

УТВЕРЖДАЮ

АО «НИИФИ»

Руководитель ЦИ СИ



М.П. НИИФИ М.Е. Горшенин

« 4 » 08 2015 г.

Система измерения перепада давлений С041

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
Вм1.430.041МП

н.р. 62138-15

Содержание	
Вводная часть	3
1 Операции поверки	3
2 Средства поверки	4
3 Требования по безопасности	5
4 Условия поверки	5
5 Подготовка к поверке	5
6 Проведение поверки	5
7 Обработка результатов измерения	15
8 Оформление результатов поверки	15

Вводная часть

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерения перепада давлений С 041 (в дальнейшем система), предназначенную для измерения перепада давлений.

1 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первой поверке	периодической поверке
1 Контроль внешнего вида, маркировки и габаритных размеров	6.1	да	да
2 Снятие градуировочной характеристики и определение основной приведенной погрешности системы	6.2	да	да
3 Определение дополнительной приведенной погрешности от воздействия температуры окружающей среды от минус 50 °C до 50 °C	6.3	да	да

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Основные метрологические характеристики
Штангенциркуль ЩЦ	Диапазон измерения от 0 до 250 мм, погрешность ±0,05 мм
Вольтметр универсальный цифровой В7-34 А	Предел измерений от 0,1 до 1000 В, класс точности 0,01/0,002 – 0,02/0,01
Источник питания постоянного тока Б5-45	Диапазон от 0,1 до 49,9 В, погрешность ± (0,5 % U _{уст} + 0,1 % U _{max}) В
Грузопоршневой манометр МП-2,5	Диапазон измерений 0-0,25 МПа, класс точности 0,05
Грузопоршневой манометр МП-6	Диапазон измерений 0-0,6 МПа, класс точности 0,05
Грузопоршневой манометр МП-60	Диапазон измерений 0-6 МПа, класс точности 0,05
Камера тепла и холода МС-71	Диапазон температур от минус 80 до 100 °C, стабильность поддержания температуры ± 0,5 °C

2.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки с равными или более высокими техническими характеристиками.

2.3 При выборе средств поверки системы должно выполняться условие

$$\gamma_{\text{сп}} \leq c \cdot \gamma, \quad (1)$$

где $\gamma_{\text{сп}}$ – суммарная погрешность средств поверки, включающая погрешность средств контроля входного параметра (разность давлений);

$c = 0,25$ – коэффициент;

γ – предел допускаемой основной приведенной погрешности системы, $\gamma = \pm 1,5 \%$.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия согласно ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающего воздуха от 15 °C до 35 °C;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.).

Поверку, если нет особых указаний, проводить при напряжении питания $(27 \pm 0,5)$ В.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки подготавливают средства поверки к работе согласно инструкции на них.

5.2 Не допускается применять средства поверки, срок обязательных поверок которых истек.

5.3 Перед проведением поверки проверяют герметичность узла, состоящего из соединительных линий и образующих приборов, давлением равным верхнему пределу измерений.

При определении герметичности, узел подключают к источнику давления. Узел считать герметичным, если после 3 минут выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, падение давления в последующие 2 минуты не наблюдается.

6 Проведение поверки

6.1 Контроль внешнего вида, маркировки и габаритных размеров

6.1.1 Проводить контроль внешнего вида системы визуально с помощью измерительных средств, обеспечивающих требуемую точность.

Внешний вид системы должен соответствовать:

- на поверхности блока усиления (далее – БУ) не должно быть: вмятин, царапин, забоин, отслоений покрытий;
- на поверхности преобразователя индуктивного (далее – ПИ) допускается наличие: цвета побежалости до темно-синего включительно, потемнения некоррозионного характера, волнистого, чешуйчатого характера сварных швов, окисления от сварки на сварных швах, следа сварки на торце корпуса со стороны штуцера Б;
- наружная поверхность трубы ТКР кабельной перемычки должна быть ровной, без трещин, пор, пузырей и отслоений. Допускаются вмятины, наплывы, риски.

6.1.2. Проводить контроль маркировки визуально.

