СБОРНИК ИНСТРУКЦИЙ

ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОВЕРОК ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

gost.e-ecolog.ru

Главное управление геодезии и картографии
при Совете Министров СССР

СБОРНИК ИНСТРУКЦИЙ

ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОВЕРОК ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ



МОСКВА «НЕДРА» 1988

ББК 26.1
С23
УДК 528.5(083.96)

С23 **Сборник** инструкций по производству поверок геодезических приборов/Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР.— М.: Недра, 1988.— 77 с.: ил.

Изложены методы поверок теодолитов (ГКИНП 17-195—85), нивелиров и нивелирных реек (ГКИНП 17-196—85), приборов для линейных измерений: свето- и радиодальномеров, оптических дальномеров, рулеток и землемерных лент (ГКИНП 17-197—85), тахеометров и кипрегелей (ГКИНП 17-198—85), гиротеодолитов и буссолей (ГКИНП 17-199—85) при эксплуатации. Показаны периодичность и порядок выполнения поверок, определены средства, с помощью которых они производятся. Приведены формы обязательных документов, заполняемых в процессе поверки.

Для всех организаций, выполняющих топографо-геодезические работы и геодезическое обеспечение строительства.

С $\frac{1902020000-035}{043(01)-88}$ 4—88

ББК 26.1

© Издательство «Недра», 1988

УДК 528.5(083.96)

ИНСТРУКЦИЯ НА МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ ТЕОДОЛИТОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ (ГКИНП 17-195—85)

УТВЕРЖДЕНА
Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР
13 мая 1985 г.

1. Общая часть

1.1. Настоящая Инструкция распространяется на методы и средства эксплуатационной поверки теодолитов, выпускаемых в СССР в соответствии с действующим стандартом, а также их зарубежных аналогов, осуществляемой при производстве геодезических измерений и топографических съемок в полевых и промышленных условиях.

1.2. Инструкция является составной частью системы общеобязательных нормативно-технических актов, утверждаемых ГУГК СССР, в соответствии с положением о ГУГК СССР, утвержденным Советом Министров СССР, и направлена на обеспечение высокого качества, единства геодезических измерений и выполнения их в единой системе координат.

1.3. Методы и средства поверки, приводимые в Инструкции, ориентированы на выполнение топографо-геодезических работ и решение задач прикладной геодезии; они увязаны с требованиями действующих инструкций ГУГК СССР и государственных стандартов на приборы.

1.4. Перечень геодезических приборов, на которые распространяется данная Инструкция, приведен в приложении.

1.5. Допустимые значения проверяемых параметров и характеристик геодезических приборов устанавливаются действующими инструкциями и техническими условиями (ТУ).

1.6. Содержание и построение Инструкции соответствует требованиям ГКИНП 119—79; условия и операции поверки изложены с учетом требований стандартов государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

2. Условия проведения поверки

2.1. Поверяемые приборы и средства поверки должны быть заблаговременно подготовлены к проведению поверки.

2.2. Перед началом поверки геодезические приборы и все участвующие в ее проведении технические средства должны быть приведены в рабочее состояние в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

2.3. При выполнении поверки в помещении или в полевых условиях должны выполняться следующие требования:

температура окружающего воздуха должна быть в пределах температурного диапазона работы прибора;

скорость изменения температуры должна быть не более 3 °С в час;

относительная влажность не более 90 %.

Условия видимости должны быть благоприятными, колебания изображения — минимальными, в полевых условиях на приборы не должны попадать прямые солнечные лучи, скорость ветра не должна превышать 4 м/с; измерения должны проводиться при полном отсутствии осадков.

2.4. При проведении поверки должны соблюдаться правила работы с измерительными приборами, а также правила техники безопасности.

2.5. Периодичность операции поверки определяется подразделениями предприятий, ответственными за техническое состояние приборов и выполнение геодезических работ.

Периодичность поверки средств измерений, применяемых с разрешения ГУГК СССР, устанавливается в техническом проекте на производство работ, утверждаемом в установленном порядке.

Периодичность поверки образцовых средств измерений устанавливается ГОСТ 8.002—86.

3. Поверка теодолитов

3 1. Операции поверки

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

3.2. Проведение поверки

3.2.1. Проверку внешнего состояния и комплектности теодолита проводят визуальным осмотром. При проведении осмотра следует устанавливать соответствие теодолита следующим требованиям:

маркировка прибора и футляра должна соответствовать требованиям ГОСТ 10529—86, а также технической документации на поверяемый теодолит;

прибор и футляр не должны иметь механических повреждений, следов коррозии, препятствующих или затрудняющих работу с ним;

теодолит должен иметь чистые поля зрения зрительной трубы и отсчетных устройств, а также четкие изображения визирных целей и отсчетных шкал;

комплектность прибора должна соответствовать указанной в паспорте для данного вида работ.

3.2.2. Проверку работоспособности и взаимодействия подвижных узлов теодолита выполняют опробованием.

При опробовании должны быть проверены:

работоспособность замков, прижимов и винтов, фиксирующих прибор в футляре;

Таблица 1

Номер п/п	Операция поверки	Типы теодолита	Пункт Инструкции
1	Проверка внешнего состояния и комплектности	Все типы	3.2.1
2	Проверка работоспособности теодолита	То же	3.2.2
3	Проверка и юстировка установочных уровней	»	3.2.3
4	Проверка правильности установки сетки нитей трубы	»	3.2.4
5	Проверка перпендикулярности визирной оси к оси вращения трубы	»	3.2.5
6	Проверка перпендикулярности горизонтальной и вертикальной осей	»	3.2.7
7	Проверка правильности установки уровня при трубе	Теодолиты с уровнем при трубе	3.2.8
8	Проверка места нуля вертикального круга	Все типы	3.2.6
9	Проверка совмещения визирной оси оптического центрира с осью вращения алидады	Все типы кроме Т30	3.2.9
10	Проверка рена отсчетной системы горизонтального и вертикального кругов	Все типы кроме Т30,	3.2.10 3.2.11
11	Проверка работы компенсатора	Т5К, Т15К	3.2.12
12	Определение эксцентриситета горизонтального круга	Все типы кроме Т30.	3.2.13
13	Определение эксцентриситета алидады горизонтального круга	Все типы кроме Т30,	3.2.14
14	Определение эксцентриситета вертикального круга	Т5, Т15, Т30	3.2.15
15	Проверка смещения визирной оси при перефокусировке	Все типы	3.2.16
16	Определение средней квадратической погрешности измерения:		
	горизонтального угла	Все типы	3.2.17
	вертикального угла	Все типы	3.2.18

