

1166

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»

32 ГИИИ МО РФ

А.Ю. Кузин

«16» января 2006 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Теодолиты электронные ET-02, ET-05

**фирмы «SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT CO., LTD.»,
Китай**

Методика поверки

г. Мытищи, 2006 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на теодолиты электронные ET-02, ET-05 (далее - теодолиты), изготавливаемые фирмой «SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT CO., LTD.», Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование (проверка работоспособности)	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3		
3.1	Определение цены деления уровней (круглого и цилиндрического)	7.3.1	Да	Нет
3.2	Определение диапазона работы компенсатора	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение погрешности работы компенсатора	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение коэффициента нитяного дальномера	7.3.4	Да	Да
3.5	Определение значения постоянного слагаемого нитяного дальномера	7.3.5	Да	Да
3.6	Определение погрешности измерения расстояний нитяным дальномером	7.3.6	Да	Да

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
3.7	Определение средней квадратической погрешности измерений угла (вертикального и горизонтального)	7.3.7	Да	Да

2.2 Рекомендуемые средства поверки приведены в табл. 2.

Вместо указанных в табл. 2 средств поверки допускается применять аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или технической документации.

Таблица 2.

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки и его метрологические характеристики
п. 7.3.1 Определение цены деления уровней (круглого и цилиндрического)	Экзаматор образцовый ЭО-1 (предел измерений 1200", погрешность 0,2")
п. 7.3.2 Определение диапазона работы компенсатора	Экзаматор образцовый ЭО-1 (предел измерений 1200", погрешность 0,2")
п. 7.3.3 Определение погрешности работы компенсатора	Автоколлиматор АКУ-0,2 (диапазон измерений от 0 до 10', погрешность измерений 0,28")
п. 7.3.4 Определение коэффициента нитяного дальномера	Тахеометр электронный ТСА2003 (диапазон измерений углов от 0 до 360°, дискретность отсчитывания измерений углов 0,1", диапазон измерений расстояний от 1,7 до 3500 м, СКО измерений расстояний $(1 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, где D – измеряемое расстояние, мм)
п. 7.3.5 Определение значения постоянного слагаемого нитяного дальномера	Рулетка измерительная Луноход (класс точности 3), рейка нивелирная деревянная РН-3 (погрешность от $\pm 0,2$ мм до $\pm 0,5$ мм)

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки и его метрологические характеристики
п. 7.3.6 Определение погрешности измерения расстояний нитяным дальномером	Рулетка измерительная Луноход (класс точности 3), рейка нивелирная деревянная РН-3 (погрешность от $\pm 0,2$ мм до $\pm 0,5$ мм)
п. 7.3.7 Определение средней квадратической погрешности измерения угла (вертикального и горизонтального)	Коллиматорный стенд

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки теодолитов допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на теодолиты, имеющие опыт работы с ними и аттестованные в качестве поверителя органом Государственной метрологической службы.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, С° (20 ± 10);
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 84,0 ... 106,7 (630 ... 800);
- измерение температуры окружающей среды во время поверки, С°/ч не более 2.

5.2 Полевые измерения должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и колебаний изображения в зрительной трубе.

5.3 Теодолит и средства поверки должны быть установлены на специальных основаниях, не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации поверяемого теодолита и используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- произвести внешний осмотр теодолита;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- комплектность теодолита;
- отсутствие механических повреждений и коррозии на теодолите;
- чистоту оптических деталей.

Теодолиты, имеющие дефекты (механические повреждения), бракуют и направляют в ремонт.

7.2 Опробование (проверка работоспособности).

7.2.1 Подготовить теодолит к работе согласно руководству по эксплуатации к нему.

7.2.2 Осуществить проверку оптического центрира.

Для проверки совпадения визирной оси оптического центрира с вертикальной осью вращения теодолит устанавливают на штатив, закрепляют штативным винтом и тщательно горизонтируют. Под штативом кладут лист бумаги с нанесенной на ней точкой или крестом.

Окуляр оптического центрира устанавливают на резкое изображение перекрестия (или кольца), а перемещением объектива добиваются резкого изображения точки, отмеченной на листе бумаги. Передвижением листа в нужном направлении добиваются совмещения точки на листе с перекрестием сетки оптического центрира.

Поворачивают дважды верхнюю часть теодолита на 120° и отмечают проекции сетки при каждом его положении на листе точки.

