

Федеральное государственное унитарное предприятие  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
метрологической службы  
(ФГУП «ВНИИМС»)



УТВЕРЖДАЮ  
директор ФГУП «ВНИИМС»  
В.Н. Яншин

В.Н. Яншин

" октябре 2008 г.

Калибраторы многофункциональные МСх-Р  
фирмы OY BEAMEX AB, Финляндия.

Методика поверки

г.р. 22237-08

Г.р. № 22237-08

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	6
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	6
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	6
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	7
7.1 Внешний осмотр	7
7.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	8
7.3 Опробование	8
7.4 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов напряжения и силы постоянного тока, сопротивления	8
7.5 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов от термопар	9
7.6 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов от термометров сопротивления	10
7.7 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов напряжения и силы постоянного тока, сопротивления	11
7.8 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов термопар	12
7.9 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов термометров сопротивления	13
7.10 Проверка основной погрешности каналов измерения давления	14
7.11 Проверка основной погрешности прибора в режиме измерения и воспроизведения частоты периодических сигналов	15
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А Основные метрологические характеристики эталонных средств измерений, используемых при проведении поверки калибраторов многофункциональных МСх-Р	16

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Настоящая Инструкция распространяется на калибраторы многофункциональные МСх-Р (модификации МС5-Р, МС5-Р-ИС, МС5Р-Р, МС2-Р, МС2-Р-ИС, МС4-Р) фирмы OY VEAMEX AB, Финляндия и устанавливает требования к методике их первичной и периодической поверок (для калибраторов, используемых в сферах, подлежащих государственному метрологическому надзору и контролю) или калибровки на предприятиях в России.

Калибраторы многофункциональные МСх-Р предназначены для измерения и воспроизведения различных сигналов и применяются в качестве эталона или рабочего средства измерений при испытаниях, поверке и калибровке в лабораторных и полевых условиях:

- стрелочных и цифровых показывающих и регистрирующих приборов, каналов измерительных систем с входными и выходными электрическими сигналами напряжения (В, мВ) и силы постоянного тока (мА), сопротивления, частоты импульсных сигналов;

- преобразователей давления, перепада давления, расхода, уровня, имеющих электрические или частотные выходные сигналы;

- преобразователей температуры - термопар и термометров сопротивления зарубежных и отечественных градуировок.

Далее в тексте применяется только термин "поверка", под которым подразумевается поверка или калибровка.

Примечание - Возможно проводить поверку только для тех типов и температурных диапазонов градуировок термопар и термометров сопротивления, которые имеются на предприятии, использующим калибратор МСх-Р. Это должно отражаться в свидетельстве о поверке.

Межповерочный интервал - 1 год.

Примечание - Если поверка модулей измерения давления выполняется на допустимое значение погрешности в соответствии со столбцом «6 месяцев» таблиц 6...9 описания типа, межповерочный интервал для этих модулей - 6 месяцев.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Перечень операций, проводимых при поверке измерительных каналов (ИК) прибора, с указанием разделов настоящей методики поверки, где изложен порядок их выполнения, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Раздел методики
	первичной	периодической	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7.1
2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	Да	Нет	7.2
3 Опробование	Да	Да	7.3
4 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов напряжения и силы постоянного тока, сопротивления	Да	Да	7.4
5 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов от термопар	Да	Да	7.5

Окончание таблицы 1

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Раздел методики
	первичной	периодической	
6 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов от термометров сопротивления	Да	Да	7.6
7 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов напряжения и силы постоянного тока, сопротивления	Да	Да	7.7
8 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов термопар	Да	Да	7.8
9 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов термометров сопротивления	Да	Да	7.9
10 Проверка основной погрешности каналов измерения давления	Да	Да	7.10
11 Проверка основной погрешности каналов измерения и воспроизведения частоты периодических сигналов	Да	Да	7.11

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При поверке должны использоваться эталоны и вспомогательные средства измерений, удовлетворяющие указанным ниже требованиям и имеющие действующие свидетельства о поверке.

3.1 При проверке электрической прочности и сопротивления изоляции рекомендуется использовать:

- установку УПУ-10;
- мегомметр М4100/3.

3.2 Допускаемая погрешность эталонов, используемых для воспроизведения сигналов, подаваемых на входы проверяемых измерительных каналов калибратора МСх-Р, и измерения аналоговых сигналов на выходах калибратора, для каждой проверяемой точки не должна превышать 0,2 предела допускаемой погрешности проверяемого канала МСх-Р в соответствующем режиме преобразования.

3.3 При проверке погрешности измерения калибратором МСх-Р сигналов напряжения и силы постоянного тока рекомендуется в качестве эталона для задания входного сигнала использовать калибратор-вольтметр универсальный В1-28 (см. таблицы А.1, А.2 Приложения А), калибратор программируемый П320 (см. таблицу А.3 Приложения А).