работоспособность установочных приспособлений и плавность вращения всех подвижных частей;

фиксация зеркала подсветки и поворотной призмы контактного уровня в заданном положении;

наличие электрических контактов и равномерность электроосвещения (в теодолитах с электроподсветкой);

воспроизводимость автоколлимационного изображения при наблюдении на зеркало (в автоколлимационных теодолитах).

3.2.3. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения прибора. Для проверки необходимо установить уровень параллельно двум подъемным винтам подставки и, вращая их в противоположных направлениях, привести пузырек уровня на середину. После этого повернуть алидаду горизонтального круга на 180° вокруг вертикальной оси. Если пузырек уровня отклонится

от середины, то половину отклонения следует устранить юстировочными винтами уровня, а затем повторить проверку.

Проверку и юстировку следует выполнять до тех пор, пока после поворота алидады на 180° пузырек уровня будет отклоняться не более чем на 0,5 деления уровня.

Проверку и юстировку уровней, расположенных под углом 90°, следует проводить поочередно.

При наличии круглого уровня в теодолите должно выполняться следующее условие: ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения теодолита.

Юстировка круглого уровня производится его исправительными винтами после точной установки вертикальной оси теодолита по выверенному цилиндрическому уровню.

3.2.4. Правильность установки сетки нитей трубы проверяют после приведения оси вращения теодолита в отвесное положение с помощью отъюстированного уровня при алидаде.

При проверке трубу наводят на хорошо видимую точку. Если изображение точки при вращении трубы вокруг горизонтальной оси, пройдя вдоль вертикального штриха, будет находиться посередине между штрихами биссектора, то сетка установлена правильно. Если будет замечено смещение изображения точки более чем на три толщины штриха для теодолитов типа Т1, Т2, Т5 и на треть величины биссектора для Т15 и Т30, то сетку необходимо развернуть. Для этого следует снять колпачок, закрывающий юстировочные винты сетки, слегка отпустить винты, скрепляющие окуляр с корпусом трубы, и развернуть окуляр вместе с сеткой.

После этого проверка повторяется вновь.

При выполнении проверки допускается также наводить на выбранную точку горизонтальную нить сетки, смещая затем изображение точки в поле зрения наводящим винтом алидады.

Вертикальность биссектора (вертикальной нити) сетки можно проверить, совмещая его с изображением нити отвеса, опущенного в ведро с маслом (машинным, трансформаторным) или с водой, смешанной с просеянными опилками.

3.2.5. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси ее вращения. Несоблюдение этого условия вызывает коллимационную погрешность C.

Для проверки теодолита с двусторонней отсчетной системой по лимбу, в частности теодолита типа Т2, необходимо привести ось вращения прибора в отвесное положение, навести зрительную трубу на удаленную, отчетливо видимую цель и сделать отсчет КЛ по горизонтальному кругу. Затем перевести трубу через зенит, навести ее на ту же цель и вновь сделать отсчет КП по горизонтальному кругу. Разность отсчетов КЛ—КП, полученных при двух положениях вертикального круга, должна быть равна 180°. Отклонение разности от 180° равно двойной коллимационной погрешности: $2C = КЛ - КП \pm 180°$.

В теодолитах (Т5, Т15, Т30) с односторонней системой отсчетов по лимбу разность отсчетов КЛ—КП будет искажена не

только влиянием коллимационной погрешности C, но и влиянием эксцентриситета алидады, величина которого в отдельных образцах теодолитов может достигать $\pm 1'$.

Определение двойной коллимационной погрешности указанных теодолитов следует выполнять следующим образом.

Приводят ось вращения теодолита в отвесное положение, визируют на одну и ту же точку при двух положениях вертикального круга и получают по горизонтальному кругу разность отсчетов $КЛ_1 - КП_1$.

Затем открепляют винт подставки, поворачивают теодолит в подставке на 180°, приводят вертикальную ось вращения прибора в отвесное положение, вновь наводят на ту же точку и получают разность $КЛ_2 - КП_2$. Величина двойной коллимационной погрешности равна

$$2C = \frac{(КЛ_1 - КП_1 \pm 180°) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180°)}{2}.$$

Для юстировки следует в обоих случаях изменить последний отсчет по горизонтальному кругу на величину C. Для этого отвернуть колпачок и шпилькой при слегка отпущенных вертикальных исправительных винтах переместить оправу сетки при помощи боковых исправительных винтов до совмещения перекрестия сетки с изображением наблюдаемой точки. Точная установка перпендикулярности осей достигается в несколько приемов.

Примечание. Теодолиты группы 2Т имеют зрительную трубу, в которой сетка отцентрирована и закреплена неподвижно Для устранения коллимационной ошибки смещают зрительную трубу путем вращения клинового кольца, расположенного в корпусе зрительной трубы между объективной ее частью и горизонтальной осью.

3.2.6. Место нуля М0 (зенита МЗ) вертикального круга следует определить при тех же условиях, что и коллимационную ошибку. Перед взятием отсчетов приводят пузырек уровня при вертикальном круге на середину (за исключением приборов с компенсатором).

