

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»

А.В. Федоров

01 2024 г.



**«ГСИ. Манометры цифровые ЦМ-С. Методика поверки»
МП 406129-2023**

2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на манометры цифровые с выходным сигналом ЦМ-С (далее – манометры), выпускаемые ЗАО «РОСМА» и устанавливает порядок, методы и средства их первичной и периодической, в том числе внеочередной, поверки.

Поверка манометров проводится методом непосредственного сличения с рабочим эталоном давления.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы давления по государственной поверочной схеме для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа «Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653» подтверждающая прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 23-2010 и ГЭТ 43-2022.

Манометры допускается использовать в качестве рабочих эталонов, при соблюдении необходимых соотношений пределов допускаемых основных погрешностей манометров с рабочими средствами измерений.

Первичной поверке подвергаются манометры при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

Периодической поверке подвергается каждый экземпляр манометров, находящийся в эксплуатации, через установленный интервал между поверками.

Первичную и периодическую поверку осуществляют аккредитованные в установленном порядке юридические лица или индивидуальные предприниматели.

Первичная поверка при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию может проводиться методом выборочной поверки.

При выборочной поверке:

- критерии и параметры достоверности – не превышение погрешности поверяемым манометром пределов допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности, указанных в таблице 1;

- план и схема выборочного контроля при объеме партии от 2 до 50 по ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 «Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества» - одноступенчатый;

- приемлемый уровень качества (AQL) 1 %;
- уровень контроля специальный S-4;
- объем выборки в соответствии с таблицей 1;
- браковочное число – ноль.

Таблица 1 – Зависимость количества поверяемых манометров от объема партии.

Объем партии, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное число, Ac	Браковочное число, Re
от 2 до 15 включ.	13	0	1
от 16 до 50 включ.	13		
от 51 до 150 включ.	13		
от 151 до 500 включ.	13		

Примечание – Если объем выборки больше или равен объему партии, то необходимо проводить поверку всех манометров в партии.

Обязательное представление манометров на периодическую поверку чаще установленного интервала между поверками (внеочередная поверка) осуществляется в случаях:

- повреждение знака поверки (знаки поверки считают поврежденными, если нанесенную на них информацию невозможно прочесть без применения специальных средств. Поврежденные знаки поверки восстановлению не подлежат);
- возникновение сомнений в показаниях.

Периодической (внеочередной) поверке могут не подвергаться манометры, находящиеся на длительном хранении. При вводе в эксплуатацию после длительного хранения (более одного интервала между поверками) проводится периодическая поверка. Периодической поверке подвергается каждый экземпляр средств измерений, находящихся в эксплуатации.

Интервал между поверками – три года.

2 Перечень операций поверки средства измерений (далее – поверка)

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Требования к условиям проведения поверки	Да	Да	3
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Оформление результатов поверки	Да	Да	10

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов хотя бы одной из операций поверки, приведенных в таблице 2. Отрицательные результаты поверки оформляются в соответствии с п. 10.4 раздела 10.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- диапазон температуры окружающей среды (воздух), °C +23±5;
- диапазон относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- диапазон атмосферного давления, кПа от 86 до 106,7.

3.2 Вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля (кроме земного) и другие воздействия, влияющие на работу и метрологические характеристики манометра, должны отсутствовать.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Рекомендуемый перечень эталонов, средств измерений и вспомогательного оборудования (далее – средства поверки), применяемых при проведении поверки, приведены в таблице 3.

4.2 При проведении поверки допускается применять другие средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

Таблица 3 – Рекомендуемый перечень эталонов, средств измерений (СИ) и вспомогательного оборудования

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки
п. 3.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).	Прибор комбинированный Testo 608-H1, рег. № 53505-13	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 15 до 85 % с погрешностью не более 3 % и измерения температуры окружающей среды от 0 до 50 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С
	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа
п.п. 8.1.9; 8.1.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.	Эталон 3 разряда, рег. № 1652-62; Эталон 2 разряда, рег. № 39151-12; Эталон 3 разряда, рег. № 39151-12; Эталон 3 разряда, рег. № 54409-13; Эталон 3 разряда, рег. № 52189-16; Эталон 2 разряда, рег. № 23094-07; Эталон 3 разряда, рег. № 23094-07.	Эталоны единицы давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в диапазоне значений от минус 0,1 МПа до плюс 100 МПа в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653 «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа».
	Магазин сопротивлений Р 4831, рег. № 80016-20	Класс точности 0,02 / $2 \cdot 10^{-6}$; Сопротивление до 111111,1 Ом
	Образцовая катушка сопротивления Р331, рег. № 1162-58	Класс точности 0,01; Сопротивление 100 Ом
	Мультиметр В7-64/1, рег. № 16688-97	Погрешность измерения $\pm 0,004$ %; Верхний предел измерений 1250 В

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, определяемые:

- эксплуатационной документацией на поверяемые манометры и средства поверки;
- правилами техники безопасности, действующими в месте проведения поверки.