Результаты проверки положительны, если полученные точки совпадают. При отрицательных результатах необходимо провести юстировку центрира.

7.2.3 Теодолит считается готовым к работе, если пузырьки круглого и цилиндрического уровней приведены в середины стеклянных капсул уровней и работают все его функциональные режимы.

7.3 Определение метрологических характеристик.

7.3.1 Определение цены деления уровней (круглого и цилиндрического).

Цену деления уровней определить (круглого и цилиндрического) на экзаменаторе. Необходимо задать экзаменатором угол наклона вертикальной оси тахеометра, при котором пузырёк уровня сместится на 2 мм.

Результаты поверки считать положительными если цена деления круглого уровня составляет $(8 \pm 1,5)''/2$ мм, а цена деления цилиндрического уровня составляет $(30 \pm 4,5)''/2$ мм.

7.3.2 Определение диапазона работы компенсатора.

Диапазон работы компенсатора проверить на экзаменаторе и вычислить как разность углов наклона экзаменатора от среднего положения, при которых компенсатор перестает работать.

Результат поверки считать положительным, если диапазон работы компенсатора составляет не менее $\pm 3'$.

7.3.3 Определение погрешности работы компенсатора.

Погрешность работы компенсатора Δ_k определяют с помощью коллиматора с фокусным расстоянием трубы в пределах 350-500 мм. Устанавливают теодолит на жестком основании таким образом, чтобы один из его подъемных винтов располагался в направлении линии визирования. Приводят теодолит в рабочее положение и закрепляют зрительную трубу. Перед теодолитом устанавливают коллиматор. Измерения выполняют в следующей последовательности:

- a) наводят горизонтальную нить метки зрительной трубы теодолита на нить коллиматора;
- b) фиксируют отсчет по вертикальному кругу теодолита b_0 ;
- c) изменяя наклон теодолита вращением подъемного винта на $1'$ вплоть до крайнего рабочего положения компенсатора и выполняя действия по перечислению a), фиксируют отчеты b_j' по вертикальному кругу;
- d) выполняют действия по перечислению c) при вращении подъемного винта в обратном направлении до возвращения теодолита в исходное положение, при этом фиксируют отсчеты b_j'' .

Единичные значения погрешностей Δ_{kj} в угловых секундах на угловую минуту, соответствующие j -у углу наклона оси теодолита, вычисляют по формуле:

$$\Delta_{kj} = (b_j - b_0) / v_j,$$

где $b_j = (b_j' + b_j'') / 2$, угловые секунды;

v_j – значение j -го угла наклона оси теодолита, фиксируемое по уровню или вертикальному кругу теодолита, угловые минуты.

Из всех значений Δ_{kj} , полученных описанным методом, вычисляют среднее арифметическое. За окончательный результат принимают среднее арифметическое, полученное по результатам двух приемов измерений.

Аналогичные действия и расчеты выполняют и при наклоне оси теодолита в плоскости визирования в противоположном направлении.

Результаты поверки положительны, если каждое из двух найденных значений погрешности работы компенсатора, соответствующих наклонам оси теодолита в двух противоположных направлениях, не будет превышать 1 угловую секунду.

7.3.4 Определение коэффициента нитяного дальномера.

Коэффициент нитяного дальномера α определяется с помощью тахеометра по выражению:

$$K = ctg\beta,$$

где β – угол, измеренный тахеометром между дальномерными штрихами теодолита с погрешностью не более $2''$.

Коэффициент нитяного дальномера должен быть $100 \pm 0,4$.

7.3.5 Определение значения постоянного слагаемого нитяного дальномера.

Значение постоянного слагаемого нитяного дальномера определяется с помощью рулетки измерительной. Следует растянуть рулетку, над нулевым штрихом установить штатив с теодолитом и, установив нивелирную рейку на отметку $3 \div 5$ м, измеряют это расстояние теодолитом. Разность между показаниями теодолита и измеряемым отрезком по рулетке принимается за значение постоянного слагаемого теодолита. Значение постоянного слагаемого дальномера не должно превышать $0 \pm 0,01$ м.

7.3.6 Определение погрешности измерения расстояний нитяным дальномером.

Погрешности измерения расстояний нитяным дальномером определяется с помощью рулетки измерительной. Следует растянуть рулетку, над нулевым штрихом установить штатив с теодолитом и установив нивелирную рейку на отметку $3 \div 5$ м определить длину L отрезка рейки, заключенного между дальномерными штрихами сетки нитей зрительной трубы. Расстояние рассчитывают по формуле:

$$S = K * L,$$

где K – коэффициент нитяного дальномера теодолита.