Вычисление М0 (МЗ) производят по формуле, указанной в Инструкции по эксплуатации теодолита.

В полевых условиях допускается использовать способ определения М0 с помощью вертикальной рейки (в особенности для теодолитов с невысокой точностью отсчитывания — Т30, 2Т30, Т30М).

Проверка выполняется в следующем порядке.

После приведения по уровню оси вращения прибора в отвесное положение наводят трубу на вертикальную неподвижную рейку (линейку), расположенную в 30—50 м от теодолита. Действуя наводящим винтом трубы, совмещают 0 или 180° на лимбе с отсчетным индексом. Берут отсчет a_1 по положению средней нити сетки трубы относительно делений рейки. Переводят трубу через зенит и повторяют указанные действия, фиксируя отсчет a_2 по

рейке. Вычислив средний отсчет $a_0=(a_1+a_2)/2$, наводят визирную ось на отсчет a_0 по рейке и отсчитывают по вертикальному кругу значение М0.

Если величины М0 у теодолитов типов Т1, Т2 получились более установленной величины, то, совместив установочным винтом уровня нулевой штрих отсчетного устройства со штрихом 0 или 180° лимба, приводят юстировочными винтами уровня его пузырек на середину.

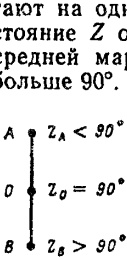
Значение М0 вертикального круга теодолита Т30 уменьшают перемещением сетки в вертикальном направлении юстировочными винтами сетки нитей.

Для юстировки М0 у Т30 устанавливают на вертикальном круге отсчет, равный КЛ—М0 и М0—КП, и юстировочными винтами перемещают оправу с сеткой до совмещения горизонтальной нити с изображением выбранной цели.

После этого необходимо убедиться в том, что визирная ось трубы перпендикулярна к оси вращения трубы и горизонтальная нить сетки перпендикулярна к вертикальной оси вращения теодолита.

Юстировку М0 в теодолитах с компенсаторами производят только в условиях мастерских смещением специальной юстировочной призмы.

3.2.7. Для проверки неперпендикулярности вертикальной и горизонтальной осей не менее 3 коллиматоров или марок располагают на одной вертикали с таким расчетом, чтобы зенитное расстояние Z одной марки было меньше 90°, зенитное расстояние средней марки равно 90° и зенитное расстояние третьей марки больше 90°.



Величина $Z_B—Z_A$ должна быть не менее 15°. Теодолит устанавливают на тур или столб и горизонтируют. Затем по марке с зенитным расстоянием $Z_O=90°$ определяют величину коллимационной ошибки и юстировкой приводят ее к нулю.

Далее производят измерение направлений между марками способом круговых приемов в последовательности *A, O, B, A*. Замыкание горизонта обязательно, так как это позволяет судить об устойчивости теодолита, основания и качестве самих наблюдений. Величина замыкания горизонта не должна превышать 2″. Наблюдения выполняют четырьмя приемами на одних и тех же установках лимба, чтобы исключить влияние ошибок делений лимба.

В каждом приеме по каждому направлению вычисляют величины $2C=КЛ—КП$, которые могут быть представлены в виде

$$2C = 2\beta/\operatorname{tg} Z,$$

где β — величина неперпендикулярности горизонтальной оси вращения прибора; Z — зенитное расстояние наблюдаемого направления.

Величины $2C$ по одноименным направлениям во всех приемах не должны отличаться более чем на $2''$. В каждом приеме получают значения $2C$ по формуле

$$2C = \frac{4\beta}{\operatorname{tg} Z_0} = 2C_A - 2C_0 \quad (\text{или} \quad 2C_B - 2C_0).$$

Значение угла β следует вычислять по одной из формул

$$\beta = C/\operatorname{tg} Z; \quad \beta = \Delta 2C \operatorname{tg} Z/4.$$

Среднее из 4 приемов будет характеризовать величину угла β и его влияние на результаты наблюдений, выполненных при одном положении круга.

Если окажется, что величина $2C$ превышает установленный допуск, необходимо произвести юстировку угла β в соответствии с указаниями, изложенными в Инструкции по эксплуатации теодолита.

После юстировки необходимо выполнить проверку по полной программе (4 приема).

Допускается для проверки использовать коллиматорный стенд УК-1 с коллиматорами, расположенными на углах $\pm 50°$.

В полевых условиях допускается проверку выполнять следующим образом.

1-й способ. Теодолит тщательно горизонтируют, затем наводят трубу на четкую точку, расположенную под углом не менее 15° к горизонту. Берут отсчеты КП и КЛ по горизонтальному кругу. Значение угла β вычисляют по формуле

$$\beta = (\text{КЛ} - \text{КП} \pm 180°) \operatorname{ctg} \alpha/2,$$

где α — угол наклона линии визирования.

2-й способ (рекомендуется для теодолитов технической точности, у которых преобладающей является погрешность отсчета). Теодолит тщательно горизонтируют и наводят трубу на высоко расположенную точку ($\alpha > 15—20°$) при двух положениях круга. После каждого наведения проецируют центр сетки нитей на шкалу линейки или штриховой меры, установленной горизонтально в 20—30 м от теодолита, примерно на уровне горизонта прибора, перпендикулярно к линии визирования. При проецировании берут отсчеты a_1 и a_2 по шкале. Значение угла β вычисляют по формуле

$$\beta = (a_1 - a_2)\rho \operatorname{ctg} \alpha/S,$$

где S — расстояние от прибора до шкалы; $\rho = 206265''$.

Измерения должны выполняться четным числом приемов (2 или 4) с целью исключения влияний качки вертикальной оси.

У теодолитов с накладным уровнем допускается проверку неперпендикулярности осей производить по показаниям этого уровня, получаемым при различных наклонах зрительной трубы.

3.2.8. Проверку правильности установки цилиндрического уровня при трубе можно выполнять следующим образом.

