устанавливают ток накала 120 мА в поддиапазоне 10^{-3}—10^{-1} мм рт.ст. для измерительных блоков ВТ-2А и в поддиапазоне II для ВТ-3; 200 мА в поддиапазоне 10^{-1} — 1 мм рт.ст. для измерительных блоков ВТ-2А; 400 мА в поддиапазоне I для измерительного блока ВТ-3 и 800 мА — переключатель «Диапазон измерений» в положении «Калибровка» для измерительного блока ВТ-3.

Затем изменяют напряжение питающей сети измерительного блока поверяемого вакуумметра на ±10% и одновременно записывают значения токов нагревателя по измерительному прибору вакуумметра.

Изменение тока накала при изменении напряжения сети на ±10% не должно превышать 2%.

4.4.7. Измерительный прибор термопарного вакуумметра при измерении им ТЭДС поверяют сличением его с образцовым прибором

10 (см. рис. 4) при последовательном включении с поверяемым прибором одного из сопротивлений *R1, R2, R3,* заменяющего собой собственное сопротивление термопары.

Для поверки необходимо: включить аккумулятор *1*; переключатель В6 установить в положение «15 мВ»; переключатель В2 — в положение «Поверка ТЭДС»; тумблер измерительного блока «Измерение — ток накала» — в положение «Измерение»; переключатель «Диапазон измерений» на измерительном блоке вакуумметра ВТ-3 установить в положение «II».

Напряжение, снимаемое с набора сопротивлений и заменяющее ЭДС термопары, может быть откорректировано с помощью регулировочного сопротивления *R4*. Поверку производят во всех точках отсчета равномерной шкалы измерительного прибора при $R2=7$ Ом.

Конечное значение шкалы прибора поверяют при сопротивлениях *R1* и *R2*, равных 6 и 8 Ом.

Приведенную погрешность измерения ЭДС термопары определяют по формуле

$$\delta = \frac{e_{\text{пов}\,i} - e_{\text{обр}\,i}}{e_{\text{пред}}} 100\%,$$

где $e_{\text{пов}\,i}$ — показание поверяемого прибора, мВ; $e_{\text{обр}\,i}$ — показание образцового прибора, мВ; $e_{\text{пред}} = 10$ мВ — предельное значение ТЭДС.

Приведенная погрешность должна быть не больше значения, указанного в нормативно-технической документации на поверяемый прибор.

4.4.8. Перед проведением поверки измерительного блока ионизационного вакуумметра необходимо прогреть прибор после включения в течение 15 мин, откалибровать усилитель ионного тока в соответствии с инструкцией по эксплуатации вакуумметра.

Измерительный прибор измерительного блока вакуумметра при измерении им тока эмиссии поверяют сличением его в отметке шкалы «5» с образцовым прибором *10* (см. рис. 4) и *3* (см. рис. 5). Для этого ручкой «Регулировка эмиссии» измерительного блока устанавливают стрелку поверяемого прибора на середину шкалы, переключатель В6 (см. рис. 4) — в положение «10 мА» или «1 мА» в зависимости от типа вакуумметра и производят отсчет по образцовому прибору *10* (см. рис. 4) или образцовому прибору *3* (см. рис. 5).

4.4.9. Для поверки усилителя ионного тока измерительного блока тумблеры и ручки управления измерительного блока устанавливают в соответствии с инструкцией по эксплуатации на поверяемый вакуумметр.

Стрелку измерительного прибора устанавливают на нулевую отметку шкалы. Переключатель «Множитель шкалы» переводят на самый чувствительный поддиапазон и определяют уход нуля за 1 ч при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$.

Уход нуля не должен превышать значений, указанных в нормативно-технической документации на поверяемый вакуумметр.

Усилители ионного тока в измерительном блоке вакуумметров ВИ-3, ВИТ-1, ВИТ-1А поверяют сличением измерительного прибора во всех числовых отметках шкалы с образцовым микроамперметром.

Переключателем В3 на поверочной установке (см. рис. 4) устанавливают пределы измерения микроамперметра соответственно положению переключателя «Множитель шкалы» измерительного блока; переключатель В2 переводят в положение «Поверка усилителя»; тумблеры измерительного блока «Измерение — установка нуля»; «Измерение—эмиссия», «Измерение—прогрев» переводят в положение «Измерение»; коллекторный вывод соединительного кабеля манометрического преобразователя соединяют с выводом микроамперметра 5 (см. рис. 4); переключатель В10 переводят в такое положение, при котором напряжение снимается со всего делителя; изменяя сопротивление переменного резистора *R4*, стрелку измерительного прибора устанавливают на конечное значение шкалы. Далее, поворачивая ручку делителя *2* (см. рис. 4) и изменяя, если нужно, переменный резистор *R4*, устанавливают стрелку прибора на всех числовых отметках шкалы и записывают соответствующие показания образцового прибора. Поверку повторяют на всех поддиапазонах усилителя.