3.4 При проверке погрешности воспроизведения калибратором сигналов напряжения и силы постоянного тока в качестве эталона для измерения выходного сигнала использовать калибратор-вольтметр универсальный В1-28 (см. таблицы А.1, А.2 Приложения А), вольтметр цифровой В7-34 ( $\pm [0,02+0,01(U_k/U_x - 1)]$  (0,1 В),  $\pm [0,0015+0,002(U_k/U_x - 1)]$  (1, 10, 100, 1000 В)).

3.5 При проверке погрешности измерения и воспроизведения сигналов напряжения низкого уровня, сигналов термопар калибратором МСх-Р в качестве эталона для задания

входного сигнала и измерения выходного сигнала рекомендуется использовать калибратор-вольтметр универсальный В1-28 (см. таблицу А.1 Приложения А), компаратор напряжений Р 3003М1 (кл.т. 0,0005).

3.6 При проверке погрешности измерения сопротивления калибратором МСх-Р, а также температуры по сопротивлению термометров сопротивления, в качестве эталона для задания входного сигнала рекомендуется использовать магазин сопротивлений, позволяющий воспроизводить сопротивления в диапазоне (0...4000) Ом, например, мера сопротивления Р 3026-1 (кл.т. 0,002/1,5·10<sup>-6</sup>).

3.7 При проверке погрешности воспроизведения значений сопротивления, в т.ч. для имитации сопротивления термометров сопротивления, в качестве эталона для измерения выходного сигнала поверяемого прибора рекомендуется использовать цифровой омметр, позволяющий измерять сопротивление в диапазоне (0...4000) Ом, например омметр цифровой Щ 306-1 (кл.т. 0,005/0,001).

3.8 При проверке погрешности измерения частоты входного сигнала МСх-Р, рекомендуется в качестве эталона для задания частоты входного сигнала использовать генератор сигналов ГЗ-122 ( $\Delta f = \pm 5 \cdot 10^{-7} f$ ) или генератор сигналов специальной формы многофункциональный Г6-34 совместно с электронно-счётным частотомером ЧЗ-64 (см. Приложение А).

3.9 При проверке погрешности воспроизведения частоты МСх-Р рекомендуется в качестве эталона для измерения частоты выходного сигнала использовать частотомер ЧЗ-64 (см. Приложение А).

3.10 При проверке погрешности каналов измерения давления в качестве эталона рекомендуется использовать образцовые средства из числа следующих:

манометр грузопоршневой МП-2,5 I и II-го разрядов по ГОСТ 8291-83, предел допускаемой основной погрешности:  $\pm 0,02\%$ ;  $\pm 0,05\%$  от измеряемого давления в диапазоне измерений от 25 кПа до 0,25 МПа;

автоматизированный датчик избыточного давления «Воздух 1,6», верхние пределы измерений 1...160 кПа; предел допускаемой основной погрешности:  $\pm 0,02\%$ ;  $\pm 0,05\%$  от действительного значения задаваемого давления;

автоматизированный датчик избыточного давления «Воздух-2,5», верхние пределы измерений 25...250 кПа; предел допускаемой основной погрешности:  $\pm 0,02\%$ ;  $\pm 0,05\%$  от действительного значения задаваемого давления;

манометр абсолютного давления МПА -15, пределы допускаемой основной погрешности:  $\pm 6,65$  Па в диапазоне 0-20 кПа;  $\pm 13,3$  Па в диапазоне 20 кПа-133 кПа и  $\pm 0,01\%$  от действительного значения измеряемого давления в диапазоне 133 кПа - 400 кПа;

мановакууметр грузопоршневой МВП -2,5 по ГОСТ 8291-83, пределы измерений избыточного давления: 0-0,25 МПа; вакуума: 0-0,1 МПа; предел допускаемой основной погрешности:  $\pm 5$  Па при давлении (избыточном или вакууметрич.): 0-0,001 МПа;  $\pm 0,05\%$  от измеряемого значения при давлении свыше 0,01 МПа;

манометр грузопоршневой МП-6 I и II-го разрядов по ГОСТ 8291-83, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 0,02$ ;  $\pm 0,05\%$  от измеряемого давления в диапазоне: от 0,06 до 0,6 МПа;

манометр грузопоршневой МП-60 I и II-го разрядов, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 0,02\%$ ;  $\pm 0,05\%$  от измеряемого давления в диапазоне измерений от 0,6 до 6 МПа;

манометр грузопоршневой МП-600 I и II-го разрядов по ГОСТ 8291-83, предел допускаемой основной погрешности  $\pm 0,02\%$ ;  $\pm 0,05\%$  от измеряемого давления в диапазоне измерений от 6 до 60 МПа;

автоматизированный датчик избыточного давления «Воздух - 6,3», верхние пределы измерений 63..630 кПа; предел допускаемой основной погрешности:  $\pm 0,02\%$ ;  $\pm 0,05\%$  от действительного значения задаваемого давления.

