

Копия

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
(ФГУП ВНИИМС)  
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

# РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система  
обеспечения единства измерений

Барометры эталонные переносные  
типа БОП-1

Методика поверки

МИ 2700—2001

*зам. на илм 2700-13*

МОСКВА  
2001

ФГУ «Пензенский центр  
стандартизации,  
метрологии и сертификации»  
НТД

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система  
обеспечения единства измерений

Барометры эталонные переносные  
типа БОП-1

Методика поверки

МИ 2700—2001

Редактор *О. М. Федотова*. Технический редактор *Н. Ф. Грачева*.  
Корректор *И. А. Крайнева*

ЛР № 020228 от 10.11.96 г.

Подписано в печать 04.12.03. Формат 60 × 84<sup>1/8</sup>. Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1,25. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,79. Тираж 500 экз. Индекс 264/03. Гидрометеоиздат. 199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38.

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА ГУ „Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова“ (ГУ ГГО)

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

В. Ю. Окоренков, зав. отделом метрологии, главный специалист-метролог, канд. техн. наук

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП ВНИИМС 21 декабря 2001 г.

3 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП ВНИИМС 21 декабря 2001 г.

4 ВЗАМЕН ИГ инструкций по поверке 6ГГ2.832.031

## В.2 Обратная сторона свидетельства

### МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### Условия эксплуатации

1. Температура окружающего воздуха от +5 до +50 °С.
2. Относительная влажность воздуха не более 80 %.

#### Результаты поверки

1. Диапазон измерений от \_\_\_ до \_\_\_ гПа (\_\_\_ мм рт. ст.).
2. Предел основной допускаемой погрешности при введении поправок и соблюдении условий эксплуатации не более \_\_\_ Па.
3. Поправки шкалы:

Отметка шкалы	Поправка	Отметка шкалы	Поправка

Поверитель \_\_\_\_\_

(подпись)

(ФИО)

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена в качестве официального издания без разрешения Росгидромета (ГУ ГГО).

## Приложение Б

(рекомендуемое)

### Форма свидетельства о поверке

#### Б.1 Лицевая сторона свидетельства

(наименование министерства и организации, проводящей поверку)

#### СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ _____	Действительно до _____
	(число) (месяц) (год)
Средство измерений _____	
заводской номер _____	
принадлежащее _____	(наименование организации)
поверено по методике _____	

и на основании результатов периодической (первичной) поверки признано годным к применению.

Поверительное клеймо	
(должность руководителя подразделения)	(подпись) _____ (ФИО)
Поверитель _____	(подпись) _____ (ФИО)
" _____ "	_____ 200 ____ г.

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Операции поверки .....	1
3 Средства поверки .....	1
4 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности .....	3
5 Условия поверки и подготовка к ней .....	3
6 Проведение поверки .....	4
7 Оформление результатов поверки .....	11
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки...	12
Приложение Б (рекомендуемое) Форма свидетельства о поверке .....	14

### 1. Определение градуировочной характеристики

Показание прибора		при повышении давления		при понижении давления	
Давление по РЭ, рПа (мм рт. ст.)	Период по частотомеру, нс	Давление по РЭ, рПа (мм рт. ст.)	Период по частотомеру, нс		

### 2. Определение основной погрешности

№ п/п	Показание прибора				Основная погрешность	Вариация показаний
	при повышении Давления		при понижении Давления			
	РЭ	Барометр	РЭ	Барометр		
	$P_{\text{исп}}$ (с учетом поправки)	$P$	$P_{\text{исп}}$ (с учетом поправки)	$P$		
1 серия						
...						
...						
2 серия						
...						
...						

### 3. Поправки шкалы:

Отметка шкалы	Поправка	Отметка шкалы	Поправка

### Заключение

(годен, не годен, в последнем случае указывают причину негодности)

### Поверитель

(подпись)

(ФИО)

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

Группа Т88.4

**РЕКОМЕНДАЦИЯ**

**Форма протокола поверки**

Государственная система обеспечения единства измерений.  
Барометры эталонные переносные типа БОП-1.  
Методика поверки

МИ 2700—2001

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

№ \_\_\_\_\_

Средство измерений \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_  
(тип СИ)

принадлежащее \_\_\_\_\_  
(наименование организации)

поверено по эталонному СИ \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_.

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_

Ед. измерения \_\_\_\_\_

Вид поверки \_\_\_\_\_  
(периодическая, первичная до регулировки, после регулировки)

Место проведения поверки \_\_\_\_\_

Заключение \_\_\_\_\_  
(годен, не годен)

Поверительное клеймо \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)

**1 Область применения**

Настоящая рекомендация распространяется на эталонные переносные барометры типа БОП-1 по 6Г2.832.031 ТУ, БОП-1М по ИКЛВ.406525.001 ТУ и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал для барометров типа БОП-1, БОП-1М — не более одного года.

