

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«01» августа 2023 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Манометры цифровые эталонные МС

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 202-010-2023

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на манометры цифровые эталонные МС (далее – манометры цифровые или приборы), изготавливаемые ООО «МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ», г. Казань, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Манометры цифровые эталонные МС (далее – манометры цифровые) предназначены для измерений избыточного давления, напряжения и силы постоянного тока (только модификации МС-110 и МС-110-М).

Манометры цифровые могут применяться в качестве эталонов.

По каналу измерений избыточного давления в качестве рабочих эталонов 2-го, 3-го и 4-го разряда согласно поверочной схеме «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2023 г. № 2653;

По каналу измерений напряжения постоянного тока в качестве рабочих эталонов 3-го разряда согласно поверочной схеме «Государственная поверочная схема для средств измерения постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520;

По каналу измерений силы постоянного тока в качестве рабочих эталонов 1-го, 2-го разряда согласно поверочной схеме «Государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г. № 2091.

При проведении поверки должна быть установлена прослеживаемость поверяемого прибора к государственным первичным эталонам.

По каналу измерений избыточного давления установлена прослеживаемость к национальному государственному эталону ГЭТ 23-2010 (Государственный первичный эталон единицы давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 20.10.2022 г. № 2653.

По каналу измерений напряжения постоянного тока установлена прослеживаемость к национальному государственному эталону ГЭТ 13-2023 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерения постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 28.07.2023 г. № 1520.

По каналу измерений силы постоянного тока установлена прослеживаемость к национальному государственному эталону ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 01.10.2018 г. № 2091.

Поверка манометров цифровых проводится методом непосредственного сличения с эталонами давления, напряжения постоянного тока. Поверка манометров цифровых в режиме измерений напряжения постоянного тока проводится методом прямых измерений. В режиме измерений силы постоянного тока - методом косвенных измерений.

При проведении поверки по согласованию с владельцем допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов. Не предусмотрена возможность проведения поверки в сокращенном диапазоне измерений и отдельных поддиапазонов измерений.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.1 – операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Примечание: При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.			

2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 35
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

2.2 Рабочая среда для манометров цифровых с верхним пределом измерений до 1 МПа включительно, измеряемой средой может быть только воздух или азот. Для средств измерений с верхним пределом более 1 МПа измеряемой средой может быть воздух, азот, вода или масло.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся сотрудниками организации, аккредитованной в соответствии с Законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на манометры цифровые и средства поверки.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование и средства измерений, применяемые при поверке

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Опробование. Определение метрологических характеристик средства измерений	Калибратор	Рабочий эталон не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520	Калибраторы многофункциональные Fluke 5720A (Регистрационный № 52495-13)
	Мультиметр	Рабочий эталон не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520	Мультиметры цифровые прецизионные Fluke 8508A (Регистрационный № 25984-14)
	Мера электрического сопротивления	Рабочий эталон не ниже 3-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456	Меры электрического сопротивления однозначные МС 3050 (100 Ом) (Регистрационный № 28926-05)
	Манометры грузопоршневое	Рабочий эталон 1-го и 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.20.2022 г. № 2653	Манометры грузопоршневые МП, модификация МП-60 и др. (Регистрационный № 52189-16)
	Калибраторы давления	Рабочий эталон 1-го и 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.20.2022 г. № 2653	Калибраторы давления СРС2090, СРС2000, СРС3000, СРС6000, СРС8000, СРС8000-Н, СРН7600 (Регистрационный № 59862-15)
Контроль условий проведения поверки	Приборы контроля состояния окружающей среды	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 35 °С ($\Delta = \pm 0,5$ °С (не более)), относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % ($\Delta = \pm 3$ % (не более))	Приборы комбинированные Testo 622 и др. (Регистрационный № 53505-13)

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
⋮		Измерение атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа ($\Delta = \pm 5$ гПа (не более))	

Примечания:

1 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы, средства измерений, применяемые в качестве эталонов и вспомогательные средства измерений должны быть поверены;

2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению Российской Федерации и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки;
- требования мер безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемое СИ.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого манометра цифрового следующим требованиям:

- наличие на маркировочной табличке манометра цифровой информации о модификации, заводском номере, диапазоне измерений (максимальном поддиапазоне) и допускаемой погрешности измерений;
- отсутствие на манометре цифровом механических повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики.