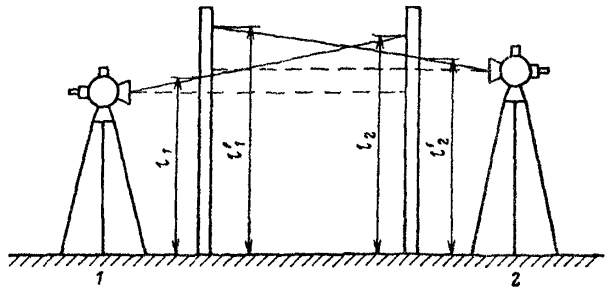


Рис. 1. Взаимное расположение теодолита и реек при выполнении поверки правильности установки цилиндрического уровня при трубе

Закрепляют костылями линию длиной 50±10 м и определяют превышение между ними с двух станций. Теодолит устанавливают на расстоянии 3—5 м от рейки в точке *1* на продолжении створа *1—2* (рис. 1). Производят отсчет l_1 по ближней рейке и, изменив фокусировку трубы, берут отсчет l_2 по дальней рейке. Сохраняя фокусировку трубы, устанавливают нивелир на расстоянии 3—5 м от второй рейки на продолжении створа *2—1*. Производят отсчеты l'_1 по дальней рейке и l'_2 по ближней рейке. Все отсчеты выполняют при положении пузырька уровня в нуль-пункте. Угол i (проекция на отвесную плоскость угла между осью уровня и визирной осью трубы) вычисляют по формуле

$$i = X\rho/S,$$

где $$X = \frac{l_2 + l'_1}{2} - \frac{l_1 + l'_2}{2}.$$

Юстировку угла i выполняют в соответствии с Инструкцией по эксплуатации теодолита.

3.2.9. В отъюстированном теодолите визирная ось оптического центрира должна совпадать с вертикальной осью вращения.

Для выполнения поверки теодолит устанавливают на штатив, закрепляют становым винтом и тщательно горизонтируют. Под штатив 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 трижды верхнюю часть теодолита на 120° и отмечают проекцию сетки и изображение на листе точки.

В отъюстированном центрире при повороте алидады изображение выбранной точки не должно смещаться.

Если это условие не выполняется, при помощи отвертки вращают винты, которые изменяют положение оправы призмы центрира. Положение призмы необходимо изменить настолько, чтобы уменьшить вдвое видимое смещение перекрестия (центра кольцевой риски) относительно изображения выбранной точки. После этого с помощью подъемных винтов заново центрируют над выбранной точкой и повторяют юстировку до тех пор, пока при вращении алидады не будет смещения изображения выбранной точки относительно перекрестия трубки центрира.

3.2.10. Чтобы определить рен оптического микрометра, устанавливают на шкале последнего отсчет, близкий к нулю, и приблизительно совмещают с помощью наводящего винта алидады диаметрально противоположные штрихи A и $(A+180°)$ верхнего и нижнего изображений лимба. После этого по барабану оптического микрометра берут отсчеты при трех точных совмещениях штрихов:

A_1 — при совмещении штрихов A и $(A+180°)$;

A_2 — при совмещении штрихов $(A—\mu)$ и $(A+180°)$;

A_3 — при совмещении штрихов A и $(A+180°—\mu)$, где

μ — величина наименьшего деления круга.

Рен верхнего и нижнего изображений находят по формулам

$$r_в = (A_1 — A_2)\,\mu_0 + \frac{\mu}{2};$$

$$r_н = (A_1 — A_3)\,\mu_0 + \frac{\mu}{2},$$

где μ_0 — цена деления шкалы микрометра.

Далее вычисляют среднее значение рена

$$r = (r_в + r_н)/2.$$

Установка алидады горизонтального круга для теодолитов с делениями в 4′, 10′ и 20′ и пример определения рена показаны в табл. 2 и 3. Если величина рена превышает указанные допуски, то в результаты измерений вводят поправки

$$\delta_a = 2ra/\mu,$$

где a — отсчет по микрометру.

При значительных величинах δ_a должна быть отъюстирована оптическая отсчетная система.

Установку вертикального круга выбирают в диапазоне $\pm 10°$ относительно горизонтального положения трубы через интервал $(2°+\mu)$ в прямом и обратном ходах.

В полевых условиях допускается проводить выборочный контроль рена на четырех установках алидады 0, 90, 180 и 270° (для вертикального круга — 358, —2, 0, 2°).

Таблица 2

Номер установки	Установка φ алидады горизонтального круга			
	прямой ход	Номер установки	обратный ход	
	Для теодолитов с μ=4′			
1	0°00′	16	22°32′	
2	45 06	15	67 38	
3	90 12	14	112 44	
4	135 18	13	157 50	
5	180 24	12	202 56	
6	225 30	11	247 02	
7	270 36	10	292 08	
8	315 42	9	337 14	
	Для теодолитов с μ=10′			
1	0°00′	16	22°40′	
2	45 10	15	67 50	
3	90 20	14	119 00	
4	135 30	13	157 10	
5	180 40	12	202 20	
6	225 50	11	248 30	
7	270 00	10	292 40	
8	315 10	9	337 50	
	Для теодолитов с μ=20′			
1	0°00′	16	22°20′	
2	45 20	15	67 40	
3	90 40	14	113 00	
4	135 00	13	157 20	
5	180 20	12	202 40	
6	225 40	11	248 00	
7	270 00	10	292 20	
8	315 20	9	337 40	

3.2.11. В теодолитах со шкаловым микроскопом проверку рена следует выполнять совмещением штриха лимба с нулевым штрихом шкалы микроскопа; после этого снимают отсчет по шкале, соответствующей следующему штриху круга. Величиной рена будет разность между отсчитанным значением интервала и его номинальным значением (1°). Измерения делают на установках алидады, следующих через 60°.