**2 Операции поверки**

При проведении поверки выполняются следующие операции:

- внешний осмотр (по 6.1);
- опробование (по 6.2);
- определение метрологических характеристик (по 6.3).

**3 Средства поверки**

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование средства поверки	Технические и метрологические характеристики
Рабочий эталон (РЭ) абсолютного давления типа ВЭТ 101(23)-5-93 в комплекте с вакуумной системой типа ПОСТ-1, эталонным автوماتическим генератором давления 1-го разряда типа АГД-720	Диапазон измерений давления: от 2,7 до 1300 гПа; предел допускаемой основной погрешности: не более 1,3 Па Диапазон измерений давления: от 1300 до 4000 гПа; предел допускаемой основной погрешности: не более 4,0 Па
Эталонный манометр абсолютного давления МАД-720 (в составе ВЭТ 101(23)-5-93)	Диапазон измерений давления: от 0,3 до 110 кПа; предел допускаемой основной погрешности: не более 5,5 Па, в диапазоне от 110 до 720 кПа не более 0,005 %
Термокамера высокой точности типа ТВТ-1	Диапазон задания температуры: от минус 60 °С до +100 °С; предел допускаемой основной погрешности: не более 0,5 °С
Эталонный измеритель температуры типа ИТ-2 в комплекте с платиновыми термометрами сопротивления	Диапазон измерений температуры: от минус 50 °С до +50 °С; предел допускаемой основной погрешности: не более 0,015 °С
Частотомер ЧЗ-54	Диапазон измерений: от 0,1 Гц до 100,0 МГц; погрешность опорного генератора: ±1,5 · 10 <sup>-7</sup> Гц
Секундомер СОП пр-2а-3-110 по ТУ 25-1819.0021—90	Предел измерений: 60 мин; цена деления: 0,2 с
Термогигрометр типа ИВА-6АР	Диапазон измерений относительной влажности воздуха: от 10 % до 100 %; предел допускаемой основной погрешности: не более 3 %
Переносной поверочный комплект ППК-1 или установка для создания и поддержания абсолютного давления в диапазоне	Диапазон задания абсолютного давления: от 5 до 1100 гПа; предел допускаемой погрешности: не более 10 Па

дожении А. Поправки, полученные по результатам поверки и введенные в ППЗУ барометра, записывают в формуляр барометра.  
6.3.7 При несоответствии поверяемого барометра хотя бы одному требованию настоящей методики барометр бракуют и проводят следующие операции не проводят.

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 При положительных результатах поверки в формуляре производят запись о годности барометра к применению с указанием даты поверки и удостоверения записи в установленном порядке.

7.2 Результаты периодической поверки допускаются оформлять выдачей свидетельства установленной формы (приложение В).

7.3 Барометр, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики, к выпуску и применению в качестве эталонного средства измерений не допускается, свидетельство о поверке аннулируется или вносится соответствующая запись в формуляр. На барометр выдается извещение о непригодности с указанием причин.

$P_1$  кПа..... 0,5 1 2 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110  
 $\Delta_1$  .....  $\Delta_1$   $\Delta_2$   $\Delta_3$   $\Delta_4$   $\Delta_5$   $\Delta_6$   $\Delta_7$   $\Delta_8$   $\Delta_9$   $\Delta_{10}$   $\Delta_{11}$   $\Delta_{12}$   $\Delta_{13}$   $\Delta_{14}$   $\Delta_{15}$   
 $P_1$  кПа..... 120 140 160 200 240 280  
 $\Delta_1$  .....  $\Delta_{16}$   $\Delta_{17}$   $\Delta_{18}$   $\Delta_{19}$   $\Delta_{20}$   $\Delta_{21}$

6.3.2.2 Переводят барометр в режим ввода и просмотра поправок шкалы по 6.2.3.

6.3.3.3 Вводят поочередно в барометр полученные значения поправок ( $\Delta_1, \dots, \Delta_9$  — для барометров БОП-1, БОП-1М-1;  $\Delta_1, \dots, \Delta_{15}$  — для барометра БОП-1М-2;  $\Delta_1, \dots, \Delta_{21}$  — для барометра БОП-1М-3) по следующей методике:

— нажимают кнопку „К” — в 5-м и 6-м разрядах цифрового табло должен отображаться порядковый номер вводимой поправки (цифры от 1 до 9, или от 1 до 15, или от 1 до 21 в зависимости от типа барометра);

— нажимая кнопку „<”, если поправка с плюсом, или кнопку „>”, если поправка с минусом, во 2-м и 3-м разрядах цифрового табло устанавливают значение вводимой поправки. При этом при введении отрицательной поправки в 1-м разряде должен отображаться знак „-”, при введении положительной поправки знак должен отсутствовать.