Маркировка должна соответствовать требованиям:

На поверхности ПИ должно быть отчетливо выгравировано:

- индекс и вариант исполнения системы;
- заводской номер;
- номинальное давление/статическое давление;
- знак \pm перед номинальным давлением – только для системы С 041-10;
- стрелка, указывающая направление подачи большего давления;
- условное обозначение преобразователя индуктивного.

На поверхности БУ должно быть отчетливо выгравировано:

- индекс и вариант исполнения системы;
- условное обозначение блока усилителя;
- знак защиты от статического электричества .

6.1.3 Проводить контроль габаритных размеров измерительными средствами, обеспечивающими требуемую точность.

Контролировать следующие габаритные размеры:

- в части ПИ: 82 x 57 x Ø40;
- в части БУ: Ø125 x 52 x 32.

6.1.4 Записать результаты контроля в таблицу, выполненную по форме таблицы 6.1.

Таблица 6.1

Наименование параметра	Требование ТУ	Заводской номер		
Внешний вид				
Маркировка				
Габаритные размеры, не более, мм: -индуктивный преобразователь, - блок усиления	82 x 57 x Ø40 Ø125 x 52 x 32			

6.2 Снятие градуировочной характеристики и определение основной приведенной погрешности

6.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

6.2.2 Подать на систему напряжение питания ($27 \pm 0,5$) В.

Выдержать систему во включенном состоянии в течение 300 с.

6.2.3 Провести градуирование в следующем порядке:

а) системы С 041...С 041-09:

подать в штуцер А ПИ последовательно давления, равные (0; 0,1 ... 0,9; 1,0) Рном – прямой ход и (1,0; 0,9 ... 0,1; 0) Рном – обратный ход, измеряя выходные сигналы U_{ji}^M при прямом ходе и U_{ji}^B при обратном ходе в каждой градуировочной точке;

Рном задавать согласно таблице 6.2.1.

Начальный выходной сигнал должен находиться в пределах ($0,5 \pm 0,25$) В.

Номинальный выходной сигнал – в пределах ($5,7 \pm 0,25$) В.

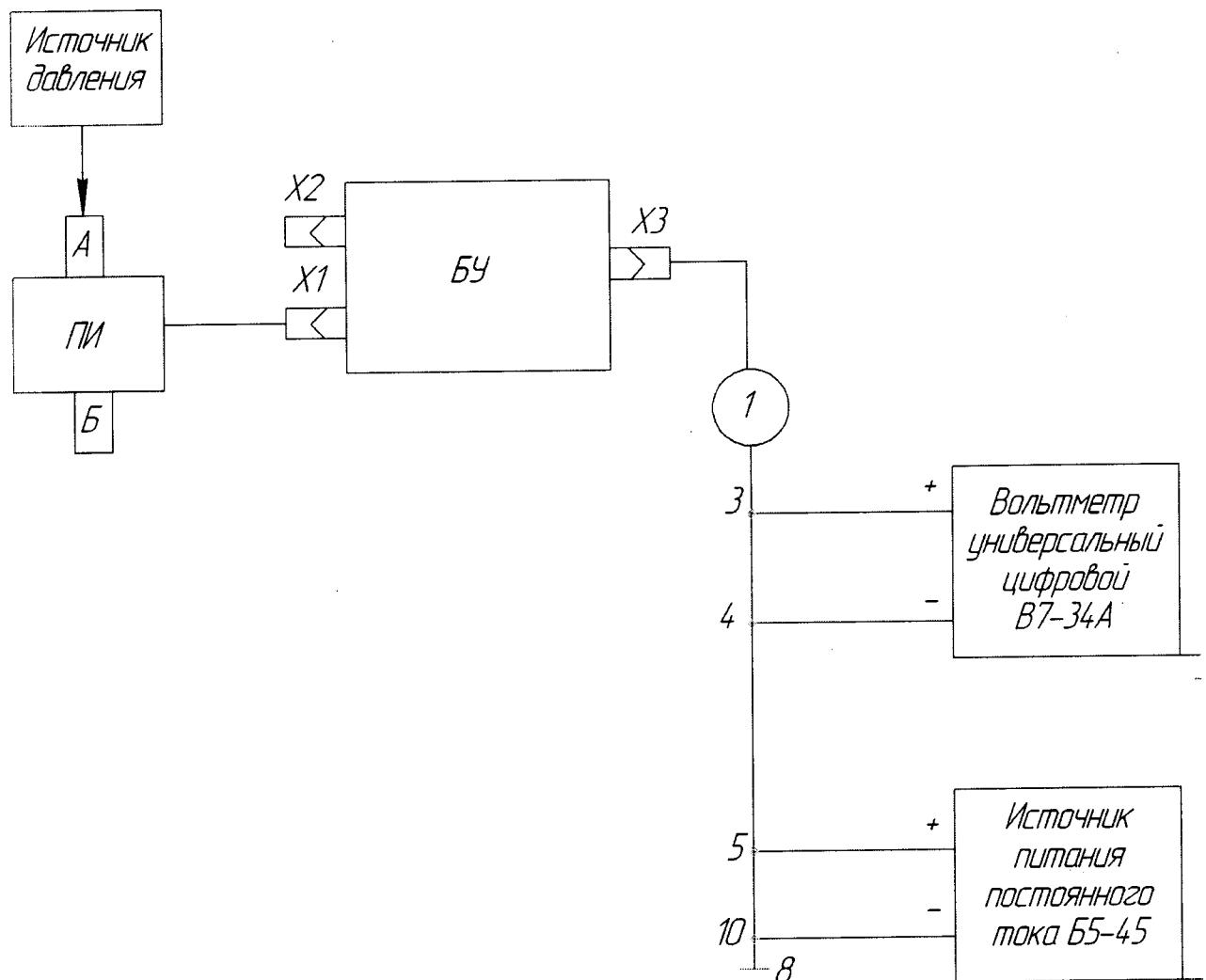
б) системы С 041-10:

подать в штуцер Б последовательно давления согласно равные (1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0) Рном и в штуцер А – (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0) Рном, измеряя выходные сигналы U_{ji}^M (прямой ход);

подать в штуцер А последовательно давления (1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0) Рном и в штуцер Б – (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0) Рном, измеряя выходные сигналы U_{ji}^B (обратный ход).

Таблица 6.2.1

Индекс и вариант исполнения	Диапазон измерений, 0 – Рном, $\times 105$ Па (кгс/см ²)	Давление перегрузки в штуцер А в течение 10 мин., $\times 105$ Па (кгс/см ²)
C 041, C 041-05	0 – 0,3	2
C 041-01, C 041-06	0 – 0,6	2
C 041-02, C 041-07	0 – 1,25	2
C 041-03, C 041-08	0 – 2,5	4
C 041-04, C 041-09	0 – 5,0	6
C 041-10	$\pm 1,25$	60



1 – кабель технологический Вт 6999–4249

Рисунок 1 – Схема поверки

Начальный выходной сигнал должен находиться в пределах $(3 \pm 0,25)$ В.

Номинальный выходной сигнал при подаче давления Рном в штуцер А в пределах $(5,5 \pm 0,25)$ В, при подаче давления Рном в штуцер Б в пределах $(0,5 \pm 0,25)$ В.

Повторить работы еще три раза.

6.2.4 Результаты измерений по п.6.2.3 оформить согласно таблице 6.2.2 или 6.2.3.

Таблица 6.2.2 – Градуировочная характеристика систем С 041...С 041–09

Точки градуировки, j	Входной сигнал, Па ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	Выходной сигнал, В			
		1 цикл		2 цикл	
		U_{j1}^M	U_{j1}^B	U_{j2}^M	U_{j2}^B
1	0 Рном				
2	0,1 Рном				
3	0,2 Рном				
4	0,3 Рном				
5	0,4 Рном				
6	0,5 Рном				
7	0,6 Рном				
8	0,7 Рном				
9	0,8 Рном				
10	0,9 Рном				
11	1,0 Рном				
Основная приведенная погрешность, γ_0 , %					