Для вертикального круга рен определяют в диапазоне углов наклона трубы ±10° через интервал 2°.

Для исправления рена необходимо ослабить винты, крепящие оправы линз микроскопа горизонтального круга. Передвигая оправы с линзами вдоль оси микроскопа и изменяя увеличение микроскопа, устраняют рен.

Определение рена отсчетной системы

Таблица 3

Дата: 4.11.1985 г.
$t = +22{,}5°\,C$

Теодолит Т1 № 04
Горизонтальный круг
$\mu = 10'$

Прямой ход						Обратный ход					
φ	A_1	A_2	A_3	A_1-A_2	A_1-A_3	φ	A_1	A_2	A_3	A_1-A_2	A_1-A_3
0°00′	59,0″ 59,4	0,4″ 0,1	0,0″ 0,4			22°40′	0,8″ 0,2	0,9″ 0,9	0,7″ 0,5		
Средний отсчет	59,2	0,2	0,2	−1,0″	−1,0″		0,5	0,9	0,6	−0,4″	−0,1″
45°10′	58,9 58,8	59,0 58,5	59,4 59,1			67°50′	0,7 0,4	1,2 1,4	1,0 0,9		
Средний отсчет	58,8	58,8	59,2	0,0	−0,4		0,6	1,3	1,0	−0,7	−0,4
90°20′	0,2 0,4	1,0 0,6	0,8 0,5			112°00′	0,0 0,5	1,2 0,7	0,9 0,7		
Средний отсчет	0,3	0,8	0,6	−0,5	−0,3		0,2	1,0	0,8	−0,8	−0,6
. . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
315°10′	0,6 0,3	1,4 1,2	1,1 0,7			337°50′	0,1 0,2	0,2 0,4	0,6 0,3		
Средний отсчет	0,4	1,3	0,9	−0,9″	−0,5″		0,2	0,3	0,4	−0,1″	−0,2″

$$r_в = \frac{1}{2n}\,\Sigma\,(A_1-A_2) = -0{,}32''$$

$$r_н = \frac{1}{2n}\,\Sigma\,(A_1-A_2) = -0{,}26''$$

$$r = (r_в + r_н)/2 = -0{,}29''$$

$$n = 8$$

$$\Sigma\,(A_1-A_2) = -5{,}1''$$

$$\Sigma\,(A_1-A_3) = -4{,}2''$$

3.2.12. Проверка работы компенсатора должна выполняться для оптических теодолитов типов Т5К, Т15К и им аналогичных приборов.

Проверку выполнять следующим образом. Выбирают какую-либо визирную цель и устанавливают теодолит на штативе так, чтобы один из подъемных винтов подставки был расположен в направлении визирной цели. Устанавливают вертикальную ось в отвесное положение по уровню при алидаде горизонтального круга и производят отсчет по вертикальному кругу. Действуя подъемным винтом подставки, наклоняют теодолит на 3′ (наклон задают по вертикальному кругу).

Наводят зрительную трубу на ту же точку и берут второй отсчет по вертикальному кругу.

Наклоняют ось вращения алидады на 3′, но в противоположную сторону, берут третий отсчет. При нормальной работе компенсатора разность между отсчетами должна оставаться в допустимых пределах. Проверку повторяют 2—3 приемами. Среднее значение разности, отнесенное к 1′ наклона оси, характеризует систематическую погрешность компенсации.

3.2.13. Эксцентриситет горизонтального круга $\varepsilon_{г.к}$ теодолитов типов Т1, Т2 определяют по изменению разностей отсчетов при совмещении диаметрально противоположных штрихов круга a и одного из штрихов круга с индексом a_1. Для каждой установки круга получают разности $v_1=2(a-a_1)$.

При определении эксцентриситета у теодолитов типа Т2 вместо индекса используют штрих вертикального круга, видимый после поворота переключающей призмы на 45°. Отсчет a для всех установок круга делают равным 5′00″. Формула в этом случае принимает вид $v_1=4(a-a_1)$.

Эксцентриситет горизонтального круга теодолитов типов Т5, Т15 и Т30 определяют по изменению горизонтального угла, близкого к 180°, задаваемого установками φ и $\varphi+180°$ алидады при отсчете φ по кругу.

Положение алидады теодолита фиксируют двумя коллиматорами, установленными на одной прямой с теодолитом.

В этом случае

$$v_i=\beta_\varphi-\frac{1}{n}\sum_1^n\beta_\varphi,$$

где β_φ — значение угла на установке φ круга; n — число установок круга.

Эксцентриситет горизонтального круга теодолитов типов Т5 и Т15 допускается определять также по изменению двойной коллимационной погрешности, измеряемой на различных установках горизонтального круга, $v_1=2C=КЛ-КП$.

Число n принимают равным 12 для теодолитов типов Т1 и Т2 и 8 — для остальных типов. При выборочной проверке в полевых условиях допускается $n=6$.

Таблица 4

Дата: 15.10.1985 г.
Время: 10^h20^m — 11^h30^m
$t = +20{,}8°$ C

Теодолит Т2 № 105125
$a = 5'00''$
$v = 4\,(a - a_1)$

φ	Прямой ход		Обратный ход		v_1	$v_1 \sin\varphi$	$v_1 \cos\varphi$	$X \sin\varphi$	$Y \cos\varphi$	v_1^0
	a_1'	v_1'	a_1''	v_1''						
0°	4′53″	+28″	4′54″	+24″	+26″	0,0″	+26,0″	0,0″	—0,6″	+25,4″
30	53	+28	52	+32	+30	+13,0	+26,1	+3,6	—0,5	+29,1
60	52	+32	52	+32	+32	+27,8	+16,0	+6,2	—0,3	+31,9
90	51	+36	50	+40	+38	+38,0	1,0	+7,1	0,0	+33,1
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
330	4 54	+24	4 54	+24	+24	—12,0	+20,9	—3,6	+0,5	+22,9
			Σ		+312″	+42,4	+3,8	0,0	0,0	+312″