6.3.3.4 Записывают введенные поправки в ПИЗУ барометра. Для этого нажимают кнопку „ЗАП.” — в 4-м разряде цифрового табло должны последовательно отображаться цифры „1” и „2”.

6.3.4 После корректировки показаний барометра проводят повторное определение основной погрешности по 6.3.2.

При поверке проводят одну серию измерений (прямой и обратный ход) в количестве точек давления не менее 9 — для барометров БОП-1, БОП-1М-1, не менее 15 — для барометра БОП-1М-2, и не менее 21 — для барометра БОП-1М-3.

Полученные средние значения основной погрешности с обратным знаком записывают в качестве поправок шкалы в протокол (приложение А) и свидетельство о поверке (приложение Б).

6.3.5 Отсоединяют блок коррекции от барометра (для БОП-1М-1, БОП-1М-2, БОП-1М-3).

6.3.6 Результаты поверки барометра заносят в соответствующие протоколы поверки, форма которых приведена в при-

Окончание таблицы 1

Наименование средства поверки	Технические и метрологические характеристики
измерений от 5 до 1100 гПа, включающая: — ресивер; — устройство изменения давления специальное (УИДС); — вакуумный насос ЗНВР-1Д по ЦП2.969.626 ТУ; — компрессор СО-45А по ТУ 22-1773—69; — три крана-накатателя; — фильтр ФСВ-6 по ТУ 2.034.5748542.32—89	Объем: от 1 до 5 л

3.2 Допускают применение других средств поверки, которые по метрологическим характеристикам не уступают указанным в 3.1.

#### 4 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

4.1 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей, изучивших техническую документацию на средства поверки иверяемые средства и настоящую рекомендацию.

4.2 При проведении поверки соблюдают „Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей” и „Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”, утвержденные Госэнергонадзором.

#### 5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

5.1.1 Температура окружающего воздуха:  $(20 \pm 2)$  °С.

5.1.2 Относительная влажность воздуха:  $(60 \pm 20)$  %.

5.1.3 Вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу барометра, отсутствуют.

5.1.4 Создание давления в барометре осуществляются через систему фильтров, исключающих попадание в рабочую полость частиц и паров масел, воды, спирта.

5.1.5 Изменение давления — плавное, без перехода за приемое значение.

5.1.6 Штуцер поверяемого прибора находится в одной горизонтальной плоскости с уровнем измерений эталонного прибора.

5.1.7 Запрещено создавать в рабочей полости барометра абсолютное давление, превышающее 1200 гПа для ВОП-1, ВОП-1М-1, ВОП-1М-2 и 2900 гПа для ВОП-1М-3.

5.1.8 Во время поверки окна и двери в помещении закрыты, а вентиляция выключена.

5.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

5.2.1 Поверяемый барометр выдерживают в помещении для поверки не менее 4 ч.

5.2.2 Поверяемый барометр заземляют.

5.2.3 Выдерживают барометр после включения питания не менее 2 ч.

5.2.4 Проверяют термичность поверяемого барометра, соединив его с измерительной системой эталонного прибора (барометр считают термичным, если после пятиминутной выдержки под давлением, равным нижнему пределу измерений, в течение последующей одной минуты в нем наблюдаются изменения давления не более 40 Па) при объеме ресивера 5 л.

5.2.5 Снимают крышку, закрывающую кнопки коррекции.

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре устраняют соответствующие повреждения барометра следующим требованиям:

6.1.1.1 Барометр укомплектован изделиями и документами, указанными в формуляре.

6.1.1.2 Барометр не имеет дефектов, нарушающих сохранность маркировки.

погрешности ( $\pm 10$  Па). При этом, если основная погрешность в любой поверяемой точке давления превышает 0,5 предела допускаемой погрешности, проводят коррекцию шкалы барометра (корректировку показаний барометра путем введения поправок шкалы) в соответствии с 6.3.3, а если не превышает, то значения основной погрешности с обратным знаком записывают в протокол (приложение А) и свидетельство о поверке (приложение Б) в качестве поправки шкалы.

Если основная погрешность в любой поверяемой точке превышает предел допускаемой погрешности, проводят коррекцию шкалы барометра в соответствии с 6.3.3 и определение основной погрешности при граничных значениях диапазона рабочей температуры барометра  $+5$  °С и  $+50$  °С.

### 6.3.3 Коррекция шкалы барометра

Корректировку показаний проводят по результатам поверки в режиме измерения давления в гермопосадках.

6.3.3.1. Определяют поправку  $\Delta_i$  для корректируемых точек давления из числа поверенных. Для этого берут с противоположным знаком значение основной погрешности, полученной по результатам текущей поверки по 6.3.2, переводят ее в единицу измерения Паскаль и суммируют с учетом знака со старой поправкой  $\Delta_i$ , введенной в барометр по результатам последней поверки, представляющей текущей. Значения старых поправок указаны в формуляре на барометр.

Корректируемым точкам давления барометра ВОП-1, ВОП-1М-1 соответствуют следующие обозначения поправок:

$P_i$ , кПа	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
$\Delta_i$	.....	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$	$\Delta_5$	$\Delta_6$	$\Delta_7$	$\Delta_8$	$\Delta_9$

Корректируемым точкам давления барометра ВОП-1М-2 соответствуют следующие обозначения поправок:

$P_i$ , кПа	0,5	1	2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
$\Delta_i$	.....	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$	$\Delta_5$	$\Delta_6$	$\Delta_7$	$\Delta_8$	$\Delta_9$	$\Delta_{10}$	$\Delta_{11}$	$\Delta_{12}$	$\Delta_{13}$	$\Delta_{14}$	$\Delta_{15}$

Корректируемым точкам давления барометра ВОП-1М-3 соответствуют следующие обозначения поправок:



Полученную градуировочную характеристику барометра аппроксимируют по программе 6Г.0008-01, разработанной ГУ ГГО.

6.3.2 Основную погрешность барометра определяют по РЭ методом непосредственного сличения показаний поверяемого барометра с показаниями РЭ.

При этом проводят две серии измерений в рабочем диапазоне в следующих точках:

- а) 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110 кПа (225; 300; 375; 450; 525; 600; 675; 750; 825 мм рт. ст.) — для барометров БОП-1, БОП-1М-1;
- б) 0,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110 кПа (4; 37; 75; 112; 150; 225; 300; 375; 450; 525; 600; 675; 750; 825 мм рт. ст.) — для барометра БОП-1М-2;
- в) 0,5; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 140; 160; 180; 200; 240; 280 кПа (4; 37; 75; 112; 150; 225; 300; 375; 450; 525; 600; 675; 750; 825; 900; 1050; 1200; 1350; 1500; 1650; 1800; 2100 мм рт. ст.) — для барометра БОП-1М-3.

Каждую серию измерений начинают с нижнего предела диапазона в сторону увеличения давления до верхнего предела (прямой ход), затем от верхнего предела в сторону уменьшения давления до нижнего предела (обратный ход).

Максимальная вариация показаний барометра на каждой точке по результатам двух серий измерений не должна превышать  $\pm 4$  Па.

Отсчет показаний сличаемых приборов производят после выдержки под давлением на каждой точке не менее 0,5 мин с точностью до второго знака после запятой.

Для каждой точки по результатам двух серий измерений вычисляют среднее арифметическое значение давления, измеренного по барометру, и определяют основную погрешность по формуле

$$\Delta P_1 = P_{\sigma_i} - P_{\sigma_i}, \quad (4)$$

где  $P_{\sigma_i}$  — среднее арифметическое значение показаний поверяемого барометра;

$P_{\sigma_i}$  — значение давления, измеренного РЭ.

Основная погрешность барометра, представленного на периодическую поверку, не должна превышать предела допускаемой

6.1.1.3 Барометр не имеет повреждений, очагов коррозии и загрязнений, препятствующих его применению.

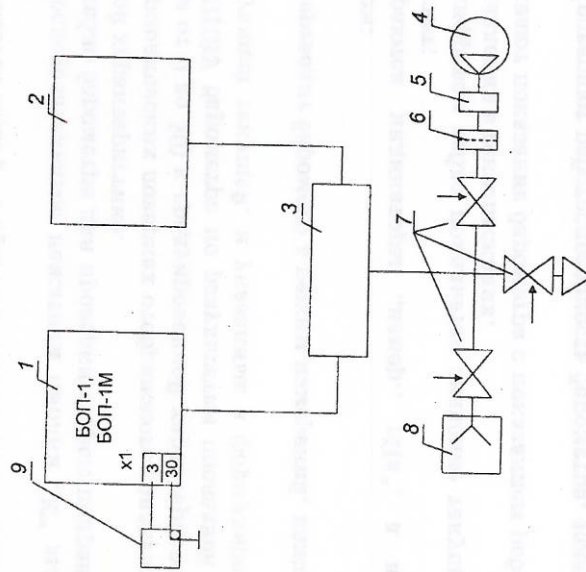
6.1.2 Барометр, представленный на периодическую поверку, должен быть укомплектован формуляром с отметкой о последней поверке или свидетельством о поверке.

## 6.2 Оборудование

6.2.1 Собирают схему согласно рисунку 1 (или подключают вакуумную систему ПОСТ-1 РЭ или ППК-1).

6.2.2 Включают барометр согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации 6Г2.832.037 ТО (для БОП-1) или ИКЛВ.406525.001 ТУ (для БОП-1М).

6.2.3 Прогревают прибор не менее 60 мин.



1 — барометр; 2 — РЭ (рабочий эталон ВЭТ 101-5-93 с автоматическим генератором абсолютного давления АДГ-720); 3 — ресивер (объем от 1 до 5 л); 4 — компрессор; 5 — фильтр; 6 — фильтр ФСВ-6.1 по ТУ 2.034.6748542.32-89; 7 — кран-нагнетатель; 8 — насос вакуумный; 9 — частотомер ЧЗ-54

Рисунок 1 — Схема подключения барометра при градуировке и поверке

6.2.4 Переводит барометр в режим ввода и просмотра поправки шкалы, нажав кнопку „РЕЖ“.

При этом:  
— загорается индикатор „корр.“, а индикаторы „измер., гПа“ гаснут;

— во 2-м и 3-м разрядах цифрового табло появляется значение поправки  $\Delta_0$  (цифры от 0 до 50, соответствующие значению поправки градуировочной характеристики в паскалях), а в 5-м разряде отображается порядковый номер этой поправки (цифра „1“). При отрицательных значениях поправки в левой части табло вывешивается знак „-“, при положительных — знак отсутствует.

6.2.5 Последовательным нажатием кнопки „К“ выводят на цифровое табло барометра для проверки старые поправки к градуировочной характеристике.

При периодических поворотах отображаются значения поправки (цифры от 0 до 50) к градуировочной характеристике, записанные в ППЗУ барометра по результатам последней поверки, предшествующей текущей, и указанные в формуляре на барометр.

6.2.6 Переводит барометр в режим измерений, нажав кнопку „РЕЖ“.

При этом:  
— загораются индикаторы „измер., гПа“, а индикатор „корр.“ гаснет;

— на цифровом табло появляется значение текущего атмосферного давления в гектопаскалях.

Сравнивают показание барометра с показанием рабочего эталона (РЭ).

6.2.7 Проверяют работоспособность барометра, задавая по РЭ абсолютное давление, соответствующее нижнему пределу измерений. При этом наблюдают изменение показаний на цифровом табло барометра в сторону уменьшения давления.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Градуировочную характеристику барометра определяют по РЭ (при первичной или послеремонтной поверке).

При этом проводят две серии измерений. Каждую серию проводят на отметках шкалы, указанных в 6.3.2.

Градуировочную характеристику барометра снимают сначала при повышении давления (прямой ход), а затем при понижении давления (обратный ход).

Отсчет показаний проводят после выдержки на каждой поверяемой отметке шкалы не менее 2 мин.

Градуировочную характеристику определяют по результатам измерений давления по РЭ и периоду выходного сигнала датчика, входящего в состав барометра, с помощью частотомера. Период выходного сигнала датчика измеряют с погрешностью не более 0,1 нс.

На каждой поверяемой отметке шкалы значение давления обратного хода и значение давления в последующих сериях не должны отличаться от значения давления прямого хода первой серии более чем на 4 Па.

По результатам прямого хода первой серии измерений вычисляют коэффициент преобразования по формуле

$$K = (T_n - T_1) / (P_n - P_1), \quad (1)$$

где  $T_n$  и  $T_1$  — значения периода выходного сигнала поверяемого барометра при измерениях давления по эталонному прибору  $P_n$  и  $P_1$  соответственно (как правило,  $P_n$  равно верхнему пределу измерений барометра, а  $P_1$  — нижнему пределу).

Вычисляют поправки к показаниям эталонного прибора для обратного хода в первой серии и прямого и обратного хода второй серии по формуле

$$\Delta P_i = P_i - P_1. \quad (2)$$

Затем вычисляют исправленные результаты измерений периода по формуле

$$T_{\text{исп.}} = T_i + \Delta T = T_i + K \Delta P_i. \quad (3)$$

Для каждой поверяемой точки вычисляют средние арифметические значения исправленных показаний сличаемых приборов сначала по результатам каждой серии, а затем по результатам двух серий измерений. Результаты заносит в протокол (приложение А).