5.2 Ко всем используемым средствам поверки должен быть обеспечен свободный доступ для настройки и измерений.

5.3 К работе должны допускаться лица имеющие необходимую квалификацию, обученные работе со средствами поверки и правилам техники безопасности.

5.4 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений манометра.

5.5 Запрещается снимать манометр с устройства для создания давления при значениях давления более:

- 100 кПа для манометров с верхним пределом измерений более 10 МПа;
- 50 кПа для остальных манометров.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность прочность соединения), которые могут повлиять на его метрологические характеристики, правильность маркировки на шильдике.

6.2 Стекло ЖК-экрана должно быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчёту показаний.

6.3 Клеммные колодки и (или) разъёмы для внешних соединений не должны иметь повреждений.

6.4 Манометры, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

6.5 Манометры, выпускаемые из ремонта, должны иметь, на манометре или в паспорте надпись «ремонт» (или «рем.») и наименование (или фирменный знак) ремонтного предприятия.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Схема включения манометра для измерения выходного сигнала при проведении поверки приведена в приложении Б.

7.2 При опробовании проверяется работоспособность ЖК-дисплея и функциональных клавиш. Герметичность манометра.

7.3 Проверку работоспособности и герметичности проводят с помощью основных средств поверки в соответствии с таблицей 3.

7.4 Изменяя измеряемую величину от нижнего предельного значения до верхнего должно наблюдаться изменение показаний на ЖК-дисплее.

7.5 Проверку герметичности манометра проводят при значении давления, равном максимальному верхнему пределу измерений, после чего источник давления отключают. Система считается герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением не наблюдают падения давления в течение последующих двух минут.

7.6 Манометр должен быть присоединен к устройству источника давления. Давление создается нейтральной средой (газом или жидкостью при отсутствии особых указаний в качестве среды, передающей давление, должны быть:

- нейтральный газ - для приборов с верхним пределом измерений до 250 кПа (2,5 кгс/см²);
- неагрессивная жидкость плотностью от 0,8 до 1,2 кг/дм³ - для приборов с верхним пределом измерений свыше 250 кПа (2,5 кгс/см²).

Допускается применять для создания давления любую среду (газ или жидкость) в приборах, в которых переход с жидкой среды на газообразную и наоборот не выводит показания за пределы допускаемой основной погрешности.

7.7 Рабочие среды средств поверки должны соответствовать их документации.

Допускается применение других сред, не вызывающих коррозии деталей и узлов средств поверки, если они оговорены в техдокументации на поверяемый манометр.

7.8 Средства поверки должны обеспечивать плавное повышение и понижение давления, а также постоянство давления во время отсчета показаний и выдержке манометров под давлением, равным верхнему пределу измерений.

7.9 Если рабочей средой при поверке является жидкость, то торец штуцера манометра и торец штуцера образцового манометра или торец поршня грузопоршневого манометра должны находиться в одной горизонтальной плоскости с допускаемой погрешностью:

$$\Delta H \leq 10^{-3} \gamma (P_{\max} / r \text{ г}) \quad (1)$$

где γ - предел допускаемой основной погрешности манометра в процентах от нормирующего значения (верхнего предела измерений $P_{\max}$);

r - плотность рабочей среды;

g - ускорение свободного падения.

7.10 При отсутствии технической возможности выполнения требований п. 7.9 настоящей методики в показания средств поверки или поверяемого манометра должна быть внесена поправка Δp , учитывающая влияние столба рабочей среды:

$$\Delta p = \rho g \Delta H \quad (2)$$

Поправка прибавляется к показаниям средств поверки или поверяемого манометра, уровень расположения торца, которого выше.

Примечание. Допускается учитывать поправку путем установки нулевого значения после подсоединения к эталону.

7.11 Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания - в соответствии с технической документацией на манометр.