$$v_1 = (v_1' + v_1'')/2; \quad v_1^0 = v_0 + X \sin\varphi + Y \cos\varphi;$$

$v_0 = \Sigma v_1/12 = +26''$;

$$X = \frac{\Sigma v_1 \sin\varphi}{n/2} = \frac{+42{,}4}{6} = +7{,}1''; \qquad Y = \frac{-\Sigma v_1 \cos\varphi}{n/2} = \frac{-3{,}8}{6} = -0{,}6'';$$

$$\operatorname{tg}\varphi_э = \frac{-\Sigma v_1 \cos\varphi}{\Sigma v_1 \sin\varphi} = \frac{-3{,}8}{42{,}4} = -0{,}09;$$

$\varphi_э = 355°$

$$\varepsilon_{гк} = \frac{1}{2}\sqrt{X^2 + Y^2} = 3{,}6'';$$

$$e_{гк} = \varepsilon_{гк} R/\rho = \frac{3{,}6 \cdot 45000}{206265} = 0{,}76 \text{ мкм}$$

где R — радиус горизонтального круга.

Измерения проводят в пределах одного оборота круга в прямом и обратном ходах.

Пример определения эксцентриситета горизонтального круга приведен в табл. 4.

3.2.14. Эксцентриситет алидады у оптических теодолитов следует проверять следующим образом.

На каждой установке алидады совмещают изображение диаметрально противоположных штрихов круга (отсчет a) и затем совмещают изображение верхнего штриха с неподвижным индексом в поле зрения отсчетного микроскопа (отсчет a'). Изменения разностей $v = 2(a - a')$ характеризуют эксцентриситет алидады. Так как системы осей оптических теодолитов являются саморегулируемыми, то для характеристики вращения алидадной части недостаточно выполнить лишь один прямой и один обратный ход.

У теодолитов с односторонним отсчетом эксцентриситет алидады горизонтального круга определяют по изменению значения $2C$ при наблюдении визирных марок, расположенных через 60° на одном горизонте. Измерения проводят в прямом и обратном ходах. В этом случае $v = 2C$.

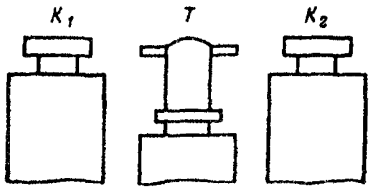


Рис. 2. Взаимное расположение теодолита и коллиматоров при определении максимального влияния эксцентриситета вертикального круга в теодолитах с односторонним отсчетом

Допускается для определения эксцентриситета алидады использовать аттестованные многогранные призмы, закрепляемые на верхней части теодолита и наблюдаемые с помощью автоколлиматора.

Обработка измерений при определении эксцентриситета алидады аналогична принятой для определения эксцентриситета горизонтального круга.

Примеры определения эксцентриситета алидады приведены в табл. 5 и 6.

3.2.15. Для определения максимального влияния эксцентриситета вертикального круга в теодолитах с односторонним отсчетом располагают теодолит и коллиматор по схеме, приведенной на рис. 2.

Измерения проводят в следующей последовательности:

а) наводят при круге лево трубу поверяемого теодолита T на горизонтальную нить коллиматора K_1 и делают отсчет A_1 по вертикальному кругу;

Таблица 5

Определение эксцентриситета алидады теодолита с односторонним отсчетом с помощью многогранника

Дата: 24.05.1985 г.
Время: 15^h — 17^h
$t = +23°$ С

Теодолит Т5 № 16032
Автоколлиматор АК-0,25 № 67241
Многогранная призма с 8 гранями

φ	a_i'	$a_i' + \frac{n}{2}$	B_i'	a_i''	$a_i'' + \frac{n}{2}$	B_i''	C_i
0°	0′52″	1′42″	+50″	0′49″	1′49″	+50″	+40″
60	50	46	+56	48	48	+60	—36
120	48	48	+60	42	46	+64	+52
180	50	0 22	—28	45	17	—28	—26
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
300	40	1 03	+28	44	1 14	+30	+26
0°	0′34″	1′28″	+54″	0′36″	1′30″	+54″	+40″
60	42	44	+62	42	42	+60	+36
120	30	30	+60	36	40	+64	+52
180	44	0 12	—32	44	0 12	—32	—26
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
300	40	1 12	+32	37	1 07	+30	+26

$B_i = a_i + \frac{n}{2} - a_i$, где n — число граней призмы. C_i — аттестованное значение угла многогранной призмы.

Таблица 6

Определение эксцентриситета алидады горизонтального круга по изменению значения 2С

φ	ν, угл. с				$\nu_{ср}$, угл. с
	Прямой ход		Обратный ход		
	1	2	1	2	
0°	+10	+14	+14	+10	+12
60	+20	+26	+24	+24	+24
120	+8	+8	+12	+12	+10
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
300	+2	+6	+4	+4	+4

Примечание. Дальнейшие вычисления аналогичны приведенным в табл. 4

б) вращением трубы вокруг горизонтальной оси наводят ее на горизонтальную нить сетки коллиматора K_2 и делают отсчет A_2;

в) операции под пунктами а и б, составляющие один прием, выполняют не менее 4 раз при проверке теодолитов типов Т5 и Т15 и не менее 6 раз при проверке теодолитов типа Т30, чередуя последовательность отсчетов A_1 и A_2.

Максимальное влияние эксцентриситета вертикального круга находят по формуле

$$\varepsilon_{max} = \frac{A_1 - A_2}{2\cos\alpha},$$

где α — угол наклона линии визирования.

Для произвольного положения вертикального круга $\varepsilon_{в.к} = \varepsilon_{max}\cos\alpha$.