#### Примечания

1 При невозможности выполнения соотношения «1/5» допускается использовать эталоны с упомянутым соотношением до «1/3» и вводить контрольный допуск на погрешность

проверяемого измерительного канала, равный 0,8 от допускаемых значений границ его погрешности.

2 Допускается использовать другие образцовые средства измерений, если они удовлетворяют требованию п.3.2.

3 Перечисленные выше средства измерений должны работать в нормальных для них условиях, оговоренных в соответствующей эксплуатационной документации.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверка калибратора проводится квалифицированным персоналом лабораторий, аккредитованных в установленном порядке.

Поверку калибратора МСх-Р должен выполнять поверитель, прошедший инструктаж по технике безопасности, освоивший работу с калибратором и используемыми эталонами. Поверитель должен быть аттестован в соответствии с ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений».

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд. 3), ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.019., ГОСТ 22261, указаниями по безопасности, изложенными в инструкции по эксплуатации на прибор, применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

#### 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

6.1. Перед началом поверки поверитель должен изучить инструкции по эксплуатации поверяемого прибора, эталонов и других технических средств, используемых при поверке, настоящую Инструкцию, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

6.2. До начала поверки эталоны должны быть в работе в течение времени самопрогрева, указанного в соответствующей документации.

6.3. Поверка должна проводиться в нормальных для прибора условиях:

- температура окружающего воздуха  $(23 \pm 2)$  °С;
- относительная влажность от 30 до 80 % без конденсации влаги;
- атмосферное давление 84 - 106 кПа;
- внешнее магнитное поле практически отсутствует;
- напряжение питания - номинальное значение  $\pm 2\%$ ; частота питающей сети - номинальное значение  $\pm 1\%$ ;
- вибрация, тряска, удары, наклоны, влияющие на работу калибратора, должны отсутствовать;
- рабочая среда для калибраторов с верхними пределами измерений до 0,25 МПа включительно - воздух или нейтральный газ, более 0,25 МПа - жидкость;

6.4 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- калибраторы должны быть выдержаны при нормальной температуре не менее 3 ч;
- выдержка калибратора перед началом испытаний после включения питания должна быть не менее 0,5 ч;

калибраторы должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением указаний технического описания или инструкции по эксплуатации;

Для калибраторов с измерительными каналами давления:

- калибраторы должны быть в соответствии с инструкцией по эксплуатации подключены к испытательной установке, состоящей, из эталонных СИ, вспомогательных средств для задания давления и соединительных линий, при этом эталоны давления соединяются параллельно с источником давления и с поверяемым калибратором. При поверке калибратора с барометрическим модулем абсолютное давление подается на калибратор через специальный штуцер в нижней части калибратора.

- импульсную линию, через которую подают измеряемое давление, допускается соединять с дополнительными емкостями, вместимость каждой из которых должна находиться в пределах от 1 до 50 л;

- собранная система должна быть проверена на герметичность.

При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки калибраторов, на место поверяемого калибратора устанавливают калибратор, герметичность которого проверена, или любое другое средство измерений, имеющее погрешность не более  $\pm 2,5\%$  и позволяющее заметить изменение давления  $0,5\%$  заданного значения давления.

Создают давление, соответствующее верхнему пределу измерений, и отключают источник давления. Если в качестве эталонного СИ применяют грузопоршневой манометр, его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падение давления (разрежения).

Допускаемое изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и изменением температуры измеряемой среды, не должно превышать значений, указанных в таблице. Суммарное время выдержки под давлением может быть увеличено до 15 мин, а изменение давления за последние 5 мин также не должно превышать значений, указанных в таблице:

Верхний предел измерений		Допускаемое изменение температуры в процессе проверки, °С	Допускаемое изменение давления при проверке, % верхнего предела измерения	
КПа	МПа		пневматическим давлением	гидравлическим давлением
от 6,3 до 10		$\pm 0,5$	$\pm 3,5$	-
от 16 до 25			$\pm 1,2$	-
	от 0,03 до 0,5	$\pm 1,0$	$\pm 0,6$	-
	от 0,6 до 2,5		-	$\pm 10$
	от 4 до 6		-	$\pm 5$
	от 10 и более			

Примечание - При меньшем изменении температуры допускаемое изменение давления пропорционально уменьшается.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

Проводится осмотр прибора. Следует убедиться в механической исправности прибора, зарядного устройства, в целостности соединительных проводов; в соответствии комплектности прибора эксплуатационной документации; в наличии свидетельства о предыдущей поверке калибратора с указанием типа и заводского номера конкретных модулей, их диапазона измерений (и настройки), предела допускаемой основной погрешности и даты поверки; на калибраторе должна быть табличка с маркировкой, соответствующей поставляемой с калибратором эксплуатационной документацией; резьбы на присоединительных элементах не должны иметь сорванных ниток. Наличие внешних повреждений или отсутствие необходимых комплектующих препятствует проведению поверки.