7.12 Сопротивление нагрузки при поверке манометров должно быть 500 Ом.

7.13 Манометр должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 3.1 в течение 3 часов.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проводят сравнение идентификационных данных программного обеспечения манометра, указанных в паспорте на манометр и приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ВПО	ЦМ-С-2
Номер версии ВПО	01.01
Цифровой идентификатор	-

8.2 Результаты проверки считают положительными, если установлено полное соответствие идентификационных данных программного обеспечения измерителей.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Определение метрологических характеристик заключается в определении основной приведенной погрешности измерений давления. Перед определением погрешности следует подать и сбросить давление, равное 90% -100 % от верхнего предела измерений. При необходимости провести обнуление показаний на ЖК-дисплее, с допусаемым отклонением, не превышающим предела допускаемой основной погрешности.

9.1 Определение основной погрешности и вариации

9.1.1 Основную погрешность определяют следующими способами:

- 1) заданное давление устанавливают по эталону, а показания считывают с дисплея поверяемого манометра;
- 2) значение на дисплее поверяемого манометра устанавливают на проверяемую точку, а действительное давление отсчитывают по эталону.

Основную абсолютную погрешности манометра необходимо определять, как разность между показаниями манометра и действительным значением давления, определяемого по средствам поверки.

9.1.2 Выбор средств поверки осуществляет метрологическая служба предприятия, исходя из технико-экономических расчетов и технических возможностей с учётом критериев достоверности поверки, по таблице А.1 (приложение А).

9.1.3 При выборе средств поверки для определения погрешности манометров должно быть соблюдено следующее условие:

$$(\Delta_0 / D) \times 100 \leq \alpha_r \gamma \quad (3)$$

где Δ_0 - предел допускаемой абсолютной погрешности средства поверки на проверяемых отметках шкалы;

D - диапазон показаний поверяемого манометра;

α_r - отношение предела допускаемого значения погрешности средства поверки, применяемого при поверке, к пределу допускаемого значения основной погрешности манометра (для государственной и арбитражной поверки α_r не должно превышать 0,25);

γ - предел допускаемой основной погрешности манометра в процентах от нормированного значения.

Значения Δ_0 и D должны быть выражены в одних и тех же единицах давления.

9.1.4 Погрешность при поверке манометров, выпускаемых из производства или ремонта, не должна превышать $0,8 \gamma$, а при поверке манометров, находящихся в эксплуатации - γ .

9.1.5 Основную приведенную погрешность манометра определяют при значении измеряемого давления при приближении к нему как стороны меньших, так и со стороны больших значений (при прямом и обратном ходе) методом сличения показаний манометра с эталоном.

9.1.6 Отсчет показаний манометров проводят на равномерно заданных отметках диапазона.

9.1.7 Число проверяемых, точек шкалы манометров должно быть не менее 5 и включать нижнее и верхнее предельное значение давления.

Для мановакуумметров в число проверяемых точек должна входить отметка, соответствующая нулевому значению давления.

Число проверяемых точек мановакуумметров отдельно для манометрической и вакуумметрической части диапазона измерений распределяется пропорционально соответствующему диапазону.

9.1.8 При поверке давление плавно повышают и проводят отсчитывание показаний. Затем манометр выдерживают в течение 5 мин. под давлением, равном верхнему пределу измерений. После чего давление плавно понижают и проводят отсчитывание показаний при тех же значениях давления, что и при повышении давления. Скорость изменения давления не должна превышать 10 % диапазона показаний в секунду.

9.1.9 Результаты считают положительными, если полученные значения (по формуле 4) основной приведенной погрешности измерений не превышают соответствующих пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

9.1.10 Основную приведенную погрешность показаний измеренного давления γ вычисляют по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{\text{инд}} - P_{\text{э}}}{P_{\text{д}}} \times 100, \quad (4)$$

где $P_{\text{инд}}$ – значение давления, отображенное на ЖК-дисплее цифрового манометра;

$P_{\text{э}}$ – значение давления, установленное на эталоне;

$P_{\text{д}}$ – диапазон измерений поверяемого манометра.