При определении $\varepsilon_{в.к}$ у теодолита типа Т30 по вертикальному кругу не отсчитывают, а лишь совмещают штрихи φ и $\varphi+180°$ с индексом; отсчеты A_1 и A_2 получают по окулярному микрометру коллиматоров после наведения на сетку теодолита Т30. Коллиматоры предварительно устанавливают на одной оптической оси.

Пример определения максимального влияния эксцентриситета вертикального $\varepsilon_{в.к}$ круга приведен в табл. 7.

3.2.16. Для проверки смещения визирной оси при перефокусировке зрительную трубу теодолита, отфокусированную на бесконечность, наводят на сетку коллиматора. При перефокусировке трубы вращением головки фокусирующего устройства по ходу и против хода часовой стрелки наблюдают за положением изображения сетки.

Смещение изображения сетки не должно превышать двойной толщины штриха сетки зрительной трубы.

В полевых условиях вместо коллиматора допускается в качестве объекта наблюдений использовать линейку с миллиметровыми делениями, устанавливаемую горизонтально на расстоянии

Таблица 7

Дата: 17.10.1985 г.
Время: $14^h45^m - 15^h30^m$
$t = +22{,}5$ °C

Теодолит Т15 № 300803
Коллиматор 1 (АК-0,25) № 67241
Коллиматор 2 (АК-0,25) № 67242
$\alpha = 0°16'$

Номер приема	Отсчеты по вертикальному кругу		$A_1 - A_2$	$\varepsilon_{max} = (A_1 - A_2)/2$,
	A_1	A_2		
1	15,6′	16,2′	—0,6′	—0,30′
2	15,7	16,1	—0,4	—0,20
3	15,6	16,1	—0,5	—0,25
4	15,8	16,2	—0,4	—0,20
5	15,8	16,1	—0,3	—0,15
6	15,6	16,0	—0,4	—0,20
				$\varepsilon_{max_{ср}} = -0{,}22' = -13''$

$$v = \varepsilon_{max} - \varepsilon_{max_{ср}}; \quad \Sigma v^2 = 0{,}0134;$$

$$\varepsilon_{в.\,к} = \varepsilon_{max} \cos\alpha = -13'' \cos\alpha;$$

$$m_{\varepsilon_{max}} = \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0{,}0134}{30}} = 0{,}021' = 1{,}3''.$$

10—30 м от теодолита. Погрешность за качку фокусирующего устройства получают по формуле

$$\delta_{фок} = \frac{(a_2 - a_1)}{2S}\rho,$$

где a_1, a_2 — отсчеты по шкале относительно вертикальной нити сетки при перефокусировке трубы; S — расстояние от теодолита до шкалы; $\rho = 206265''$.

Погрешность за перефокусировку трубы, связанную с изменением расстояния визирования, необходимо определять по колебаниям C или М0, получаемым при наблюдении марок, установленных на разных расстояниях от прибора.

Марка (или другие объекты наблюдений) для определения значений C (М0) должны по возможности располагаться в одном створе и на одном горизонте (отклонение не более 3°).

3.2.17. Среднюю квадратическую погрешность m_β горизонтального угла следует определять из измерений горизонтального угла в пределах 90°±30°; разность вертикальных углов двух визирных целей, между которыми измеряется угол, должна быть не менее 20°. Значение m_β вычисляют по формуле

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}},$$

Таблица 8

Дата: 01.12.1985 г.
Время: 9^h30^m
$t = +20{,}7°$ С

Теодолит 2Т2 № 125050
Контрольный угол $\beta = 85°40'$

Номер приема	Номер направления	Отсчеты по горизонтальному кругу		Л—П	(Л+П)/2	β
		Л	П			
III	*1*	30°00′16,4″	210°00′18,2″	—1,8″	17,3″	
	2	115 40 23,7	295 40 27,5	—3,8	25,6	85°40′08,3″

где v — уклонение каждого результата измерений горизонтального угла от его среднего значения; n — число приемов.

Измерения производят 12 приемами с перестановкой лимба через 15° четырьмя сериями. Рекомендуемая форма записи результатов измерений горизонтального угла при поверке приведена в табл. 8.

Значение m_β допускается определять (рис. 3) по величине отклонения суммы трех углов $(\beta_1+\beta_2+\beta_3)$ от 360°.

В этом случае углы β_1, β_2, β_3 образуются направлениями на вертикальные штрихи сеток трех автоколлиматоров, устанавливаемых в точках M_1, M_2, M_3 на разных высотах с разницей углов наклона между направлениями в пределах ±20°. Величины горизонтальных углов должны быть в пределах 150°.

Измерения горизонтальных углов β_1, β_2, β_3, выполняют двумя сериями по 6 приемов в каждой. В серии лимб переставляют между приемами на 30°, а между сериями — дополнительно на 15°.

Погрешность измерения углов δ вычисляют по формуле

$$\delta = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) - 360°,$$

где β_1, β_2, β_3 — измеренные углы в каждом приеме.

Значение m_β вычисляют по формуле

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\Sigma\delta^2}{3n}},$$

где n — количество приемов.

3.2.18. Среднюю квадратическую погрешность m_α измерения вертикального угла одним приемом получают на основании k измерений вертикальных углов ($k \geqslant 4$) в диапазоне ±30°.

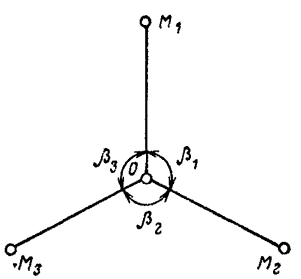


Рис. 3. Схема направлений, образующих углы, для определения средней квадратической погрешности горизонтального угла

Таблица 9

Дата: 06.12.1985 г.
Время: 14^h20^m
$t = +20{,}4°$ С

Теодолит Т1 № 037

Номер приема	Номер направления	Отсчеты по вертикальному кругу		МО	α
		Л	П		
III	*1*	0°00′37,2″	179°59′28,4″	+2,8″	+0°00′34,4″
	2	359 59 26,6	180 00 35,8	+1,2	−0 00 34,6
					$d\alpha = -0{,}2''$

Углы задают коллиматорами, которые образуют одну оптическую ось и располагаются по обе стороны от теодолита.