## 7.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции

7.2.1. Испытание электрической прочности изоляции проводится только для блока питания. Испытательное напряжение переменного тока с действующим значением напряжения 1500 В и частотой 50 Гц прикладывается между сетевой вилкой и выходными клеммами блока питания. Изоляцию выдерживают под испытательным напряжением в течение 1 минуты.

Блок питания считается выдержавшим испытание электрической прочности изоляции, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

7.2.2. Электрическое сопротивление изоляции измеряется между сетевой вилкой и выходными клеммами блока питания

Измерение электрического сопротивления изоляции проводить напряжением постоянного тока с помощью мегомметра с рабочим напряжением 500 В.

Блок питания считать выдержавшим испытания, если измеренное значение сопротивления не менее 20 МОм.

## 7.3 Опробование

В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации прибора присоединить зарядное устройство либо использовать внутренний аккумулятор.

При опробовании проверяют работоспособность калибратора, функционирование измерительных каналов (ИК) в соответствии с руководством по эксплуатации, а при наличии ИК давления проверяют также герметичность калибратора (аналогично процедуре проверки герметичности системы). Допускается совмещать процедуры определения герметичности системы и калибратора.

## 7.4 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов напряжения или силы постоянного тока, сопротивления

7.4.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием соответствующих схем и рекомендаций руководства по эксплуатации (РЭ), а также таблиц, составленных по форме таблицы 2. По меню прибора выбирают соответствующий измерительный модуль и режим измерения.

Для режима измерения сопротивления рекомендуется использовать четырёхпроводную схему соединения, чтобы исключить влияние сопротивления соединительных проводов на результат измерения.

Таблица 2

Диапазон изменений входного сигнала, мА/В/Ом:  $I_H/U_H/R_H =$  ,

$$I_B/U_B/R_B = ;$$

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мА/В/Ом:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$X_i$ , мА/В/Ом	$Y_i$ , мА/В/Ом	$\Delta_{ai}$ , мА/В/Ом	Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала				
1	0,1				
2	25				
3	50				
4	75				
5	99,9				



Примечание:

$I_n, I_v; U_n, U_v; R_n, R_v$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения входного сигнала силы постоянного тока/ напряжения постоянного тока/ сопротивления;

$X_i$  - значение в мА/В/Ом подаваемого входного сигнала;

$Y_i$  - значение выходного сигнала, выраженное в единицах входного сигнала;

7.4.2 Для каждой проверяемой точки  $i = 1, \dots, 5$  выполняют следующие операции:

- устанавливают на входе поверяемого канала значение входного сигнала  $X_i$  силы (напряжения, сопротивления) постоянного тока от калибратора тока (напряжения, магазина сопротивлений) и делают не менее 4-х отсчетов  $Y_i$  на выходе прибора;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ |Y_i - X_i| \},$$

здесь  $Y_i$  выражено в единицах подаваемого входного сигнала.

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  поверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

### 7.5 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов термопар

7.5.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием соответствующих схем и рекомендаций РЭ, а также таблиц, составленных по форме таблицы 3.

Таблица 3

Тип термопары \_\_\_\_\_

Диапазон изменений входного сигнала, °С:  $T_n =$  ,  $T_v =$

Температура холодного спая  $T_{xc}$ , °С:

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$T_i, ^\circ\text{C}$	$U_{xi}, \text{мВ}$	$Y_i, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{ai}, ^\circ\text{C}$	Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала					
1	0,1					
2	25					
3	50					
4	75					
5	99,9					

Примечание:

$T_n$  и  $T_v$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения входного сигнала термопары в «°С»;

$T_i$  - значение температуры и, соответствующее ей  $U_{xi}$  (по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 для данного типа термопары), значение в мВ подаваемого входного сигнала;

$Y_i$  - измеренное значение выходного сигнала в «°С»;

7.5.2 В режиме измерения сигналов от термопар с компенсацией температуры холодного спая (при использовании RJ- модуля) проверку погрешности проводят в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в «°С» (для данного типа термопары);

- по таблицам ГОСТ Р 8.585 находят напряжение  $U_{xi}'$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке;

- термометром с погрешностью не более  $0,1^\circ\text{C}$  измеряют температуру  $T_{xc}$  вблизи места подключения холодного спая термопары;

- рассчитывают входной сигнал  $U_{xi}$  в мВ для каждой проверяемой точки по формуле:  $U_{xi} = U_{xi}' - U_{тх.с.}$ , где  $U_{тх.с.}$  - напряжение, соответствующее температуре холодного спая (по таблицам ГОСТ Р 8.585);

- устанавливают на входе поверяемого канала значение  $U_{xi}$  напряжения постоянного тока от калибратора напряжения и делают не менее 4-х отсчётов  $Y_i$  на выходе устройства;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ | Y_i - T_i | \},$$

здесь  $Y_i$  выражено в «°С».