9.1.10 Вариацию показаний определяют, как разность между значениями показаний манометра, соответствующую одному и тому же значению измеряемого давления, полученного при прямом и обратном ходе для каждой проверяемой точки, кроме значений, соответствующих верхнему и нижнему, пределам измерения, вычисляют по формулам:

а) при поверке по способу 1:

$$B = (N_2 - N_1) / D \times 100 \quad (5)$$

б) при поверке по способу 2:

$$B = (N_{02} - N_{01}) / D \times 100 \quad (6)$$

где N_1 и N_{01} - показания поверяемого манометра и средства поверки соответственно при повышении давления (прямой ход);

N_2 и N_{02} - показания поверяемого манометра и средства поверки соответственно при понижении давления (обратный ход);

N и D должны быть выражены в одних и тех же единицах давления.

Перед поверкой при обратном ходе манометр выдерживают в течение 1 мин под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

Допускается выдержку манометр давления-разрежения проводить только на верхнем пределе измерений избыточного давления.

Вариация не должна превышать предела допускаемой основной погрешности, если иное не оговорено в документации на манометр.

9.1.11 Результат определения основной погрешности считают положительным, если максимальное значение равно или находится в пределах указанных классов точности, а вариация показаний не превышает пределов допускаемой приведенной погрешности манометра.

9.2 Определение основной приведенной погрешности и вариации выходного сигнала

9.2.1 При поверке манометров дополнительно по другому рабочему эталону измеряют соответствующее значение выходного сигнала (тока или падения напряжения на эталонном сопротивлении).

9.2.2 Значение основной приведенной погрешности выходного сигнала прибора (γ_c) в процентах вычисляют по формулам:

$$\gamma_c = \Delta_c / (I_m - I_0) \times 100 \quad (7)$$

$$\gamma_c = \Delta_c / (U_m - U_0) \times 100 \quad (8)$$

где: Δ_c - абсолютная погрешность выходного сигнала в каждой поверяемой точке;

I_m, I_0 - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала манометра, мА;

U_m, U_0 - соответственно верхнее и нижнее предельные значения падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В.

9.2.3 Пределы основной приведенной погрешности манометра, выраженной в % от диапазона показаний, по модулю равны максимальному значению γ в любой поверяемой точке.

9.2.4 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом проверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по показаниям, полученным при определении основной погрешности.

9.2.5 Вариацию выходного сигнала (γ_r) в процентах нормирующего значения вычисляют по формулам:

$$\gamma_r = |(I_2 - I_1) / (I_m - I_0)| \times 100 \quad (9)$$

$$\gamma_r = (U_2 - U_1) / (U_m - U_0) \times 100 \quad (10)$$

где: I_1, I_2 - действительные значения выходного сигнала на одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

U_1, U_2 - действительные значения выходного сигнала на одной и той же точке при измерении на выходе падения напряжения на образцовом сопротивлении, соответственно при прямом и обратном ходе, мВ или В.

9.2.6 При снижении давления до нуля после поверки показания должны соответствовать нулевому значению с отклонением, не превышающем предела допускаемой основной погрешности.

9.2.7 Значения вариации γ_r , полученные по формулам (9, 10), не должны превышать предела ее допускаемого значения.

9.2.8 Вариацию выходного сигнала манометров не определяют, если предел допускаемого ее значения менее 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

9.2.9 Допускается вместо определения действительного значения вариации выходного сигнала осуществлять контроль соответствия ее предельно допускаемым значениям.

9.3 Определение срабатывания сигнализирующего устройства

9.3.1 Основную приведенную погрешность срабатывания сигнализирующего устройства определяют не менее чем на трех точках диапазона, задавая уставки согласно руководству по эксплуатации и гистерезисе срабатывания уставок, равном 0.

9.3.2 Вариацию срабатывания сигнализирующего устройства определяют на трех точках диапазона по данным, полученным экспериментально при определении основной погрешности для каждой уставки.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки манометров в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

10.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки манометров удостоверяются знаком поверки и(или), свидетельством о поверке, и(или) записью в паспорте (формуляре), заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.

10.3 Знак поверки наносится на корпус манометров, в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 – Обозначение возможных мест нанесения знака поверки

10.4 При отрицательных результатах поверки манометр к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

Приложение А

(справочное)

Выбор образцовых приборов при поверке

1. Выбор средств поверки осуществляется в соответствии с МИ187-86 и МИ188-86.

2. Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$P_{\text{ВМ}}$ – наибольшая вероятность ошибочно признанного годным любого в действительности дефектного экземпляра манометра;

$(\delta m)_{\text{ВА}}$ – отношение наибольшего возможного модели основной погрешности манометра, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности;

P_{Φ} – наибольшая вероятность ошибочного признанного дефектным любого в действительности годного экземпляра манометра (фиктивный брак).