Таблица 6.2.3 – Градуировочная характеристика системы С 041-10

Точки градуирования, j	Подача давления в штуцер	Входной сигнал, Па (кгс/см ²)	Выходной сигнал, В			
			1 цикл		2 цикл	
			U ^M _{j1}	U ^B _{j1}	U ^M _{j2}	U ^B _{j2}
1	Б	1,0 Рном				
2		0,8 Рном				
3		0,6 Рном				
4		0,4 Рном				
5		0,2 Рном				
6	–	0 Рном				
7	А	0,2 Рном				
8		0,4 Рном				
9		0,6 Рном				
10		0,8 Рном				
11		1,0 Рном				
Основная приведенная погрешность, γ ₀ , %						

6.2.5 Найти среднее значение выходного сигнала в каждой градуировочной точке для прямого и обратного хода

$$U_j^M = \frac{\sum_{i=1}^2 U_{ji}^M}{2} \quad (2)$$

$$U_j^B = \frac{\sum_{i=1}^2 U_{ji}^B}{2} \quad (3)$$

где U_j^M , U_j^B – средние значения выходного сигнала в каждой градуировочной точке для прямого и обратного хода, В;

U_{ji}^M , U_{ji}^B – значения выходного сигнала в каждой градуировочной точке для прямого и обратного хода, В.

6.2.6 Найти значения выходного сигнала, соответствующие средней градуировочной характеристике

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^2 U_{ji}^M + \sum_{i=1}^2 U_{ji}^B}{2 \cdot 2} \quad (4)$$

где U_j – значения выходного сигнала, соответствующие средней градуировочной характеристике, В.

6.2.7 Начальный выходной сигнал должен соответствовать требованиям:

(0,5±0,25) В – у систем С 041...С 041-09;

(3,0 ±0,25) В – у системы С 041-10.

Номинальный выходной сигнал должен соответствовать требованиям:

(5,7±0,25) В – у систем С 041...С 041-09 при подаче номинального давления в штуцер А;

(5,5±0,25) В – у системы С 041-10 при подаче номинального давления в штуцер А;

(0,5±0,25) В – у системы С 041-10 при подаче номинального давления в штуцер Б.

6.2.8 Определить нормирующее значение выходного сигнала по формуле для систем С 041...С 041-09

$$N = U_H - U_0 \quad (5)$$

для системы С 041-10

$$N = U_H^A - U_H^B \quad (6)$$

где N – нормирующее значение выходного сигнала, В;

U_H – номинальный выходной сигнал систем С 041...С 041-09, при подаче давления $P_{ном}$ в штуцер А, В;

U_0 – начальный выходной сигнал систем С 041...С 041-09, В;

U_H^A , U_H^B – номинальные выходные сигналы системы С 041-10, при подаче давления $P_{ном}$ в штуцера А и Б соответственно, В.

6.2.9 Рассчитать коэффициенты индивидуальной функции преобразования системы, заданной по формуле (7)

$$U(P) = a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot P^2 \quad (7)$$

где a_0 – коэффициент статической характеристики преобразования, В;

a_1 – коэффициент статической характеристики преобразования, В/Па;

a_2 – коэффициент статической характеристики преобразования, В/Па²;

P – измеряемая величина разности давлений, Па.

6.2.10 Определить основную приведенную погрешность системы по результатам градуирования

$$\gamma_0 = \pm K \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{2n} \left(U_{ji}^{(M,B)} - \sum_{k=0}^L a_k \cdot P_j^K \right)^2}{N^2 (2n \cdot m - L - 1)} + \sum_{\rho=1}^r D_{обр.\rho} \cdot 100}, \quad (8)$$

где $D_{обр.\rho} = \frac{\Delta_{обр.\rho}^2}{3N_p^2}$ – приведенное значение дисперсии выходного сигнала, обусловленной p -м

средством градуирования, для которого нормировано предельное значение погрешности Добр. ρ ;

$K = 1,96$ – коэффициент для значения доверительной вероятности равной 0,95, с которой определяется приведенная основная погрешность;

$a_K = a_0$, a_1 , a_2 – коэффициенты функции преобразования;

$L=2$ – степень полинома, в виде которого представлена функция преобразования;

P_j – значение давления в каждой j -ой точке градуирования, Па,

$m = 11$ – количество градуировочных точек;

$n = 2$ – количество циклов градуирования;

N – нормирующее значение выходного сигнала, определенное по формуле (5) или (6).