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $| \Delta_{ai} | \geq | \Delta_a |$  поверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

7.5.3 В режиме измерения сигналов от термопар без RJ-модуля проверку погрешности проводят в режиме  $T_{хс} = 0$  °С в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в «°С» (для данного типа термопары);

- по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 находят напряжение  $U_{xi}$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке и записывают в таблицу 3;

- устанавливают на входе поверяемого канала значение  $U_{xi}$  напряжения постоянного тока от калибратора напряжения и делают не менее 4-х отсчётов  $Y_i$  на выходе прибора;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ | Y_i - T_i | \},$$

здесь  $Y_i$  выражено в «°С».

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $| \Delta_{ai} | \geq | \Delta_a |$  поверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

7.5.4 Для проверки погрешности канала компенсации температуры холодного спая (при использовании RJ-модуля) измеряют термометром температуру  $T_{хс}$  вблизи места подключения холодных спаев термопар и сравнивают с показанием на выходе поверяемого канала.

## 7.6 Проверка основной погрешности каналов измерения сигналов термометров сопротивления

7.6.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием соответствующих схем и рекомендаций РЭ, а также таблиц, составленных по форме таблицы 4.

Таблица 4

Диапазон изменений входного сигнала, °С/Ом:  $T_n =$  ,  $T_v =$

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$T_i$ , °С	$X_i$ , Ом	$Y_i$ , °С	$\Delta_{ai}$ , °С	Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала					
1	0,1					
2	25					
3	50					
4	75					
5	99,9					

Примечание:

$T_n$ ,  $T_v$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения входного сигнала;

$T_i$  - значение температуры и, соответствующее ей (по таблицам ГОСТ Р 8.625-2006), значение в Ом подаваемого входного сигнала ( $X_i$ );

$Y_i$  - измеренное значение выходного сигнала в «°С».

7.6.2 Проверка погрешности проводится в изложенной ниже последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в «°С» (для данного типа термометра сопротивления);

- по таблицам ГОСТ Р 8.625-2006 находят значение сопротивления  $X_i$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке;

- записывают в таблицу 4 входной сигнал  $X_i$  в «Ом» для каждой проверяемой точки;

- устанавливают на входе поверяемого канала значение  $X_i$  сопротивления от магазина сопротивлений и делают не менее 4-х отсчетов  $Y_{ii}$  на выходе прибора;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ | Y_i - T_i | \},$$

здесь  $Y_i$  выражено в «°С».

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $| \Delta_{ai} | \geq | \Delta_a |$  поверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

### 7.7 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов напряжения или силы постоянного тока, сопротивления

7.7.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием соответствующих схем и рекомендаций руководства по эксплуатации (РЭ), а также таблиц, составленных по форме таблицы 5.

Таблица 5

Диапазон воспроизводимой величины сигнала, мА/В/Ом:  $I_n/U_n/R_n =$  ,  
 $I_b /U_b /R_b =$  ;

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мА/В/Ом:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$N_i$ , мА/В/Ом	$Y_i$ , мА/В/Ом	$\Delta_{ai}$ , мА/В/Ом	Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала				
1	0,1				
2	25				
3	50				
4	75				
5	99,9				

Примечание:

$I_n, I_b; U_n, U_b; R_n, R_b$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона воспроизведения величины сигнала силы постоянного тока/ напряжения постоянного тока/ сопротивления;

$N_i$  - значение подаваемого на вход калибратора МСх-Р кода в единицах воспроизводимой величины; мА/В/Ом;

$Y_i$  - значение выходного сигнала в мА/В/Ом.

7.7.2 Для каждой проверяемой точки  $i = 1, \dots, 5$  выполняют следующие операции:

- устанавливают входной код  $N_i$  с клавиатуры калибратора МСх-Р, соответствующий  $i$ -й проверяемой точке и измеряют образцовым мультиметром (омметром) значение выходного сигнала  $Y_i$ ;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = Y_i - Y(N_i),$$

где  $Y(N_i)$  - номинальное значение выходного сигнала, соответствующее входному коду;

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  проверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

### 7.8 Проверка основной погрешности воспроизведения сигналов термопар

7.8.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием соответствующих схем и рекомендаций РЭ, а также таблиц, составленных по форме таблицы 6.