Допускаемые значения критериев достоверности поверки принимают равными:

$[P_{\text{ВМ}}] = 0,20$ $[\delta m]_{\text{ВА}} = 1,25$, если иное не установлен в документации на манометр.

3. В соответствии с принятыми критериями достоверности для однократной поверки значения g_k и α_p приведены в таблице А.1.

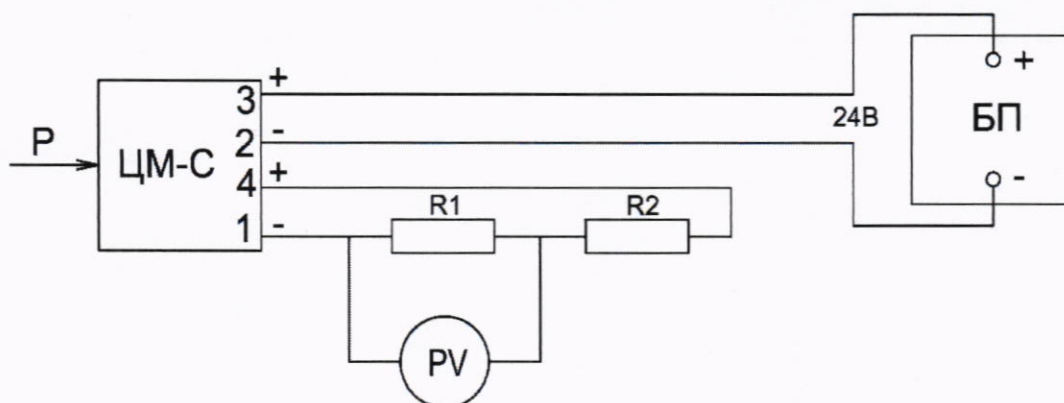
Таблица А.1 – критерии достоверности для однократной поверки.

α_p	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
g_k	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{ВМ}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta m)_{\text{ВА}}$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20
P_{Φ}	0,001	0,003	0,012	0,047	0,133

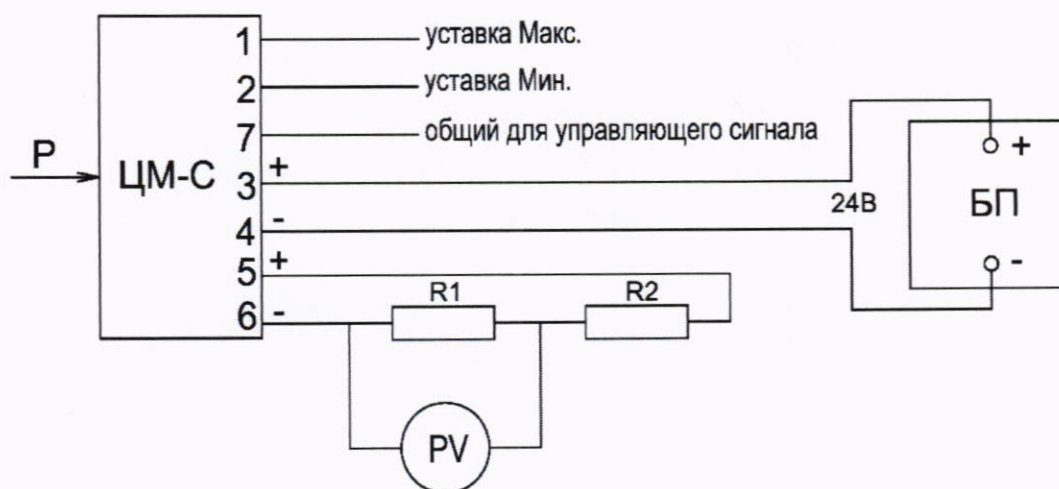
Примечание - Вероятность пропустить брак при поверке для параметров, приведённых в таблице А.1 не превышает при любом α_p соответствующего значения фиктивного брака P_{Φ} .

Приложение Б

Схемы подключения приборов для поверки



Подключение манометра ЦМ-С



Подключение манометра ЦМ-С с релейным сигнальным устройством

- ЦМ-С - поверяемый манометр
- БП - источник питания постоянного тока
- R1 - резистор или магазин сопротивлений
- R2 - образцовое сопротивление; образцовая катушка сопротивления
- PV - цифровой вольтметр или потенциометр
- P - измеряемый параметр