6.2 Манометры цифровые, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- манометр цифровой должен быть выдержан в условиях поверки не менее 3-х часов;
- при поверке канала измерений избыточного давления манометр цифровой должен быть подключен к устройству создания давления в рабочем положении, которое не должно изменяться в процессе поверки;
- при подключении к устройству создания давления должно быть учтено влияние гидростатического давления жидкости.

7.2 При опробовании цифрового манометра выполняются следующие операции:

- проверить работоспособность ЖК-дисплея и функциональных клавиш.

- проверить работоспособность манометра цифрового путём изменения измеряемой величины от нижнего до верхнего предельного значения. При этом должно наблюдаться изменение показаний измеряемой величины на ЖК-дисплее.

- проверить герметичности системы. Проверку провести путём создания давления, равного верхнему пределу измерений манометра цифрового, после чего отключить источник давления. Систему считать герметичной, если после 3 минутной выдержки под давлением не наблюдаются падения давления в системе в течение последующих 2 минут на значение более чем 0,1 % от диапазона измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ: ДЛЯ МАНОМЕТРОВ ЦИФРОВЫХ С ВЕРХНИМ ПРЕДЕЛОМ ИЗМЕРЕНИЙ ДО 1 МПа ВКЛЮЧИТЕЛЬНО, ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДОЙ МОЖЕТ БЫТЬ ТОЛЬКО ВОЗДУХ ИЛИ АЗОТ. ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ С ВЕРХНИМ ПРЕДЕЛОМ БОЛЕЕ 1 МПа ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДОЙ МОЖЕТ БЫТЬ ВОЗДУХ, АЗОТ, ВОДА ИЛИ МАСЛО.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверку программного обеспечения выполнить визуально, путем сравнения наименования и идентификационного номера (номера версии) встроенного программного обеспечения, указанного в описании типа, с отображаемыми в разделе «о приборе» меню.

8.2 Наименование встроенного программного обеспечения должна соответствовать описанию типа. Идентификационный номер (номер версии) встроенного программного обеспечения должен соответствовать (быть не ниже) версии, указанной в описании типа.

8.3 Манометры цифровые, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей проверке не подлежат.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение приведенной погрешности канала измерений избыточного давления.

9.1.1 Перед определением погрешности следует создать и выдержать манометр цифровой не менее 2-х минут под давлением, равным 80-100 % от верхнего предела измерений (верхнего предела измерений максимального поддиапазона для модификаций МС-100-М и МС-110-М), после чего необходимо сбросить давление. Далее, при необходимости, провести обнуление канала измерений давления манометра цифрового в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.2 Определение погрешности измерений манометров цифровых, модификации МС-100 и МС-110 определить методом непосредственного сличения показаний манометра цифрового с показаниями эталона не менее чем при 9 значениях, равномерно распределенных от 0 до 100 % от верхнего предела измерений (далее – ВПИ). Для отрицательного избыточного давления берется дополнительно не менее чем 3 значения, равномерно распределенных в отрицательной части диапазона измерений.

9.1.2.2 Определение погрешности измерений манометров цифровых, модификации МС-100-М и МС-110-М определить методом непосредственного сличения показаний манометра цифрового с показаниями эталона не менее чем при 5 значениях в каждом поддиапазоне измерений, равномерно распределенных во всем поддиапазоне измерений включая нижний и верхний предел измерений.

9.1.2.3 Допускается выбирать крайнюю точку поверки с отклонением от ВПИ не более чем на 1% от диапазона (поддиапазона) измерений.

9.1.2.4 Если первая поверяемая точка равна нулю избыточного давления, то её поверка происходит при установлении связи с атмосферой.

9.1.2.5 Значение отрицательного избыточного давления минус 0,1 МПа допускается заменять значением в промежутке от минус 0,085 до 0,095 МПа.

9.1.3 Подключить манометр к источнику давления и эталону давления в соответствии с руководством по эксплуатации на манометр цифровой, эталон давления и приложением Б к настоящей методике.

9.1.4 При поверке канала измерений избыточного давления манометра цифрового давление плавно повышают и проводят отсчет показаний на выбранных в соответствии с п. 9.1.2 значениях избыточного давления (прямой ход). Перед отсчетом показаний необходимо выдержать заданную точку не менее 1 минуты, после чего провести отсчет показаний с ЖК-дисплея манометра цифрового. На крайней поверяемой точке манометр цифровой выдерживают под давлением в течение 5 минут, после чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении (обратный ход).