Таблица 6

Тип термопары \_\_\_\_\_

Диапазон воспроизведения сигнала термопары, °C:  $T_H =$  ,  $T_B =$

Температура холодного спая, °C:

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °C:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$T_i, ^\circ\text{C}$	$Y_{\text{ном}i}, \text{мВ}$	$Y_i, \text{мВ}$	$\Delta_{ai}$		Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала				мВ	°C	
1	0,1						
2	25						
3	50						
4	75						
5	99,9						

Примечание:

$T_H$  и  $T_B$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона воспроизведения сигнала термопары в «°C»;

$T_i$  - значение кода, подаваемого на вход калибратора МСх-Р, выраженное в «°C», и соответствующее ему значение напряжения  $U_{xi}$  по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 для данного типа термопары;

$Y_i$  - измеренное значение выходного сигнала в «мВ»;

7.8.2 В режиме воспроизведения сигналов термопар с компенсацией температуры холодного спая (при использовании RJ-модуля) проверка погрешности проводится в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в «°C» (для данного типа термопары);

- по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 находят напряжение  $U_{xi}$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке;

- термометром с погрешностью не более 0,1 °C измеряют температуру  $T_{xc}$  вблизи места подключения холодного спая термопары;

- рассчитывают номинальное значение выходного сигнала  $Y_{\text{ном}i}$  в «мВ» по формуле  $Y_{\text{ном}i} = U_{xi} - U_{\text{тх.с.}}$ , где  $U_{\text{тх.с.}}$  - напряжение, соответствующее температуре холодного спая  $T_{xc}$  (по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001);

- устанавливают входной код  $T_i$  с клавиатуры калибратора МСх-Р, соответствующий  $i$ -й проверяемой точке и измеряют образцовым мультиметром значение выходного сигнала  $Y_i$  в «мВ»;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  в «мВ» ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = Y_i - Y_{\text{ном}i},$$

- для вычисления  $\Delta_{ai}$  в «°С» в точке  $T_i$  определяют сколько градусов Цельсия составила  $\Delta_a$ , т.е. проводят линейную аппроксимацию относительно  $T_i$ .

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  проверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

7.8.3 В режиме воспроизведения сигналов от термопар без использования RJ-модуля проверку погрешности проводят в режиме  $T_{xc} = 0$  °С в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в «°С» (для данного типа термопары);

- по таблицам ГОСТ Р 8.585 находят напряжение  $Y_{номі}$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке и записывают его в таблицу 6;

- устанавливают входной код  $T_i$  с клавиатуры калибратора МСх-Р, соответствующий  $i$ -й проверяемой точке, измеряют образцовым мультиметром значение выходного сигнала  $Y_i$  в «мВ» и записывают его в таблицу 6;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  в «мВ» ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = Y_i - Y_{номі}$$

- для вычисления  $\Delta_{ai}$  в «°С» в точке  $T_i$  определяют сколько градусов Цельсия составила  $\Delta_a$ , т.е. проводят линейную аппроксимацию относительно  $T_i$ .

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  проверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

## 7.9 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов термометров сопротивления

7.9.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием соответствующих схем и рекомендаций РЭ, а также таблиц, составленных по форме таблицы 7.

Таблица 7

Тип термометра сопротивления

Диапазон воспроизведения сигнала

термометра сопротивления, °С/Ом:  $T_n =$  ,  $T_v =$

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$T_i$ , °С	$Y_{номі}$ , Ом	$Y_i$ , Ом	$\Delta_{ai}$		Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала				Ом	°С	
1	0						
2	25						
3	50						
4	75						
5	100						

Примечание:

$T_n$ ,  $T_v$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона воспроизведения сигнала термометра сопротивления;

$T_i$  - значение кода, подаваемого на вход калибратора МСх-Р, выраженное в «°С», и, соответствующее ему (по таблицам ГОСТ Р 8.625-2006), номинальное значение выходного сигнала  $Y_{номі}$  в «Ом»;

$Y_i$  - измеренное значение выходного сигнала в «°С»;

7.9.2 Проверка погрешности проводится в изложенной ниже последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в «°С» (для данного типа термометра сопротивления);

- по таблицам ГОСТ Р 8.625-2006 находят значение сопротивления  $Y_{\text{ном}i}$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке и записывают его в таблицу 7;
- устанавливают входной код  $T_i$  с клавиатуры калибратора МСх-Р, соответствующий  $i$ -й проверяемой точке, измеряют омметром значение выходного сигнала  $Y_i$  в «Ом» и записывают его в таблицу 7;
- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  в «Ом» ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = Y_i - Y_{\text{ном}i}$$

- для вычисления  $\Delta_{ai}$  в «°С» в точке  $T_i$  определяют сколько градусов Цельсия составила  $\Delta_a$ , т.е. проводят линейную аппроксимацию относительно  $T_i$ .

