

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ  
Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс-М»

  
ГЦИ С.А. С. Никитин  
ООО «Автопрогресс-М»  
«24» 09 2014 г.



ИЗМЕРИТЕЛИ УГЛА НАКЛОНА ZEROMATIC 2/1 и ZEROMATIC 2/2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 25-14

г. Москва  
2014 г.

Настоящая методика распространяется на измерители угла наклона ZEROMATIC 2/1 и ZEROMATIC 2/2 (далее – измерители) в качестве рабочего средства измерений.

Интервал между периодическими поверками - 1 год.

## 1. Операции поверки

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

Таблица 1

№ п/п	Наименование этапа поверки	Номер пункта документа по поверке
1	Внешний осмотр	6.1
2	Определение метрологических характеристик. Проверка диапазона измерений, линейности градуировочной характеристики и пределов допускаемой основной погрешности измерений углов наклона	6.2

1.2. Операции поверки проводятся метрологическими службами, аккредитованными в установленном порядке.

1.3. Поверка измерителя прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, измеритель признается непригодным к дальнейшему применению и на него выписывается извещение о непригодности.

## 2. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.4.1	Экзампатор эталонный 1-го разряда М-055 (Госреестр № 47965-11), диапазон измерений $\pm 600''$ , погрешность $(0,12+2 \times a \times 10^{-4})''$ (где а измеренное значение в секундах) Плоскопараллельные концевые меры длины разряд 2 по ГОСТ 9038-90

Примечание – Вместо указанных в таблице средств измерений разрешается применять другие с аналогичными характеристиками.

## 3. Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений при поверке и к обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя и изучившие устройство и принцип работы измерителей по эксплуатационной документации на них.

## 4. Условия проведения поверки

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

температура окружающей среды, °С	20±5;
относительная влажность воздуха, %, не более	70±20;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	86,0 ÷ 106,7 (630 ÷ 800).

4.2. Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать, либо находиться в пределах, не влияющих на работу измерителей.

## 5. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- 5.1. Проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- 5.2. Измерители и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- 5.3. Измерители и средства поверки должны быть выдержаны в испытательном помещении не менее 1 часа.

## 6. Проведение поверки

### 6.1. Внешний осмотр.

Проверку проводить визуально.

Измерители считаются выдержавшими поверку, если при осмотре на внешних поверхностях корпусов измерителей, включая опорные винты, не замечено наличия вмятин, забоин, сколов, деформаций.

### 6.2. Определение метрологических характеристик.

Проверка диапазонов измерений, линейности градуировочной характеристики и пределов допускаемой основной погрешности измерений углов наклона.

6.2.1. Блок-схема поверки измерителей представлена на рис. 1.

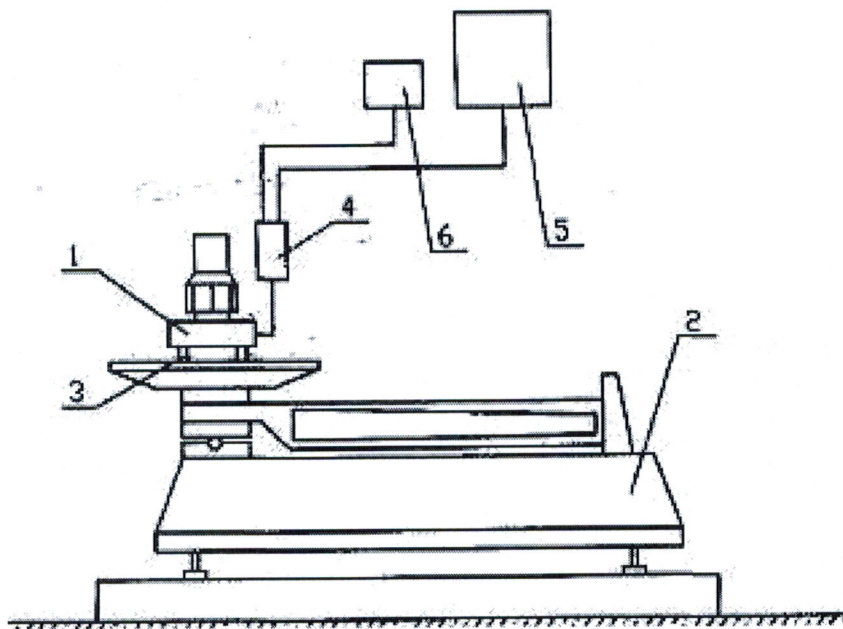


Рис. 1 Блок-схема поверки измерителей угла наклона ZEROMATIC 2/1 и ZEROMATIC 2/2

(1 - измеритель ZEROMATIC 2/1 или ZEROMATIC 2/2; 2 - Экзаменатор; 3. - крепежные винты измерителя; 4 и 6 - контроллер BlueMETER и соединительные кабели; 5 - регистрирующее устройство (персональный компьютер)

6.2.1.2. Установить измеритель (1) на столе экзаменатора (2) таким образом, чтобы измерительная ось измерителя ZEROMATIC 2/1 или одна из измерительных осей измерителя ZEROMATIC 2/2 были расположены вдоль измерительной оси (стола или рычага) экзаменатора.

6.2.1.3. Подсоединить с помощью кабелей и разъемов поверяемый измеритель к контроллеру BlueMETER. Маркировка присоединительных проводников или контактов разъема приведена в руководстве по эксплуатации на поверяемый измеритель.

6.2.1.4. Подсоединить регистрирующее устройство (персональный компьютер) к контроллеру BlueMETER. Маркировка присоединительных проводников или контактов разъема приведена в руководстве по эксплуатации на поверяемый измеритель. Контроллер BlueMETER подключить к сети.

6.2.1.5. На приборы, питающиеся от внешней сети, подать напряжение питания.

6.2.1.6. Вывести рычаг экзаменатора в середину рабочего диапазона (положение 0).

6.2.1.7. Перевести экзаменатор в ручной режим работы.

6.2.1.8. Проверить горизонтальность установки компонентов поверочной цепи: стол экзаменатора - поверяемый измеритель. В случае горизонтальности на показывающем устройстве персонального компьютера поверяемого измерителя значение выходного сигнала не должно превышать величин  $(0,000 \pm 4,850)$  мкм/м (1"). В случае необходимости стол экзаменатора привести в нулевое положение перемещением рычага, а универсальное цифровое устройство экзаменатора (УЦИ) необходимо обнулить.

6.2.2. Определение градуировочных характеристик измерителей.

6.2.2.1. Определение градуировочных характеристик для измерителей ZEROMATIC 2/1 следует для выполнения в следующем порядке:

- произвести последовательное наклонение стола экзаменатора с установленным измерителем на углы соответствующие диапазону поверяемого измерителя. Наклон должен осуществляться ступенями в соответствии с данными таблицы 3, в которой приведены величины углов установки стола экзаменатора.

Таблица 3.

Углы установки стола экзаменатора, $x''$
$x=3600; 2000; 600; 100; 10; 0,0; -10; -100; -600; -2000; -3600$

Углы необходимо задавать в следующей последовательности. Установить под опору стола экзаменатора набор концевых мер длины, размер которого, соответствует подъему стола на угол равный  $3600''$ . Далее установка стола экзаменатора на требуемый угол  $x$  в соответствии с таблицей 3 осуществляется с помощью наборов концевых мер длины требуемого для каждого угла размером. В протокол поверки заносятся соответствующие показания со шкалы персонального компьютера измерителя  $y_{i,k}$ , где:  $i$  – номер градуировки, а  $k$  – номер ступени. Совокупность значений  $y_{i,k} = F(x)$  при фиксированном значении  $i$  представляет собой прямую ветвь градуировочной кривой;

- после достижения максимального отрицательного значения угла произвести установку стола экзаменатора с датчиком на углы в соответствии с данными таблицы 3 в порядке их увеличения до максимального значения положительного угла. Занести соответствующие показания со шкалы вольтметра  $y_{i,k}$  в протокол. В этом случае, совокупность значений  $y_{i,k} = F(x)$  при фиксированном значении  $i$  представляет собой обратную ветвь градуировочной кривой;
- прямая ветвь градуировочной кривой снимается в результате прямого хода градуировки измерителя, обратная - в результате обратного хода градуировки измерителя. Один прямой ход и один следующий за ним обратный ход градуировки составляют одну градуировку измерителя. В ходе эксперимента необходимо произвести десять градуировок измерителя, изменяя наклон стола экзаменатора.

6.2.2.2. Определение градуировочных характеристик для измерителей ZEROMATIC 2/2. Поверку проводить в следующей последовательности:

- выполнить все операции по пункту 6.2.2.1 настоящей методики поверки для оси X;
- снять измеритель со стола экзаменатора;
- развернуть корпус измерителя на  $90^\circ$  относительно первоначальной установки и повторить все измерения пункту 6.2.2.1 настоящей методики поверки для второй оси Y измерителя.

6.2.3. Обработка результатов измерений и определение погрешности измерителей.

Определение погрешностей измерителей производится в процессе обработки результатов измерений в следующем порядке:

- определяют индивидуальную функцию преобразования и цену единицы наименьшего разряда измерителя;
- определяют систематическую составляющую основной погрешности измерителя на каждой ступени;
- определяют СКО случайной составляющей погрешности измерителя на каждой ступени;
- определяют составляющие основной погрешности измерителя в диапазоне измерений.

6.2.3.1. Индивидуальную функцию преобразования измерителя определяют как обратную функцию, аппроксимируя ее полиномом 1-ой степени.

$$x = b + \mu \cdot y$$

Где:  $x$  - значение величины на входе измерителя, определенное по значению величины на его выходе с помощью обратной функции преобразования;  
 $b$  - смещение нуля индивидуальной функции преобразования;  
 $\mu$  - цена единицы наименьшего разряда измерителя;  
 $y$  - значение величины на выходе измерителя.

Параметры полинома находят методом наименьших квадратов. Их вычисляют следующим образом:

а) вычислить среднее значение результатов наблюдений в группах наблюдений  $k$ -ых ступеней;

где:  $n'_k$  и  $n''_k$  количество наблюдений, оставшихся после исключения грубых промахов;

$$\bar{y}'_k = \frac{1}{n'_k} \sum_{i=1}^{n'_k} y'_{ik} \quad (2)$$

$$\bar{y}''_k = \frac{1}{n''_k} \sum_{i=1}^{n''_k} y''_{ik} \quad (3)$$

б) вычислить среднее значения результатов наблюдений на  $k$  - тых ступенях

$$\bar{y}_k = \frac{\bar{y}'_k + \bar{y}''_k}{2} \quad (4)$$

в) вычислить значение коэффициентов полинома

$$\mu = \frac{\sum_{k=1}^N (x_k \cdot \bar{y}_k) - \frac{1}{N} (\sum_{k=1}^N x_k) \cdot (\sum_{k=1}^N \bar{y}_k)}{\sum_{k=1}^N y_k^2 - \frac{1}{N} (\sum_{k=1}^N \bar{y}_k)^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{1}{N} (\sum_{k=1}^N x_k - \mu \cdot \sum_{k=1}^N \bar{y}_k) \quad (6)$$

где  $x_k$  - значение углов, задаваемых на датчик с углоизмерительного образцового средства измерений на  $k$  - той ступени;

$N = 10$ .

6.2.3.2. Систематическую составляющую основной погрешности измерителя на  $k$  - той ступени вычисляют по формулам:

$$\Delta_k^{очн} = (b - \mu \cdot \bar{y}_k) - x_k \quad (7)$$

$$\sigma_k^{очн} = \frac{\Delta_k^{очн}}{x_k} \cdot 100\% \quad (8)$$

6.2.3.3. СКО случайной составляющей основной абсолютной и относительной погрешностей измерителя на к-той ступени вычисляют по формулам:

$$Q[\Delta_k^{очн}] = \frac{\mu \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{n_k} (\bar{y}'_{ik} - \bar{y}'_k)^2 + \sum_{i=1}^{n_k''} (\bar{y}''_{ik} - \bar{y}''_k)^2}}{n'_k + n''_k} \quad (9)$$

$$Q[\sigma_k^{очн}] = \frac{Q[\Delta_k^{очн}]}{x_k} \quad (10)$$

6.2.3.4. В качестве составляющей основной погрешности измерителя в диапазоне измерений (их обозначают без индекса «к») выбирают наибольшее значение на к-тых ступенях.

6.2.3.5. Результаты вычислений по п. 6.2.3 и 6.2.4 заносят в таблицу (Приложение 1).

Результаты поверки считаются положительными, если пределы допускаемой погрешности измерений угла наклона не превышают величин  $\pm(0,5 \times 0,05\% \times \varphi_{\max}^*)''$ , во всем рабочем диапазоне, где  $\varphi_{\max}$  – максимальное значение диапазона измеряемой величины.

## 8. Оформление результатов поверки

8.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде таблицы результатов поверки, приведенной в таблице 1 приложения к настоящей методики поверки.

8.2. При положительных результатах поверки измерители признаются годными к применению и на них выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик.

8.3. При отрицательных результатах поверки измерители признаются непригодными к применению и на них выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер ГЦИ СИ  
ООО «Автопрогресс-М»



Исаев Е.В.