9.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока (для моделей МС-110 и МС-110-М).

Погрешность манометров цифровых при измерении напряжения и силы постоянного тока определяют не менее чем при 5 значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе на отметках, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений.

9.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока.

9.2.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока произвести методом прямых измерений.

9.2.1.2 В соответствии с руководством по эксплуатации перевести манометр цифровой в режим измерений напряжения постоянного тока. Собрать схему согласно рисунку 1, приложение А.

9.2.1.3 Путем замыкания концов соединительных проводов манометра, и затем нажатием кнопки Zero, установить нулевое значение напряжения постоянного тока

9.2.1.4 Установить на калибраторе значение напряжения постоянного тока, соответствующее первой выбранной точке, дождаться стабилизации показаний манометра цифрового и произвести отсчет измеренной величины с ЖК-дисплея манометра цифрового.

9.2.1.5 Произвести отсчет во всех контрольных точках в порядке возрастания.

9.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока.

9.2.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока произвести методом косвенных измерений.

9.2.2.2 В соответствии с руководством по эксплуатации перевести манометр цифровой в режим измерений силы постоянного тока. Собрать схему согласно рисунку 2, приложение А.

9.2.2.3 Путем размыкания концов соединительных проводов манометра, и затем нажатием кнопки Zero, установить нулевое значение силы постоянного тока

9.2.2.4 Установить на калибраторе значение силы постоянного тока, соответствующее первой выбранной точке, дождаться стабилизации показаний манометра цифрового и вольтметра, и произвести отсчет измеренной величины с ЖК-дисплея манометра цифрового и вольтметра.

9.2.2.5 Рассчитать значение силы постоянного тока I_3 протекающего через меру электрического сопротивления по формуле (1):

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} \quad (1)$$

где: U_3 – показания вольтметра (мультиметра), В;
 R_3 – действительное значение сопротивления меры R_0 , Ом.

9.2.2.6 Произвести отсчет во всех контрольных точках в порядке возрастания.

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Погрешность измерений манометров цифровых, модификаций МС-100 и МС-110 измерений давления в контрольных точках, расположенных в диапазоне от 0 до 15% от ВПИ рассчитывается по формуле (2), в контрольных точках, расположенных в диапазоне свыше 15 до 100% от ВПИ рассчитывается по формуле (3), в контрольных точках, расположенных в отрицательной части диапазона измерений рассчитывается по формуле (4):

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{ВПИ}} \times 0,15} \cdot 100 \quad (2)$$

где: γ – приведенная погрешность, %;

$P_{\text{изм}}$ – давление, измеренное манометром цифровым, МПа;

$P_{\text{эт}}$ – показания эталона, МПа;

$P_{\text{ВПИ}}$ – верхний предел измерений манометра, МПа.

$$\delta = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{эт}}} \cdot 100 \quad (3)$$

где: δ – относительная погрешность, %;

$P_{\text{изм}}$ – давление, измеренное манометром цифровым, МПа;

$P_{\text{эт}}$ – показания эталона, МПа;

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{ДИ}}} \cdot 100 \quad (4)$$

где: γ – приведенная погрешность, %;

$P_{\text{изм}}$ – давление, измеренное манометром цифровым, МПа;

$P_{\text{эт}}$ – показания эталона, МПа;

$P_{\text{ДИ}}$ – диапазон измерений манометра цифрового, МПа.

10.2 Приведенная погрешность измерений манометров цифровых, модификаций МС-100-М и МС-110-М измерений давления в каждой контрольной точке рассчитывается по формуле (5):

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

где: γ – приведенная погрешность, % от поддиапазона измерений;

$P_{\text{изм}}$ – давление, измеренное манометром цифровым, МПа;

$P_{\text{эт}}$ – показания эталона, МПа;

$P_{\text{ПД}}$ – верхний предел поддиапазона измерений, МПа

При первичной поверке результаты считаются положительными, если значения γ (и δ для модификации МС-100 и МС-110) во всех контрольных точках соответствует

условиям (6) и (7).

$$\gamma \leq \gamma_{\text{допуск}} \cdot 0,8 \quad (6)$$

$$\delta \leq \delta_{\text{допуск}} \cdot 0,8 \quad (7)$$

где: γ – приведенная погрешность, % от диапазона (поддиапазона) измерений;

δ – относительная погрешность, %;

$\gamma_{\text{допуск}}$ – допускаемое значение приведенной погрешности, % от диапазона (поддиапазона) измерений;

$\delta_{\text{допуск}}$ – допускаемое значение относительной погрешности, %.