6.2.11 Основная приведенная погрешность для систем С 041...С 041-09 должна находиться в пределах $\pm 1,5\%$; для системы С 041 – в пределах $\pm 2,5\%$.

6.3 Определение дополнительной приведенной погрешности от воздействия температуры окружающей среды от минус 50 °C до 50 °C

6.3.1 Поместить систему в камеру тепла и холода.

Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

6.3.2 Подать на систему напряжение питания $(27 \pm 0,5)$ В.

Выдержать систему во включенном состоянии в течение 300 с.

6.3.3 Измерить начальный выходной сигнал при нижнем значении диапазона измерений U_0 .

Подать в штуцер А систем С 041...С 041-09 или поочередно в штуцера А и Б системы С 041-10 давление $P_{ном}$, равное значению верхнего предела измерений.

Измерить номинальный выходной сигнал U_n или U_n^A, U_n^B .

Начальный выходной сигнал (U_o) должен соответствовать требованию: для систем С 041...С 041-09 в пределах $(0,5 \pm 0,25)$ В, для системы С 041-10 в пределах $(3 \pm 0,25)$ В.

Номинальный выходной сигнал (U_n или U_n^A, U_n^B) должен соответствовать требованию: для систем С 041...С 041-09: в пределах $(5,7 \pm 0,25)$ В, для системы С 041-10: при подаче давления Рном в штуцер А в пределах $(5,5 \pm 0,25)$ В, при подаче давления Рном в штуцер Б в пределах $(0,5 \pm 0,25)$ В.

Сбросить давление.

6.3.4 Выключить напряжение питания.

6.3.5 Довести температуру в термокамере до минус (50 ± 3) °C.

Выдержать систему при данной температуре в выключенном состоянии в течение 2 ч.

6.3.6 Подать на систему напряжение питания $(24^{+0,5})$ В.

6.3.7 Провести работы по п.6.3.3 четыре раза.

При этом начальный выходной сигнал U_o должен соответствовать требованию: для систем С 041...С 041-09 в пределах $(0,5 \pm 0,5)$ В, для системы С 041-10 в пределах $(3 \pm 0,5)$ В;

номинальный выходной сигнал U_n или U_n^A, U_n^B для систем С 041...С 041-09: в пределах $(5,7 \pm 0,5)$ В, для системы С 041-10: при подаче давления Рном в штуцер А в пределах $(5,5 \pm 0,5)$ В, при подаче давления Рном в штуцер Б в пределах $(0,5 \pm 0,5)$ В.

Выключить напряжение питания.

6.3.8 Довести температуру в термокамере до (50 ± 3) °C.

Выдержать систему при данной температуре в выключенном состоянии в течение 2 ч.

6.3.9 Подать на систему напряжение питания $(32_{-0,5})$ В.

6.3.10 Провести работы по п.6.3.3 четыре раза.

При этом начальный выходной сигнал U_o должен соответствовать требованию: для систем С 041...С 041-09 в пределах $(0,5 \pm 0,5)$ В, для системы С 041-10 в пределах $(3 \pm 0,5)$ В;

номинальный выходной сигнал U_n или U_n^A, U_n^B для систем С 041...С 041-09: в пределах $(5,7 \pm 0,5)$ В, для системы С 041-10: при подаче давления Рном в штуцер А в пределах $(5,5 \pm 0,5)$ В, при подаче давления Рном в штуцер Б в пределах $(0,5 \pm 0,5)$ В.

Выключить напряжение питания.

6.3.11 Извлечь систему из камеры и выдержать ее в нормальных условиях не менее 6 ч.

6.3.12 Записать результаты измерений по пп.6.3.3, 6.3.7, 6.3.10, 6.3.11 в таблицу, выполненную по форме таблицы 6.3.1 или 6.3.2.