Результаты поверки положительны, если измеренное расстояние не превышает $0,4L_p$, где L_p – расстояние, определяемое по рулетке.

7.3.7 Определение средней квадратической погрешности измерений угла (вертикального и горизонтального).

Среднюю квадратическую погрешность измерений горизонтального угла \bar{m}_β следует определять путем многократных измерений с помощью испытуемого теодолита образцового (аттестованного в установленном порядке) горизонтального угла β и последующего сравнения полученных значений угла с его образцовым значением. Угол β образуется направлениями на сетки нитей двух коллиматоров. Значение угла выбирают в пределах $60-120^\circ$, разность вертикальных углов двух направлений на коллиматоры должна быть не менее 20° . Погрешность образцового угла не должна превышать $1/3$ допускаемой средней квадратической погрешности измерения горизонтального угла испытуемого теодолита. Измерение угла проводят двенадцатью приемами с перестановкой лимба на 15° .

Значение погрешности \bar{m}_β в угловых секундах вычисляют по формуле:

$$\bar{m}_\beta = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{j=n} \Delta_j^2}{n}},$$

где Δ_j – отклонение измеренного значения угла j -го приема измерения от его образцового значения, угловые секунды;
 n – количество приемов измерения угла.

Допускается значение \overline{m}_β определять путем многократных измерений одного необразцового горизонтального угла β по результатам внутренней сходимости измеренных углов. При этом значение угла β , количество приемов измерений и значение угла перестановки лимба принимают такими же, как в вышеприведенной методике.

Значение погрешности \overline{m}_β в угловых секундах вычисляют по формуле:

$$\overline{m}_\beta = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{j=n} v_j^2}{n-1}},$$

где v_j - отклонение измеренного значения угла j -го приема измерения от среднего арифметического значения из всех приемов, угловые секунды;

n - количество приемов измерения угла.

Среднюю квадратическую погрешность измерения вертикального угла \overline{m}_α следует определять путем многократных измерений с помощью испытуемого теодолита образцовых (аттестованных в установленном порядке) вертикальных углов α_i и последующего сравнения полученных значений углов с их образцовыми значениями. Погрешности образцовых углов не должны превышать 1/3 допускаемой средней квадратической погрешности измерения вертикального угла испытуемого теодолита. Вертикальные углы α_i образуются направлениями на сетки коллиматоров. Количество углов должно быть 3, приемов измерений каждого угла - 6. Размеры углов - произвольные в пределах диапазонов измерения вертикальных углов.

Значение погрешности \overline{m}_α в угловых секундах вычисляют по формуле:

$$\overline{m}_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=k} \sum_{j=1}^{j=n} \Delta_{ji}^2}{kn}},$$

где Δ_{ji} - отклонение измеренного значения i -го угла j -го приема измерения от его образцового значения, угловые секунды;

k - количество измеренных углов;

n - количество приемов измерения каждого угла.

Допускается значение \overline{m}_α определять путем многократных измерений необразцовых вертикальных углов α_i по результатам внутренней сходимости измеренных углов. Количество измеряемых углов и количество приемов измерений каждого угла принимают такими же, как в вышеприведенной методике.

Значение погрешности \overline{m}_α в угловых секундах вычисляют по формуле:

$$\overline{m}_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n v_{ji}^2}{k(n-1)}},$$

где v_{ji} - отклонение измеренного значения i -го угла j -го приема измерения от среднего арифметического значения из всех приемов, угловые секунды;

k – количество измеренных углов;

n – количество приемов измерения каждого угла.

Результат поверки считать положительным если значения средней квадратической погрешности измерений угла (вертикального и горизонтального) находятся в пределах:

$\pm 2''$ – для ЕТ-02;

$\pm 5''$ – для ЕТ-05.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7 настоящей методики с указанием предельных числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с предъявленными требованиями.


8.2 При положительных результатах поверки (теодолит удовлетворяет требованиям настоящей методики) теодолит признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик.

8.3 При отрицательных результатах поверки (теодолит не удовлетворяет требованиям настоящей методики) теодолит признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ

 А.Н. Щипунов

Научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ

 А.В. Плотников

Младший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ

 К.Б. Савкин