При периодической поверке результаты считаются положительными, если значения γ и δ (для модификации МС-100 и МС-110) во всех контрольных точках соответствует условиям (8) и (9).

$$\gamma \leq \gamma_{\text{допуск}} \quad (8)$$

$$\delta \leq \delta_{\text{допуск}} \quad (9)$$

где: γ – приведенная погрешность, % от диапазона (поддиапазона) измерений;

δ – относительная погрешность, %;

$\gamma_{\text{допуск}}$ – допускаемое значение приведенной погрешности, % от диапазона (поддиапазона) измерений;

$\delta_{\text{допуск}}$ – допускаемое значение относительной погрешности, %.

10.3 Абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока в каждой контрольной точке рассчитывается по формуле (10):

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{э}} \quad (10)$$

где: ΔU – абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока, В;

$U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное манометром, В;

$U_{\text{э}}$ – значение напряжения постоянного тока, заданное калибратором, В.

Результаты поверки считаются положительными, если значения ΔU во всех контрольных точках не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, приведенных в описании типа манометров цифровых.

10.4 Абсолютная погрешность измерений силы постоянного тока в каждой контрольной точке рассчитывается по формуле (11):

$$\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{э}} \quad (11)$$

где: ΔI – абсолютная погрешность измерений силы постоянного тока, мА;

$I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное манометром, мА;

$I_{\text{э}}$ – значение силы постоянного тока, рассчитанное по формуле (1)

Результаты поверки считаются положительными, если значения ΔI во всех контрольных точках не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, приведенных в описании типа манометров цифровых.

10.5 Критерии подтверждения соответствия средств измерений обязательным требованиям, предъявляемым к эталону.

Если значения погрешности в диапазоне измерений давления, напряжения постоянного тока, силы постоянного тока, удовлетворяют требованиям, указанным в пп. 10.1 – 10.4 настоящего документа, то устанавливается соответствие нормированных характеристик манометра цифрового обязательным метрологическим и техническим требованиям, предъявляемым действующими государственными поверочными схемами для средств измерений избыточного давления, а также для средств измерений напряжения и силы постоянного тока.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

Заместитель начальника отдела 202
ФГБУ «ВНИИМС»

Р.В. Кузьменков

Инженер 2 кат. отдела 202
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Ю. Акименко

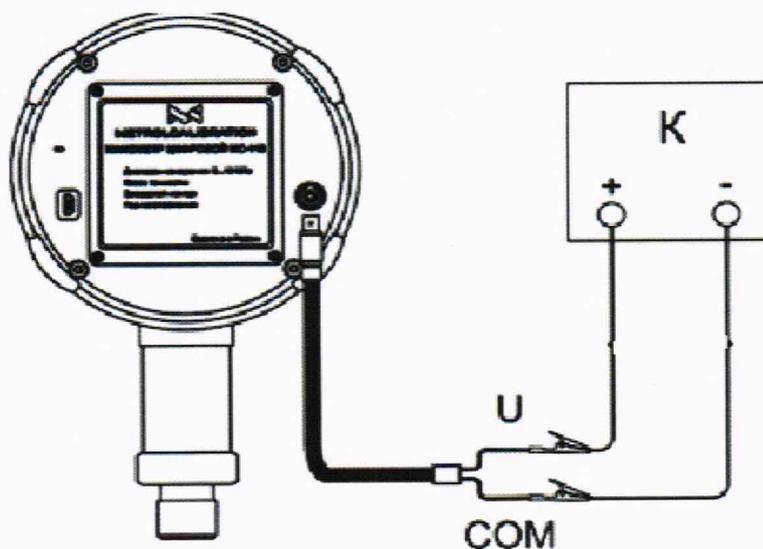
Заместитель начальника отдела 201
ФГБУ «ВНИИМС»