Таблица 6.3.1 – Результаты испытаний при воздействии температуры окружающей среды систем С 041...С 041-09

Номер опыта, U	Температура окружающей среды, °C	Входной сигнал, $\times 10^5$ Па ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	Выходной сигнал, В			
			U_1^U	U_2^U	U_3^U	U_4^U
1	минус 50	0				
2	минус 50	Рном				
3	50	0				
4	50	Рном				
Выходной сигнал в нормальных климатических условиях, В	25 ± 10	0				
		Рном				
Дополнительная приведенная погрешность от воздействия температуры окружающей среды, γ_t , %						

Таблица 6.3.2 – Результаты испытаний при воздействии температуры окружающей среды системы С 041-10

Номер опыта	Температура окружающей среды, °C	Входной сигнал, $\times 10^5$ Па (кгс/см ²)	Выходной сигнал, В			
			U_1^U	U_2^U	U_3^U	U_4^U
1	минус 50	0				
2	минус 50	Рном, подача давления в штуцер А				
3	минус 50	Рном, подача давления в штуцер Б				
4	50	0				
5	50	Рном, подача давления в штуцер А				
6	50	Рном, подача давления в штуцер Б				
Выходной сигнал в нормальных климатических условиях, В	25 ± 10	0				
		Рном, подача давления в штуцер А				
		Рном, подача давления в штуцер Б				
Дополнительная приведенная погрешность от воздействия температуры окружающей среды, γ_t , %						

6.3.13 Определить дополнительную приведенную погрешность от воздействия температуры окружающей среды по формуле

$$\gamma_t = |\gamma_c| + \gamma^o \quad (9)$$

где γ_t – дополнительная приведенная погрешность системы от воздействия температуры окружающей среды, %;

γ_c – систематическая составляющая дополнительной погрешности системы от воздействия температуры окружающей среды, %;

γ^o – случайная составляющая дополнительной погрешности системы от воздействия температуры окружающей среды, %.

Доверительная вероятность оценки случайных составляющих погрешностей равна 0,95.

Определить нормирующее значение выходного сигнала:

а) для систем С 041...С 041-09:

$$N = U_H - U_o \quad (10)$$

б) для систем С 041-10:

$$N = U_H^A - U_H^B \quad (11)$$

где N – нормирующее значение выходного сигнала, В;

U_H – номинальный выходной сигнал систем С 041...С 041-09, при подаче давления Рном в штуцер А, В;

U_o – начальный выходной сигнал С 041...С 041-09, В;

U_H^A , U_H^B – номинальные выходные сигналы системы С 041-10, при подаче давления Рном в штуцера А и Б соответственно, В

Вид функции влияния:

$$\psi(t, P) = \theta_o + \theta_1 \cdot \Delta t + \theta_2 \cdot \Delta t \cdot P \quad (12)$$

где $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ – коэффициенты функции влияния (в матричной форме);

Δt – значение влияющей величины (отклонение от нормального значения), °C;

P – информативный параметр входного сигнала (входной сигнал), Па.

Интервал изменения влияющей величины от минус 50 до +50 °C.

Закон изменения влияющей величины – равномерный.

Коэффициенты функции влияния определяют по формуле

$$\theta = (E^T E)^{-1} E^T \Delta c \quad (13)$$

где E – матрица входных величин;

E^T – транспонированная матрица;

Δc – систематическая составляющая погрешность (в матричной форме);

Предельное значение дополнительной приведенной погрешности определяют по формуле

$$\gamma_{нд} = \max_u [|\Delta c u - \Psi(tu, P_u)| + 1,96 \sqrt{D_u}] \cdot \frac{100}{N} \quad (14)$$

где u – порядковый номер опыта в эксперименте по определению функции влияния;

\max – максимальное значение.

6.3.14 Дополнительная приведенная погрешность от воздействия температуры окружающей среды (γ_t) должна находиться в пределах $\pm 5\%$.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с ПР 50.2.006-94.

7.2 Поверительные клейма наносят в соответствии с ПР 50.2.007-94.