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  проверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

### 7.10 Проверка основной погрешности каналов измерения давления

По меню прибора выбирается режим измерения давления с использованием внешних или внутренних модулей измерения давления. Поверке подлежат калибраторы давления со всеми используемыми с ними внутренними и внешними модулями избыточного давления, а также с барометрическим модулем, если он имеется в комплекте данного калибратора.

При отсутствии барометрического модуля калибратор не используется для измерений и поверки или калибровки приборов абсолютного давления и, соответственно, не подлежит поверке по абсолютному давлению.

При периодической поверке основную погрешность определяют в два этапа: до корректировки диапазона измерений (калибровки) и после корректировки диапазона. Допускается второй этап не проводить, если основная погрешность, определённая при первом этапе, не превышает допускаемых значений, приведенных в руководстве по эксплуатации.

Основную погрешность определяют при пяти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределённых в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям измеряемой величины. Интервал между проверяемыми точками не должен превышать 30 % диапазона измерений. При определении основной погрешности калибратора с барометрическим модулем, диапазоном измеряемого параметра является диапазон абсолютного давления 80...110 кПа, а нормирующее значение для определения приведенной погрешности - 100 кПа.

Основную погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходах).

Перед поверкой при обратном ходе калибратор выдерживают в течение 5 мин под воздействием верхнего предельного значения измеряемого давления.

При поверке калибраторов с верхним пределом измерений разрежения 0,1 МПа, если атмосферное давление равно или менее 0,1 МПа, максимальное разрежение допускается устанавливать равным  $(0,90-0,95) P_6$ , где  $P_6$  - атмосферное давление.

Основную погрешность  $g_d$  в % нормирующего значения вычисляют по формулам:

$$g_d = \frac{I - I_p}{I_{\text{max}} - I_0} \cdot 100$$

где:  $I_p$  - действительное значение измеряемой величины (определяемое по эталону давления), кПа, МПа;

$I$  - измеренное значение, определяемое по поверяемому калибратору, кПа, МПа;

$(I_{\text{max}} - I_0)$  - диапазон измерений давления, на который настроен калибратор с соответствующим внешним или внутренним модулем, кПа, МПа.

Вычисление  $g_d$  проводят с погрешностью до второго знака после запятой.

Калибратор признают годным при первичной и периодической поверках, если во всех проверяемых точках основная погрешность не превышает допускаемые значения, указанные в эксплуатационной документации для конкретного модуля давления.

Определение вариации.

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.

Вариацию  $g\Gamma$  в % от нормирующего значения вычисляют по формулам:

$$g\Gamma = \left| \frac{\Gamma' - \Gamma}{I_{\max} - I_0} \right| 100$$

где  $\Gamma$  и  $\Gamma'$  - действительные значения выходной величины в одной и той же точке при измерении, соответственно, при прямом и обратном ходах, кПа, МПа;

$(I_{\max} - I_0)$  - диапазон измерений давления, на который настроен калибратор с соответствующим внешним или внутренним модулем, кПа, МПа.

Значения  $g\Gamma$ , полученные по вышеуказанной формуле, не должны превышать предела допускаемой основной погрешности.

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

### **7.11 Проверка основной погрешности каналов измерения и воспроизведения частоты периодических сигналов.**

Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием соответствующих схем РЭ.

Проверку погрешности выполняют не менее, чем в 3 точках, равномерно распределенных в пределах диапазона измерения (воспроизведения) частоты периодических сигналов.

7.11.1 При проверке основной погрешности измерения частоты для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

- для каждой проверяемой точки подают на вход поверяемого калибратора сигнал заданной формы, длительности и частоты от эталонного генератора, частота которого контролируется частотомером.

- рассчитывают погрешность калибратора.

Поверяемый калибратор признают годным, если в каждой проверяемой точке рассчитанная погрешность калибратора не превышает по абсолютной величине пределы допускаемой погрешности, указанной в технической документации.

7.11.2 При проверке основной погрешности калибратора в режиме воспроизведения частоты периодических сигналов для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции (проверку осуществляют с использованием частотомера):

- при заданном входном параметре переводят частотомер в режим измерения частоты и подают от калибратора сигнал заданной частоты;

- рассчитывают погрешность калибратора.

Калибратор признают годным, если в каждой проверяемой точке рассчитанная погрешность калибратора не превышает по абсолютной величине пределы допускаемой погрешности калибратора, указанной в технической документации.