Ю.А. Шатохина

Инженер отдела 201
ФГБУ «ВНИИМС»

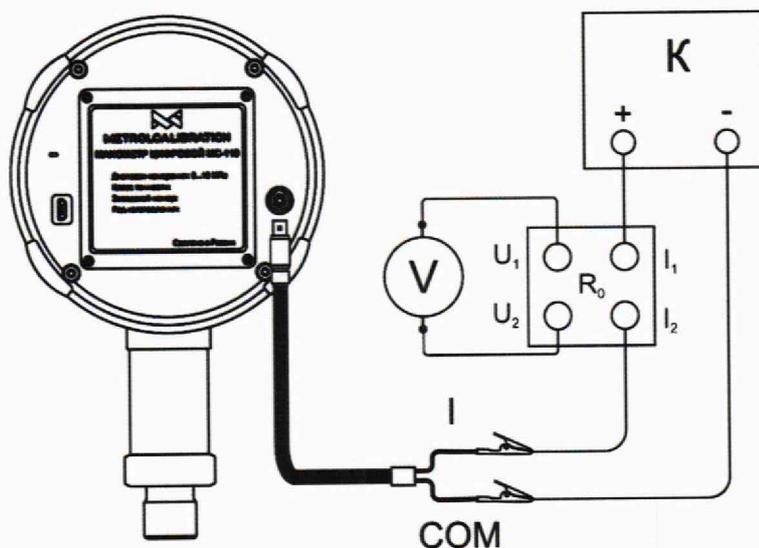
М.И. Пашалы

Приложение А



К – Калибратор (источник напряжения постоянного тока);

Рисунок 1. – Схема подключения манометров цифровых МС-110 и МС-110-М при поверке канала измерения напряжения постоянного тока.



К – Калибратор (источник силы постоянного тока);

R₀ – Мера электрического сопротивления;

V – Вольтметр (мультиметр).

Рисунок 2. – Схема подключения манометров цифровых МС-110 и МС-110-М при поверке канала измерения силы постоянного тока.

Приложение Б

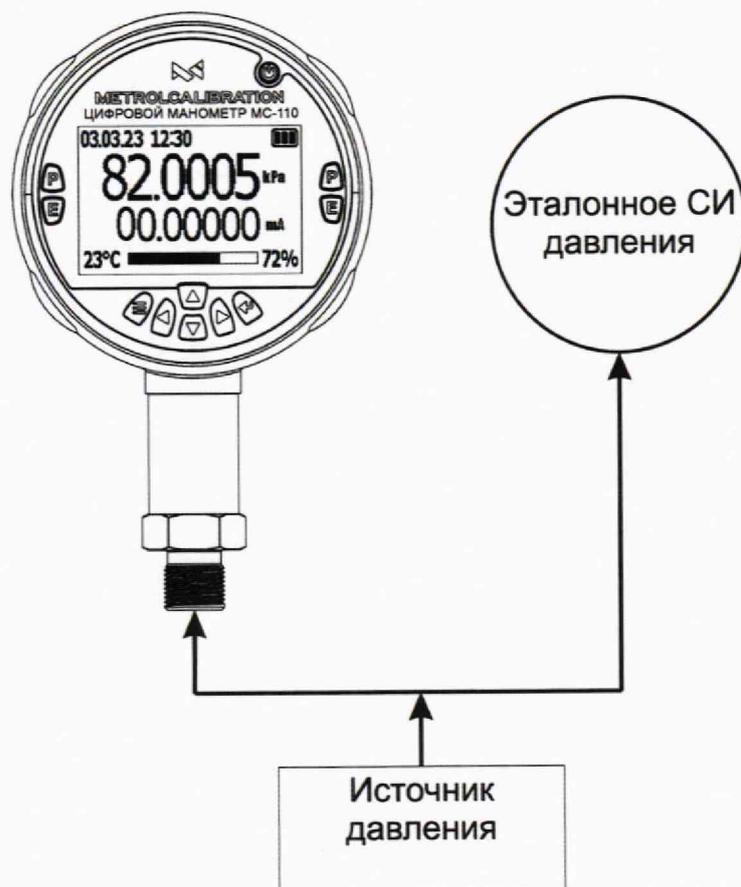


Рисунок 2. – Схема подключения манометров цифровых при поверке канала измерений давления.