Погрешность измерения ионного тока измерительным блоком вакуумметра не должна превышать значений, указанных в нормативно-технической документации на поверяемый вакуумметр.

4.4.10. Усилители ионного тока измерительных блоков ионизационных вакуумметров ВИТ-2, ВИ-12 поверяют посредством поверки входных сопротивлений усилителя и линейности усилителя по напряжению. Для поверки входных сопротивлений усилителя необходимо: снять перемычку с клемм «+» и «—» на задней стенке измерительного блока вакуумметра ВИТ-2; клемму измерительного моста *8* (см. рис. 4) соединить с клеммой «+» на задней стенке поверяемого блока; другую клемму измерительного моста соединить с коллекторным выводом усилителя ионного тока (коллекторный вывод соединительного кабеля манометрического преобразователя ПМИ-2); измерить входные сопротивления усилителя ионного тока на измерительном мосте при переключателе «Множитель шкалы» в положениях «1», «10^{-1}», «10^{-3}» — для измерительных блоков вакуумметров ВИТ-2.

При поверке измерительных блоков вакуумметров ВИ-12 отсоединить выносной блок от измерительного, снять кожух с выносного блока и измерить входные сопротивления усилителя ионного тока измерительного блока вакуумметра ВИ-12, подключая измерительный мост к поверяемым сопротивлениям выносного блока.

После измерения входных сопротивлений выносной блок закрыть кожухом и соединить с измерительным блоком.

Значения входных сопротивлений усилителя ионного тока должны быть не более значений, указанных в нормативно-технической документации на поверяемый вакуумметр.

При поверке линейности усилителя ионного тока по напряжению на поверяемых измерительных блоках устанавливают тумблеры и переключатели так, как рекомендовано в инструкции по эксплуатации на эти вакуумметры; снимают перемычку с клемм «+» и «—» на задней стенке измерительного блока и подключают поверочную установку к блоку (для вакуумметра ВИТ-2 по рис. 4; для вакуумметра ВИ-12 по рис. 5). Затем включают тумблер В5 (см. рис. 4) и В1 (см. рис. 5), включают поверяемый блок и дают ему прогреться; затем измеряют напряжения, вводимые в обратную связь усилителя по образцовому прибору (вольтметр *13* на рис. 5 и микроамперметр *10* на рис. 4).

Вводимые напряжения задаются резисторами *R12* и *R13* (см. рис. 4) при поверке измерительного блока вакуумметра ВИТ-2 и резисторами *R1* и *R2* (см. рис. 5) при поверке измерительного блока вакуумметра ВИ-12.

Значения вводимых напряжений должны быть не более значений, указанных в нормативно-технической документации на поверяемый вакуумметр.

4.4.11. Результаты поверки манометрических преобразователей и измерительных блоков должны быть занесены в протоколы поверки, формы которых приведены в приложениях 1—4.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Положительные результаты поверки манометрических преобразователей оформляют путем:

выдачи свидетельства о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом СССР;

выдачи справки о ведомственной поверке.

5.2. Положительные результаты поверки измерительных блоков оформляют клеймением.

5.3. На манометрические преобразователи и измерительные блоки вакуумметров, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, выдаются извещения о непригодности с указанием причин.

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки термопарных и магнитных манометрических преобразователей

типа _____ _____ № _____

Давление по образцовому манометру $p_{обр\ i}$, мм рт. ст.	Сигнал поверяемого манометрического преобразователя e_i, мВ; $I_{нi}$, А	Значение давления на градуировочной кривой $p_{пов\ i}$, мм рт. ст.	$p_{пов\ i} - p_{обр\ i}$	$\frac{p_{пов\ i} - p_{обр\ i}}{p_{обр\ i}}$

Наибольшее относительное отклонение индивидуальной градуировочной кривой от типовой, т. е. наибольшую относительную погрешность измерения давления, вычисляют по формуле

$$\delta_{max} = \frac{p_{пов i} - p_{обр i}}{p_{обр i}} 100\%.$$

Заключение по результатам поверки _____

Поверку производил _____

"_____" 197 г.

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки ионизационных манометрических преобразователей

типа _____ **№** _____

Давление по образцовому манометру $p_{обр \cdot i}$, мм рт. ст.	Сигнал поверяемого манометрического преобразователя I_i, А	$\frac{p_{обр \cdot i}}{I_i}$, мм рт. ст/А	Постоянная $\overline{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{p_{обр\ i}}{I_i}$, мм рт. ст./А	**Относительное отклонение вычисленного значения постоянной от номинального** $\delta = \frac{\overline{C} - C_н}{C_н} 100\%$

Заключение по результатам поверки _____

Поверку проводил _____

" _____ 197 г.