Примечание - При воспроизведении частот менее 1 Гц (60 имп/мин, 3600 имп/час) рекомендуется перейти к измерению эталонным прибором среднего значения (за время измерения 0,2 с) периода импульса.

## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке калибратора согласно ПР 50.2.006-94.

При отрицательных результатах свидетельство о поверке не выдается, а свидетельство о предыдущей поверке аннулируется.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Основные метрологические характеристики эталонных средств измерений, используемых при проведении поверки калибраторов многофункциональных МСх-Р

Таблица А.1 Основные метрологические характеристики калибратора-вольтметра универсального В1-28 в режиме измерения/воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока

Диапазон напряжений U нач ... U м, В	Предел допускаемой основной погрешности постоянного напряжения U: $\Delta U = U a/100 + U_m v/100$			
	При воспроизведении		При измерении	
	a, %	v, %	a, %	v, %
10 <sup>-7</sup> ... 0.2	0.003	0.002	-	-
10 <sup>-6</sup> ... 2.0	0.003	0.0003	0.004	0.0015
10 <sup>-5</sup> ... 20	0.003	0.0003	0.003	0.0003
20 ... 200	0.004	0.0003	0.003	0.0003
20 ... 1000	0.004	0.001	0.004	0.001

Таблица А.2 Основные метрологические характеристики калибратора-вольтметра универсального В1-28 в режиме измерения/воспроизведения сигналов силы постоянного тока

Диапазон токов I нач ... I м, мА	Предел допускаемой основной погрешности силы постоянного тока I: $\Delta I = I a/100 + I_m v/100$			
	При воспроизведении		При измерении	
	a, %	v, %	a, %	v, %
10 <sup>-7</sup> ... 0.2	0.01	0.002	0.01	0.0015
10 <sup>-6</sup> ... 2.0	0.006	0.002	0.01	0.0015
10 <sup>-5</sup> ... 20	0.006	0.002	0.01	0.0015
10 <sup>-4</sup> ... 200	0.02	0.002	0.02	0.002
10 <sup>-3</sup> ... 2000	0.03	0.003	0.03	0.002

Таблица А.3 Основные метрологические характеристики калибратора программируемого П320 в режиме воспроизведения сигналов силы и напряжения постоянного тока

Пределы калиброванных напряжений (токов)	Пределы погрешностей относительно значения калиброванных напряжений (токов)	Пределы допускаемой основной погрешности калиброванных напряжений (токов)
100 мВ	$\pm(0,04*U_k + 10)$ мкВ	$\pm(0,05*U_k + 10)$ мкВ
1 В	$\pm(20*U_k + 10)$ мкВ	$\pm(30*U_k + 10)$ мкВ
10 В	$\pm(10*U_k + 40)$ мкВ	$\pm(20*U_k + 40)$ мкВ
100 В	$\pm(30*U_k + 500)$ мкВ	$\pm(40*U_k + 500)$ мкВ
От 100 В до 600 В	$\pm(0,03*U_k + 5)$ мВ	$\pm(0,04*U_k + 5)$ мВ
Свыше 600 В	$\pm(0,04*U_k + 5)$ мВ	$\pm(0,05*U_k + 5)$ мВ
1 мА	$\pm(0,02*I_k + 0,01)$ мкА	$\pm(0,06*I_k + 0,01)$ мкА
10 мА	$\pm(0,05*I_k + 0,1)$ мкА	$\pm(0,1*I_k + 0,01)$ мкА
100 мА	$\pm(0,05*I_k + 1)$ мкА	$\pm(0,1*I_k + 1)$ мкА



Примечание -  $U_k$  ( $I_k$ ) - безразмерная величина, численно равная значению калиброванного напряжения в «мВ» на пределе 100 мВ, в «В» - на остальных пределах (значению калиброванного тока в мА). Пределы допускаемой основной погрешности указаны при условии калибровки прибора по нормальному элементу класса 0,001 и для нагрузки, не превышающей 10% допустимой.

Частотомеры электронно-счетные вычислительные ЧЗ-64

Относительная погрешность прибора при измерении частоты и периода  $\delta_{f, T}$  в пределах значений, вычисляемых по формуле

$$\delta_{f, T} = \pm \left( \delta_0 + \frac{\Delta t_{\text{разр}}}{\tau_{\text{сч}}} + \delta_{\text{зап}} \right),$$

где  $\delta_0$  — относительная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора или внешнего опорного сигнала;

$\Delta t_{\text{разр}}$  — разрешающая способность,  $\Delta t_{\text{разр}} = 10^{-6}$  с;

$\tau_{\text{сч}}$  — установленное время счета прибора, с;

$\delta_{\text{зап}}$  — погрешность запуска.