Значение m_α вычисляют по формуле

$$m_\alpha = \sqrt{\frac{\Sigma d\alpha^2}{2kn}},$$

где $d\alpha = |\alpha_{пр}| - |\alpha_{обр}|$; k — число измеренных углов; n — число приемов. Каждый угол измеряют 4 полными приемами. Формула записи результатов измерений вертикальных углов при поверке приведена в табл. 9.

Для теодолитов типов Т5, Т15 и Т30 в измеренные значения углов α предварительно вводят поправки за влияние эксцентриситета вертикального круга. Для таких теодолитов допускается m_α определять по результатам измерения эталонных углов между коллиматорами. Погрешность определения эталонного угла должна быть в 3 раза меньше допускаемой погрешности измерения угла поверяемых теодолитов. При этом количество приемов должно быть не менее 6, количество направлений — не менее 3. Измерения вертикальных углов допускается производить по трем нитям, в этом случае количество приемов измерений сокращают в три раза.

4. Оформление результатов поверки

4.1. Результаты эксплуатационной поверки теодолитов в топографо-геодезическом производстве могут оформляться одним из следующих способов:

выдачей протокола (свидетельства) о ведомственной поверке;

записью в паспорте (формуляре) прибора результатов поверки;

записью результатов поверки в журнале по форме, согласованной с ОТК и метрологической службой предприятий.

4.2. Теодолиты, не удовлетворяющие требованиям действующих нормативно-технических документов и актов, к эксплуатации не допускаются; при неудовлетворительных результатах поверки допускаются юстировка прибора и повторное проведение операции.

Приложение обязательное

Основные виды теодолитов, подлежащие поверке

Тип теодолита	Наименование и характеристика теодолита	Равноценный тип теодолита	Преимущественная область применения
Т1	Теодолит высокоточный оптический. Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла 1″	ОТ-02, ОТ-02М УВК (СССР); ДКМ-3, ДКМ-3А Т3 (Швейцария)	Триангуляция и полигонометрия 2 класса
Т2	Теодолит точный оптический. Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла 2″	2Т2, 2Т2А, ТБ-1, ТБ-3 (СССР); Тео 010 В, Тео 010 А (ГДР); Те-В1, Те-В3 (ВНР)	Триангуляция и полигонометрия 3 и 4 классов
Т5	Теодолит точный оптический. Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла 5″	Т5К, 2Т5, ОТШ; ТТ-4, 2Т5К, 2Т5КП (СССР); Тео 020 А, Тео 020 В (ГДР)	Аналитические сети и полигонометрия 1 и 2 разрядов
Т15	Теодолит технический оптический. Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла 15″	Т15К, ТТ-5 Т15М (СССР); Тео 080, Тео 080 А (ГДР)	Теодолитные и тахеометрические хода. Измерение углов в съемочных сетях
Т30	Теодолит технический оптический. Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла 30″	2Т30, ТМ-1, ТОМ (СССР); Тео 120 (ГДР)	Теодолитные и тахеометрические хода. Измерение углов в съемочных сетях

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция на методы и средства поверки теодолитов в эксплуатации (ГКИНП 17-195—85) 3

1. Общая часть 3
2. Условия проведения поверки 3
3. Поверка теодолитов 4
4. Оформление результатов поверки 20

Инструкция на методы и средства поверки нивелиров и нивелирных реек в эксплуатации (ГКИНП 17-196—85) 21

1. Общая часть 21
2. Условия проведения поверки 22
3. Поверка нивелиров 23
4. Поверка нивелирных реек 39
5. Оформление результатов эксплуатационной поверки . . . 43

Инструкция на методы и средства поверки в эксплуатации геодезических приборов для линейных измерений (ГКИНП 17-197—85) 44

1. Общая часть 44
2. Условия проведения поверки 45
3. Поверка свето- и радиодальномеров 46
4. Поверка оптических дальномеров 50
5. Поверка рулеток и землемерных лент 54
6. Оформление результатов поверки 55

Инструкция на методы и средства поверки тахеометров и кипрегелей в эксплуатации (ГКИНП 17-198—85) 56

1. Общая часть 56
2. Условия проведения поверки 57
3. Поверка тахеометров 58
4. Поверка кипрегелей 63
5. Поверка электронных тахеометров 65
6. Оформление результатов поверки 69

Инструкция на методы и средства поверки в эксплуатации геодезических приборов для ориентирования — гиротеодолитов и буссолей (ГКИНП 17-199—85) 70

1. Общая часть 70
2. Условия проведения поверки 70
3. Поверка гиротеодолитов 71
4. Поверка буссолей 74
5. Оформление результатов поверки 75

ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

СБОРНИК ИНСТРУКЦИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОВЕРОК ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Редактор издательства **Т. А. Борисова**
Обложка художника **В. И. Казаковой**
Художественный редактор **В. В. Шутько**
Технический редактор **Л. Г. Лаврентьева**
Корректор **К. И. Савенкова**

ОИБ 7763

Сдано в набор 05.08.87. Подписано в печать 16.11.87. Т-22939. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная № 2. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 5,0. Усл. кр.-отт. 5,13. Уч.-изд. л. 5,38. Тираж 32 300 экз. Заказ 569/1667-8. Цена 30 коп.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 125047, Москва, пл. Белорусского вокзала, д. 3.

Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

Отпечатано в типографии Прейскурантиздата 125438, Москва, Пакгаузное шоссе, 1. Зак. 386.

gost.e-ecolog.ru