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки измерительного блока термопарного ионизационного и ионизационно-термопарного вакуумметров

типа _____ № _____

1. Результаты осмотра _____

_____

2. Поверка термопарной части:

а) Поверка измерительного прибора при измерении тока накала и определение пределов регулировки тока накала

Отсчет по нижней шкале измерительного прибора, мА	Показание образцового прибора при измерениях, мА			Погрешность	
	1-м	2-м	Среднее значение	абсолютная, мА	приведенная, %

б) Зависимость тока накала от изменения напряжения питающей сети

Напряжение питания, В	Ток накала, мА	Изменение тока накала	
		мА	%

в) Поверка измерительного прибора при измерении ТЭДС. Сопротивление в цепи источника ЭДС равно 7 Ом.

Отсчет по средней шкале измерительного прибора, мВ	Показания образцового прибора при измерениях, мВ			Погрешность	
	1-м	2-м	Среднее значение	абсолютная, мВ	приведенная, %

3. Поверка ионизационной части:

а) Поверка измерительного прибора при измерении тока эмиссии.

Отсчет по шкале измерительного прибора, мА	Показания образцового прибора при измерениях, мА			Погрешность	
	1-м	2-м	Среднее значение	абсолютная, мА	приведенная, %

б) Пределы регулировки стрелки на нулевой отметке усилителя ионного тока;

в) Уход нуля усилителя ионного тока при переключателе «Множитель шкалы» в положение 1 _____

г) Поверка усилителя ионного тока

д) Градуировка усилителя ионного тока по напряжению (или по току)

Отсчет по шкале вакуумметра	Положение переключателя „Множитель шкалы"							
	10^3, 1, 10^{-7}				10^2, 10^{-1}, 10^{-8} и т. д.			
	Показания образцового прибора		Погрешность		Показания образцового прибора		Погрешность	
	дел. шкалы	В(А)	абсолютная, В(А)	приведенная, %	дел. шкалы	В(А)	абсолютная, В(А)	приведенная, %
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

е) Измерение входных сопротивлений

Номинальное значение сопротивления	Положение переключателя „Множитель шкалы"			
	1, (10^{-7})		10^{-1}, 10^{-8} и т. д.	
	Показания измерительного моста	Относительная погрешность %	Показания измерительного моста	Относительная погрешность %
10 кОм (100 МОм)				
1 МОм (1 гОм)				
100 МОм (10 гОм)				

Напряжение сети, В	Измеряемые величины							
	Уход нуля усилителя, дел. шкалы	Ток эмиссии, мА	Изменение тока эмиссии, мА %	Напряжение на электродах преобразователя при токе эмиссии 5 мА (0,5 мА)				
				анод-корпус номинальное,	анод-корпус действительное	Погрешность %	катод-корпус номинальное,	катод-корпус действительное	Погрешность %
				В			В		
220									
242									
198									

Заключение по результатам поверки _____

Поверку проводил _____

ФОРМА ПРОТОКОЛА
поверки измерительного блока магнитного вакуумметра

типа _____ № _____

а) Измерение балластных сопротивлений

Номинальное значение, кОм	Действительное значение, кОм	Относительная погрешность, %
250		
1406		

б) Измерение напряжения высоковольтного выпрямителя

Показания поверяемого прибора	Показания магазина сопротивлений $R_м$, кОм	Показания образцового прибора, мкА	Действительное значение напряжения, В $U = I(R_м + R_б)$	Погрешность	
				абсолютная, В	относительная %
800					
2500					

в) Измерение разрядного тока

Поддиапазон измерений давления	Показания поверяемого прибора / дел. шкалы, мкА	Показания магазина сопротивлений $R_м$, кОм	Напряжение, В	Действительное значение тока, мкА $I = \frac{U}{R_м + R_б}$	Погрешность	
					абсолютная, мкА	относительная, %

Заключение по результатам поверки _____

Поверку проводил _____

" _____ 197 г.

МЕТОДИКА

поверки вакуумметров низких абсолютных давлений

МИ 140—77

Редактор *Н. А. Еськова*
Технический редактор *В. Ю. Смирнова*
Корректор *С. М. Гофман*

Сдано в набор 04.01.78 Подп. в печ. 04.07.78 Т—12929 Формат 60×90¹/₁₆ Бумага типографская № 2
Гарнитура литературная Печать высокая 1,5 п. л. 1,16 уч.-изд. л. Тир. 3000 Зак. 165 Цена 5 коп.
Изд. № 5395/42

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов. Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru