

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ**

---

**Государственная система обеспечения единства  
измерений**

**ТЕОДОЛИТЫ И ДРУГИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ  
УГЛОМЕРНЫЕ ПРИБОРЫ**

**Методика поверки**

Издание официальное

**Предисловие**

**1 РАЗРАБОТАНЫ** Федеральным государственным унитарным предприятием «Сибирский государственный Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП СНИИМ) Госстандарта России и Сибирской государственной геодезической академией (СГГА) Министерства образования России

**ВНЕСЕНЫ** Научно-техническим управлением Госстандарта России

**2 ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Госстандарта России от 11 марта 2002 г. № 90-ст

**3** При разработке настоящих рекомендаций использован патент на изобретение 2116626 RU МКИ 6G 01 D 18/00 № 95108631/28. Заяв. 26.05.95. Оpubл. 27.07.98

**4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ**

## Содержание

1 Область применения . . . . .	1
2 Нормативные ссылки . . . . .	1
3 Операции и средства поверки . . . . .	2
4 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности . . . . .	2
5 Условия поверки и подготовка к ней . . . . .	3
6 Проведение поверки . . . . .	3
6.1 Внешний осмотр . . . . .	3
6.2 Опробование . . . . .	3
6.3 Определение метрологических характеристик . . . . .	3
6.4 Обработка результатов измерений при определении метрологических характеристик . . . . .	6
7 Оформление результатов поверки . . . . .	8
Приложение А Эталонная установка ЭУ-1 . . . . .	8
Приложение Б Классификация геодезических угломерных приборов . . . . .	10
Приложение В Библиография . . . . .	11

Государственная система обеспечения единства измерений

**ТЕОДОЛИТЫ И ДРУГИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ УГЛОМЕРНЫЕ ПРИБОРЫ****Методика поверки**

---

Дата введения 2002—12—01

**1 Область применения**

Настоящие рекомендации устанавливают методы и средства первичной и периодической поверок теодолитов по ГОСТ 10529 и других геодезических угломерных приборов [тахеометров, геодинетров, астроуниверсалов и др. (ГУП)] отечественного и зарубежного производства, соответствующих указанным рекомендациям в части определения погрешности ГУП при измерении горизонтальных и вертикальных углов.

Настоящие рекомендации предусматривают использование устройства для аттестации системы измерения вертикальных углов теодолита по [1].

Методы измерений, отличные от указанных в настоящих рекомендациях, в том числе — полевые, нашедшие применение в метрологической практике [2], [3], [4], не могут быть использованы.

Межповерочный интервал — не более одного года.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.050—73 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений

ГОСТ 12.1.040—83 Система стандартов безопасности труда. Лазерная безопасность. Общие положения

ГОСТ 577—68 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 1012—72 Бензины авиационные. Технические условия

ГОСТ 2875—88 Меры плоского угла призматические. Общие технические условия

ГОСТ 10197—70 Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия

ГОСТ 10529—96 Теодолиты. Общие технические условия

ГОСТ 18300—87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия

Р 50.2.023—2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Нивелиры. Методика поверки

### 3 Операции и средства поверки

3.1 Операции и средства поверки должны соответствовать указанным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящих рекомендаций	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
Внешний осмотр	6.1	—	Да	Да
Опробование	6.2	—	Да	Да
Проверка установки и юстировки установочных уровней	6.2.2	—	Да	Да
	6.2.3	—	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	6.3	—	—	—
определение погрешности ГУП при измерении:	6.3.1	Эталонная установка ЭУ-1 (приложение А) Штатив ШМ по ГОСТ 10197 Индикатор по ГОСТ 577 Уровень с ЦД 1' (из комплекта автоколлиматора)	Да	Да
горизонтальных углов			Да	Да
вертикальных углов	6.3.2	Эталонная установка ЭУ-1 (приложение А) Штатив ШМ по ГОСТ 10197 Индикатор по ГОСТ 577 Плоская стеклянная пластина ПИ-60 [5]	Да	Нет
проверка нулевого показания ГУП при горизонтальном положении зрительной трубы	6.3.3	Эталонный компаратор для поверки нивелиров ЭКПН по Р 50.2.023, приложение А		
Обработка результатов определения метрологических характеристик:	6.4	—		
определение средней квадратической погрешности (СКП) измерений:	6.4.1	—	Да	Да
горизонтальных углов			Да	Да
вертикальных углов	6.4.2	—	Да	Да
Определение СКП наведения	6.4.3	—	Да	Да
Определение общей СКП	6.4.4	—	Да	Да

Примечание — Допускается применять другие средства поверки, имеющие свидетельства о поверке и обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

### 4 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

4.1 К проведению поверки допускают лиц, имеющих опыт работы с оптическими приборами не менее трех лет и аттестованных в определенном в [6] порядке.

4.2 При поверке соблюдают правила техники безопасности при работе с оптическими и электронными приборами в соответствии с эксплуатационными документами, а также:

- правила по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ [7];

- правила по технике безопасности при работе с радиоэлектронной аппаратурой [8];
- требования ГОСТ 12.1.040.

4.3 Узлы ГУП промывают бензином или спиртом в специально приспособленном помещении с вытяжной вентиляцией, в котором предусмотрены знаки, запрещающие пользоваться открытым огнем, курить и применять электронагревательные приборы.

4.4 Процесс проведения поверки не наносит вред здоровью поверителей и окружающей среде.

## 5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 8.050, а также следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С .....  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % .....  $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) .....  $100 \pm 5 (760 \pm 35)$ ;
- скорость изменения температуры окружающего воздуха в 1 ч, °С, не более ..... 0,5.

5.2 Электропитание должно осуществляться от сети переменного тока напряжением  $(220^{+22}_{-33})$  В и частотой  $(50 \pm 1)$  Гц.

5.3 Перед поверкой ГУП выдерживают в упаковке в рабочем помещении не менее 2 ч.

5.4 Во время поверки движение воздуха в помещении не допускают.

5.5 Детали ГУП и приспособлений очищают, при необходимости, от смазки с использованием авиационного бензина по ГОСТ 1012 и протирают чистой салфеткой. Наружные части объективов, окуляров оптических приборов и рабочих поверхностей многогранной призмы и угловой меры протирают ватным тампоном, смоченным в спирте-ректификате «Экстра» по ГОСТ 18300, предварительно смахнув с них пыль кисточкой. Нельзя протирать оптические детали сухим тампоном. Зеркала чистят с особой осторожностью, так как отражающий слой нанесен на наружной поверхности. Запрещается прикасаться руками или сухим протирочным материалом к отражающим поверхностям зеркал.

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность ГУП, целостность оптических узлов, чистоту окуляров, объективов, экранов, отсутствие явных повреждений деталей и узлов.

### 6.2 Опробование

6.2.1 При опробовании проверяют работу всех микровинтов, регулировочных винтов, включение подсветки, качество изображения штрихов в поле зрения или изображения на экране.

6.2.2 При проверке установки и юстировки установочного и цилиндрического уровней ГУП устанавливают на жесткое основание. Уровень устанавливают параллельно двум подъемным винтам подставки и, вращая их в противоположных направлениях, приводят пузырек уровня на середину. Затем поворачивают алидаду горизонтального круга на  $180^\circ$ . Пузырек уровня при этом не должен отклоняться от среднего положения. В противном случае половину отклонения устраняют юстировочными винтами уровня, другую половину — подъемными винтами ГУП, а затем повторяют установку и юстировку. Установку и юстировку проводят до тех пор, пока пузырек уровня не будет отклоняться более чем на 0,5 деления.

Проверяют и юстируют уровни, расположенные под углом  $90^\circ$ , поочередно.

6.2.3 Круглый уровень (при наличии) юстируют собственными исправительными винтами после точной установки ГУП по выверенному цилиндрическому уровню.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение погрешности ГУП при измерении горизонтальных углов

6.3.1.1 Левый круг ГУП условно принято обозначать «Круг Л». Погрешность ГУП определяют сравнением углов поворота алидады с углами многогранной призмы на эталонной установке ЭУ-1. Пределы допускаемых погрешностей ГУП и характеристики применяемых средств поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2

Поверяемый ГУП						Средство поверки				
Группа и тип ГУП (приложение Б)	Предел допускаемой погрешности ГУП при измерении горизонтальных углов, ... ", при поверке				Границы допускае- мой СКП [ $\Delta_{\text{ср}}$ ],...	Многогранная призма по ГОСТ 2875			Автоколлиматор	
	первичной		периодической			Число граней, не менее	Класс	Погреш- ность, ... "	Тип	Погреш- ность, ... "
	[ $\Delta_r$ ] (круг Л)	[ $\Delta_r$ ] {(Л+П)/2}	[ $\Delta_r$ ] (круг Л)	[ $\Delta_r$ ] {(Л+П)/2}						
Высокоточ- ный Т02	3	2	4,5	3	0,7	24	0	0,15	АКФ, АКУ-02	0,15
Высокоточ- ный Т1	4,5	3	6	4	1	24	0	0,3	АКФ, АКУ-02	0,3
Точный Т2	6	4	9	6	2	18	0	0,3	АКУ-02	0,3
Точный Т5	25	8	30	10	5	12	0	0,3	АКУ-05	0,3
Техничес- кий Т15	40	15	50	17	15	8	1	1	АКУ-05	1
Техничес- кий Т30	50	17	60	20	30	6	2	3	АКУ-1	3
Техничес- кий Т60	60	20	80	25	60	6	2	3	АКУ-1	3

Поверяемый ГУП устанавливают на основании ЭУ-1, предварительно установленном по уровню. Используя собственные уровни, ГУП приводят в нормальное положение, на алидаду устанавливают приспособление со столиком (далее — приспособление) для многогранной призмы (рисунок А.1). Затем на столик устанавливают многогранную призму (далее — призма) и юстировочными винтами, используя индикатор, призму юстируют таким образом, чтобы ее торцевое и радиальное биение не превышало 0,1 мм. На основании устанавливают автоколлиматор (АК) таким образом, чтобы его оптическая ось пересекалась с вертикальной осью поверяемого ГУП, а по высоте находилась приблизительно по центру грани призмы (рисунок А.2). Торец трубы АК должен быть расположен на незначительном расстоянии от призмы (350—400 мм). Затем по АК выверяют параллельность оси призмы и оси вращения алидады ГУП и перпендикулярность их к оси АК.

Совместную юстировку призмы и АК проводят следующим образом. Вращением алидады подводят в поле зрения автоколлимационное изображение марки (далее — АК-марка) от любой грани, затем в вертикальном направлении регулировкой АК устанавливают АК-марку по среднему делению шкалы (или центра биссектора), после этого подводят АК-марку от противоположной грани призмы. Одну половину расхождения положения по вертикали устраняют регулировкой столика, другую — регулировкой АК. Затем поворачивают алидаду на 90° и наклоном призмы добиваются совмещения АК-марки со средним делением шкалы. В первоначальном положении призмы проверяют совпадение изображений по вертикали. Расхождение не должно превышать видимой двойной ширины элемента АК-марки.

Устанавливают первую грань призмы против автоколлиматора и винтом точной наводки ГУП совмещают АК-марки с любым штрихом шкалы АК. Устанавливают лимб на отметку «0°» (сбрасывают нуль по отсчетному устройству, например тахеометра Та-3М). Регистрируют показание по шкале АК. Эту операцию проводят трижды. Расхождения не должны превышать  $[\Delta_r]$  (таблица 2). Усредненное значение из трех показаний принимают за первый отсчет  $a_{\text{нр}}$  и вносят в протокол. Далее поворачивают алидаду на угловой шаг призмы, совмещают изображения штрихов ГУП и аналогично вышеизложенному регистрируют отсчеты по АК.

Аналогичную операцию проводят для всех углов призмы и во втором прямом направлении ( $a_{2пр}$ ). Из результатов измерений  $a_{1пр}$  и  $a_{2пр}$  вычисляют средние значения  $a_{ср}$ . Разность между двумя любыми значениями сравнивают с соответствующими углами призмы из свидетельства о ее поверке и по полученным отклонениям судят о погрешности на участках ГУП (круг Л). Определяют накопленную погрешность  $\Delta_r$  для любого угла лимба и отмечают экстремальные значения  $\Delta_{max}$  и  $\Delta_{min}$ .

**Примечание** — При снятии показаний маховички отсчетных устройств АК и ГУП необходимо вращать в одном направлении.

Для высокоточных ГУП проводят дополнительную серию измерений, сместив на угловой шаг призму или лимб.

Одновременно определяют разность показаний ГУП при двух оборотах вращения; это разность между  $a_{1пр}$  и  $a_{2пр}$ , которая не должна превышать  $0,5[\Delta_r]$  (таблица 2).

#### Примечания

1 Допускается использование призм с меньшим числом граней с проведением двух дополнительных серий измерений, каждая из которых различается смещением призм на  $3^\circ$ .

2 Допускается отсчеты регистрировать по отсчетному устройству ГУП, в этом случае число совмещений штрихов по ГУП должно быть не менее 10 при каждом наведении автоколлиматором.

Значение максимальной погрешности ГУП при измерении горизонтальных углов  $\Delta_M$  (круг Л) не должно превышать значений  $[\Delta_r]$  (круг Л), указанных в таблице 2.

6.3.1.2 Правый круг ГУП условно принято обозначать «Круг П». Снимают призму, приспособление, переводят через зенит зрительную трубу. Снова устанавливают приспособление и призму, причем при положении первой грани призмы против автоколлиматора отсчет по теодолиту (тахеометру) должен быть  $180^\circ$ . Проводят операции по 6.3.1 и определяют  $\Delta_r$  (круг П).

Значение максимальной погрешности ГУП при круге П  $\Delta_M$  не должно превышать значений  $[\Delta_r]$  (круг Л), указанных в таблице 2. Полученные данные вносят в протокол.

6.3.1.3  $(Л+П)/2$ . Для определения погрешности ГУП при измерении горизонтальных углов  $\Delta_r\{(Л+П)/2\}$  усредняют соответствующие значения, полученные при кругах Л и П по 6.3.1.1 и 6.3.1.2. Значение максимальной погрешности ГУП  $\Delta_M$  не должно превышать значений  $[\Delta_r]\{(Л+П)/2\}$ , указанных в таблице 2.

#### 6.3.2 Определение погрешности ГУП при измерении вертикальных углов

6.3.2.1 Круг Л. Погрешность ГУП определяют на эталонной установке ЭУ-1 сравнением показаний ГУП с углами угловой специальной меры (далее — мера). Меру в приспособлении устанавливают на зрительной трубе ГУП так, чтобы ее геометрический центр максимально возможно совпал с осью вертикального лимба (рисунк А.3).

АК с диагональным зеркалом устанавливают на основании таким образом, чтобы ось пучка света, отраженного от диагонального зеркала, была параллельна вертикальной оси ГУП, для чего используют плоскопараллельную пластину ПИ-60. Устанавливают ГУП с приспособлением на основании и юстируют его положение по собственным уровням. Затем закрепляют алидаду и юстировочными винтами приспособления, микровинтами алидады проводят юстировку до получения АК-изображений от всех граней призмы на одном уровне (расхождения не должны превышать двойной цены деления минутной шкалы АК).

Измерения проводят следующим образом. Наклоном трубы с мерой вводят АК-изображение от первой грани меры в поле зрения АК, фиксируют показание по отсчетному устройству ГУП и регистрируют отсчет по АК. Эту операцию проводят трижды, и усредненное значение принимают за первый отсчет. Последовательно наклоняют трубу ГУП на угловой шаг меры и регистрируют отсчеты по АК (прямой ход), затем проводят аналогичные измерения в обратном порядке (обратный ход). Отсчеты, полученные от каждой грани при прямом и обратном ходе, усредняют и приводят к отсчету от первой грани. Полученные результаты сравнивают с отклонениями меры и по расхождениям результатов судят о погрешности измерения любого угла вертикальным лимбом ГУП (круг Л).

Значение максимальной погрешности ГУП  $\Delta_M$  (круг Л) не должно превышать значений  $[\Delta_r]$  (круг Л), указанных в таблице 3.



Таблица 3 — Погрешность измерений вертикальных углов  $\Delta$ 

Поверяемый ГУП						Средство поверки	
Группа и тип ГУП (приложение Б)	Предел допускаемой погрешности ГУП при измерении вертикальных углов, ... ", при поверке				Границы допускае- мой СКП [Δ <sub>в</sub> ],...	Угловая специальная мера по ГОСТ 2875	
	первичной		периодической			Число граней, не менее	Погрешность аттестации, ... "
	[Δ <sub>в</sub> ] (круг Л)	[Δ <sub>в</sub> ] {(Л+П)/2}	[Δ <sub>в</sub> ] (круг Л)	[Δ <sub>в</sub> ] {(Л+П)/2}			
Высокоточ- ный Т02	4	1,5	6	2	1	5	0,15
Высокоточ- ный Т1	10	3	15	4	1,2	5	0,3
Точный Т2	15	4	20	6	2,5	5	0,3
Точный Т5	20	8	25	10	8	5	0,3
Техничес- кий Т15	25	10	30	15	25	5	1
Техничес- кий Т30	30	15	40	20	45	5	3
Техничес- кий Т60	40	20	60	30	90	5	3

6.3.2.2 Круг П. Снимают приспособление, переводят через зенит зрительную трубу. Устанавливают приспособление и проводят операции по 6.3.2.1.

Значение максимальной погрешности ГУП при круге П  $\Delta_M$  не должно превышать значений  $[\Delta_B]$  (круг Л), указанных в таблице 3.

6.3.2.3  $(Л+П)/2$ . Для определения погрешности ГУП при измерении вертикальных углов  $\Delta_B\{(Л+П)/2\}$  усредняют значения погрешностей, полученных при кругах Л и П по 6.3.2.1 и 6.3.2.2. Значение максимальной погрешности ГУП  $\Delta_M$  не должно превышать значений  $[\Delta_B]\{(Л+П)/2\}$ , указанных в таблице 3.

6.3.3 Нулевое показание ГУП при горизонтальном положении зрительной трубы проверяют на эталонном компараторе для поверки нивелиров ЭКПН. Измерения проводят аналогично измерениям при определении угла  $i$  нивелира как для круга Л, так и для круга П. Усредненное значение отклонения от нулевого показания  $\theta\{(Л+П)/2\}$  не должно превышать значений  $[\Delta_B]\{(Л+П)/2\}$ , указанных в таблице 3.

#### 6.4 Обработка результатов измерений при определении метрологических характеристик

##### 6.4.1 Определение СКП измерений горизонтальных углов

СКП измерений горизонтальных углов определяют по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-1}}, \quad (1)$$

где  $S = S_{(r)}$  — СКП измерений горизонтальных углов;

$V_i = V_{i(r)}$  — отклонение от среднего значения показаний (отсчета) для горизонтального лимба по 6.3.1;

$n$  — число измерений.

Доверительные границы случайной погрешности определяют по формуле

$$\Delta = t_p S, \quad (2)$$

где  $\Delta = \Delta_{(r)}$  — доверительные границы случайной погрешности измерений горизонтальных углов;  
 $t_p$  — коэффициент Стьюдента, равный 2,74 при  $P = 0,95$ ,  $n = 10$ ;  
 $S = S_{(r)}$ .

Значение  $\Delta_{(r)}$  не должно превышать значений  $[\Delta_{(r)}]$ , указанных в таблице 2.

#### 6.4.2 Определение СКП измерений вертикальных углов

СКП измерений вертикальных углов  $S_v$  определяют по формуле (1), где  $V_i = V_{i(v)}$  — отклонение от среднего значения показаний (отсчета) для вертикального лимба по 6.3.2.

Доверительные границы случайной погрешности определяют по формуле (2),

где  $S = S_{(v)}$ ;

$\Delta = \Delta_{(v)}$ .

Значение  $\Delta_{(v)}$  не должно превышать значений  $[\Delta_{(v)}]$ , указанных в таблице 3.

#### 6.4.3 СКП наведения $S_{(n)}$ определяют по формуле (1),

где  $S = S_{(n)}$ ;

$V_i = V_{i(n)}$  — отклонение от среднего значения отсчета по АК при 10 наведениях зрительной трубой на объект.

Доверительные границы случайной погрешности определяют по формуле (2),

где  $S = S_{(n)}$ ;

$\Delta = \Delta_{(n)}$ .

Значение  $\Delta_{(n)}$  не должно превышать значений  $[\Delta_{(n)}]$ , указанных в таблице 2.

#### 6.4.4 Общую СКП измерений $S_{\Sigma}$ определяют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{(r)}^2 + S_{(v)}^2 + S_{(n)}^2}, \quad (3)$$

где  $S_{(r)}$ ;  $S_{(v)}$ ;  $S_{(n)}$  — вычисленные значения по 6.4.1; 6.4.2; 6.4.3 соответственно.

Доверительные границы случайной погрешности определяют по формуле (2),

где  $S = S_{\Sigma}$ ;

$\Delta = \Delta_{\Sigma}$ .

Значение  $\Delta_{\Sigma}$  не должно превышать значений  $[\Delta_{(v)}]$ , указанных в таблице 3.

6.4.5 Пример обработки результатов измерений при определении метрологических характеристик ГУП приведен в таблице 4.

Таблица 4

Номер грани призмы	Установка углов по ГУП	Отсчет по АК			$a_{кр} + (i-1)v$	$A_{(i+1)кр} - A_{кр}$	Углы призм	$B_i - C_i$	Круг Л $\sum_{i=1}^n y_i$	Круг П $\sum_{i=1}^n y_i$	$(Л+П)/2$ ( $\Delta_r$ (круг Л) + $\Delta_r$ (круг П))/2
		$a_{1л пр}$	$a_{2л пр}$	$a_{1сп}$	$A_{1сп}$	$B_i$	$C_i$	$y_i$	$\Delta_r$ (круг Л)	$\Delta_r$ (круг П)	$\Delta_r[(Л+П)/2]$
1	0°30'	31"	29"	30"	30"	4"	1"	3"	0"	0"	0"
2	60°30'	36"	34"	35"	34"	-16"	-1"	-15"	3"*	-2"*	0,5"
3	120°30'	21"	19"	20"	18"	4"	5"	-1"	-12"	14"	1"
4	180°30'	26"	24"	25"	22"	14"	-2"	16"	-13"*	3"	-5"*
5	240°30'	41"	39"	40"	36"	-16"	-5"	-11"	3"	11"	7"*
6	300°30'	24"	26"	25"	20"	10"	2"	8"	-8"	15"*	3,5"
1	0°30'	35"	37"	36"	30"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
									$\Delta_M = 16''$	$\Delta_M = 17''$	$\Delta_M = 12''$
<p>Примечание — Коэффициент <math>v = [a_{1сп} - a_{(n+1)сп}]/n = -1</math>; <math>A_{кр} = a_{кр} + v*(i-1)</math>; <math>B_i = A_{(i+1)сп} - A_{кр}</math>;  <math>C_i</math> — действительное значение углового отклонения между гранями призмы; <math>y_i</math> — погрешность на участках лимба; <math>\Delta_r</math>(круг Л) — погрешность ГУП при измерении горизонтальных углов (круг Л); знаком * отмечены экстремальные значения погрешности ГУП; <math>\Delta_M = (\Delta_{max} - \Delta_{min})</math> — значение максимальной погрешности ГУП.</p>											

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с [9]. В свидетельство о поверке вносят максимальные значения погрешности ГУП при измерении горизонтальных и вертикальных углов  $\Delta_M$  (круг Л);  $\Delta_M((L+P)/2)$ ; а также  $\Delta_\Sigma$  и  $\theta$ .

7.2 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с [9]. При этом ГУП к дальнейшей эксплуатации не допускают.

### ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

#### Эталонная установка ЭУ-1

Эталонная установка ЭУ-1 для определения погрешности измерения горизонтальных и вертикальных углов ГУП (разработчики — ФГУП СНИИМ; СГГА) включает в себя устройство для аттестации системы измерения горизонтальных углов теодолита и устройство для аттестации системы измерения вертикальных углов теодолита [1].

Диапазон измерений в горизонтальной плоскости составляет  $0 - 360^\circ$ , в вертикальной плоскости —  $\pm 60^\circ$ . Погрешность аттестации при использовании АК и многогранных угловых мер — рабочих эталонов 1-го разряда в горизонтальной плоскости не превышает  $0,4''$ , в вертикальной —  $0,5''$ .

Погрешность измерений на устройстве для аттестации системы измерения горизонтальных углов теодолита (ГУП) определяют следующим образом (рисунок А.1).

На приспособлении 4 соответствующего типоразмера, которое закрепляют через прокладку 5 на алидаде ГУП 6, устанавливают столик 3 таким образом, чтобы центр последнего совпадал с осью вращения алидады.

На столике устанавливают и закрепляют призму 1. На основании 7 (например, станине оптической делительной головки), где размещено ГУП, устанавливают АК 2 со стойкой так, чтобы его оптическая ось была на уровне середины грани призмы и по центру ее вращения, для чего используют пробку со штырем и экран (рисунок А.2). Поворотом АК добиваются симметричного расположения изображения пробки относительно светового пятна. Используя юстировочные винты АК и предметного столика, добиваются параллельности оси призмы и оси вращения алидады ГУП и перпендикулярности их к оси АК.

Сравнивая углы поворота алидады с известными углами призмы, определяют погрешность измерений горизонтальных углов ГУП.

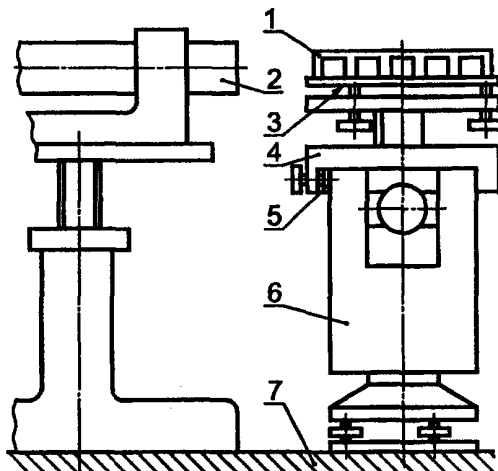
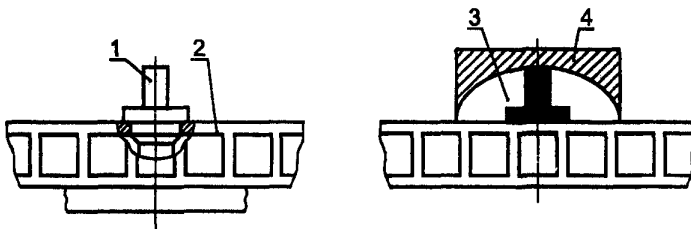


Рисунок А.1 — Схема устройства для аттестации системы измерения горизонтальных углов теодолита (ГУП)

Погрешность измерений на устройстве для аттестации системы измерения вертикальных углов теодолита (ГУП) определяют следующим образом (рисунок А.3).

Приспособление 4 соответствующего типоразмера для крепления меры 3 устанавливают на трубе ГУП 5 и закрепляют таким образом, чтобы геометрический центр меры (центр описанной окружности) максимально совпал с центром вращения зрительной трубы ГУП (проверяют по зазору между гранями меры и любым неподвижным указателем). На основании 6 устанавливают АК 1 с диагональным зеркалом 2 так, чтобы центр светового пучка совпал с вертикальной осью ГУП. Для установки параллельности оси АК плоскости основания на последнюю устанавливают плоскопараллельную пластину (ПИ-60 или пластину из комплекта гониометра ГС-5) и поворотом оправки диагонального зеркала и наклоном АК вводят АК-марку в центр поля зрения АК. Затем по АК юстировочными винтами приспособления добиваются соосности вращения меры и зрительной трубы ГУП. Сравнивая углы наклона трубы с известными углами меры, определяют погрешность измерений вертикальных углов ГУП.



1 — пробка; 2 — крышка; 3 — световое пятно от АК на экране 4

Рисунок А.2 — Приспособление для юстировки соосности АК и ГУП

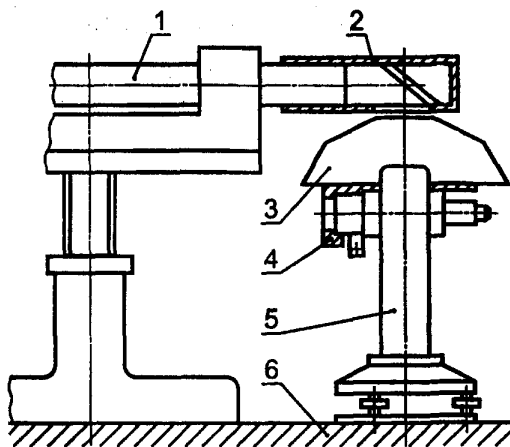


Рисунок А.3 — Схема устройства для аттестации системы вертикальных углов теодолита (ГУП)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

**Классификация геодезических угломерных приборов**

Классификация ГУП в зависимости от СКП измерения горизонтального угла одним приемом — по таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1

Группа и тип ГУП	Тип равноценных ГУП
Высокоточные Т02; Т05	ОТ-02; ОТ-05; УВК (СССР); ТС 1610Е (Россия); TC1610 Wild «Leica» (Швейцария)
Высокоточные Т1	Т1; УВК (СССР); ДКМ-3 (А); Т3; TC1610 Wild «Leica» (Швейцария); GTS702 (Япония)
Точные Т2	ТБ-1 (3); 2Т2 (А) (СССР); THEO 010 А(В) Dahlta 010 ф. «К. Цейсс» (ГДР); Те-В1 (3) (Венгрия); GTS211 D; GTS712; GTS713; Geodimetr 610 M; Sokkil, Poverset, Set4000 (Япония)
Точные Т5	Т5К; 2Т5; 2Т5К; 2Т5КП; 3Т5КП; ОТ Ш; ТТ-4; Та3М; 2Та5 (СССР); TC600Е (Россия); THEO 020 А (В), Dahlta 020 ф. «К. Цейсс» (ГДР); TC600 Wild «Leica» (Швейцария); Sokkil, Poverset, Set4010 (Япония)
Технические Т15	Т15К (М); ТТ-5 (СССР); THEO 080 (А) ф. «К. Цейсс» (ГДР)
Технические Т30	Т30; ТМ-1; ТОМ (СССР); 2Т30 (П) (М) (Россия); THEO 120 ф. «К. Цейсс» (ГДР)
Технические Т60	Т60; 2А ШТ (СССР)

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(справочное)

**Библиография**

- [1] Патент на изобретение 2116626 RU МКИ 6G 01 D 18/00. Устройство для аттестации системы измерения вертикальных углов теодолита /Б.А. Пизюта, В.Д. Лизунов, В.В. Копытов, Т.В. Набока, О.К. Ушаков, В.В. Афанасьев (Россия) — № 95108631/28. Заяв. 26.05.95.  
Опубл. 27.07.98. Бюлл. № 21. — 4 с.
- [2] Спиридонов А.И., Кулагин Ю.Н., Кузьмин М.В. Поверка геодезических приборов. — М.: Недра, 1981. — 159 с.
- [3] МИ БГЕИ 08—90 Методика института. Теодолиты. Методика поверки. — М.: ЦНИИГАиК ГУГК СССР, 1990. — 76 с.
- [4] ГКИНП (ГНТА) № 17195—99 Инструкция по проведению технологической поверки геодезических приборов. — М.: ЦНИИГАиК, 1999. — 56 с.
- [5] ТУ 3—32123—88 Пластины стеклянные для интерференционных измерений типа ПИ
- [6] ПР 50.2.012—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация поверителей средств измерений
- [7] Правила по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ (ПТБ — 73. — М.: Недра, 1973)
- [8] Правила по технике безопасности при работе с радиоэлектронной аппаратурой (Методические указания по охране труда, утвержденные Постановлением Минтруда РФ № 129 от 1 июля 1993 г.)
- [9] ПР 50.2.006—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений

**Р 50.2.024—2002**

**УДК 528.5:083.96**

**ОКС 17.020**

**T88.1**

**ОКСТУ 0008**

**Ключевые слова:** теодолит, тахеометр, геодинетр, астроуниверсал, геодезические угломерные приборы, эталонная установка, поверка

**Р 50.2.024—2002**

**Рекомендации по метрологии**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**ТЕОДОЛИТЫ И ДРУГИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ УГЛОМЕРНЫЕ ПРИБОРЫ**

**Методика поверки**

**БЗ 6—2001/14**

Редактор *Л.В. Афанасенко*  
Технический редактор *О.Н. Власова*  
Корректор *Т.И. Кононенко*  
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 01.04.2002. Подписано в печать 21.05.2002. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,10. Тираж 434 экз.  
С 5887. Изд. № 2888/4. Зак. 439.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.  
<http://www.standards.ru> e-mail: [info@standards.ru](mailto:info@standards.ru)

Набрано в Издательстве на ПЭВМ  
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 103062 Москва, Лялин пер., 6.  
Плр № 080102