ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ, НОРМЫ И ПРАВИЛА

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

ГКИНП (ГНТА) 17-195-99

(ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ)

Обязательна для организаций, предприятий и учреждений, выполняющих топографо-геодезические работы на территории Российской Федерации, независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности

Москва - 1999 г.

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ, НОРМЫ И ПРАВИЛА

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

ГКИНП (ГНТА) 17-195-99

(ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ)

Обязательна для организаций, предприятий и учреждений, выполняющих топографо-геодезические работы на территории Российской Федерации, независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности

Москва - 1999 г.

Инструкция по проведению технологической поверки геодезических приборов. М., 1999 г., 56 с.

(Геодезические. картографические инструкции, нормы и правила).

Настоящая инструкция разработана Центральным ордена «Знак почета» научно-исследовательским институтом геодезии, аэросъемки и картографии им. Ф.Н. Красовского - Головной организацией метрологической службы Роскартографии.

В инструкции изложены операции и методы проведения поверки геодезических приборов (теодолитов, нивелиров, нивелирных реек, электромагнитных дальномеров, номограммных и электронных тахеометров, кипрегелей, мерных лент и рулеток, гиротеодолитов) в процессе производства топографо-геодезических работ.

Результаты технологической поверки не исключают, а лишь дополняют данные поверки средств измерений, проводимой в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» аккредитованными метрологическими службами.

Инструкция согласована с действующими нормативными актами системы ГКИНП на конкретные виды топографо-геодезических работ в отношении объема и обязательности проведения операций поверочных работ; в части порядка и методики осуществления операций технологической поверки следует руководствоваться требованиями настоящей инструкции.

Утверждена приказом руководителя Роскартографии от 17 июня 1999 г. № 80-пр.

С введением в действие данного нормативного акта утрачивают силу инструкции ГКИНП 17-195-85 ÷ ГКИНП 17-199-85.

Вводится в действие с 1 октября 1999 г.

© ЦНИИГАиК, 1999

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая Инструкция распространяется на методы и средства технологической поверки геодезических приборов, применяемых при производстве геодезических работ в соответствии с действующими технологическими инструкциями системы ГКИНП.

Применяемая терминология - в соответствии с приложением 1.

1.2 Инструкция является составной частью системы общеобязательных нормативно-технических актов, утверждаемых Федеральной службой геодезии и картографии России в соответствии с положением о Федеральной службе геодезии и картографии России и Федеральным Законом «О геодезии и картографии», и направлена на обеспечение единства геодезических измерений и высокого качества работ.

1.3 Перечень геодезических приборов, на которые распространяется данная Инструкция, приведен в приложении 2.

1.4 Периодичность выполнения операций поверочных работ должна определяться технической инструкцией системы ГКИНП на проведение конкретных видов работ и отражаться в технических проектах на производство работ.

1.5 Допустимые значения проверяемых метрологических параметров и характеристик геодезических приборов устанавливаются действующими инструкциями ГКИНП по проведению конкретных видов работ и (или) техническими условиями (ТУ) изготовителя.

1.6 Содержание, построение и изложение Инструкции соответствует требованиям ГКИНП-119-94 и нормативных документов (НД) государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 Перед началом поверки геодезические приборы и все используемые при ее проведении технические средства должны быть приведены в рабочее состояние в соответствии с инструкциями по их эксплуатации (ИЭ).

2.2 При выполнении поверки в помещении должны выполняться следующие требования:

- температура окружающего воздуха должна быть в пределах $(+20\pm5)^{\circ}C$;
- скорость изменения температуры должна быть не более 3°С в час;
- относительная влажность не более 90%;
- колебания напряжения электропитания - не более 10%

При проведении поверки вне помещения условия видимости должны быть благоприятными, колебания изображения - минимальными, на приборы не должны попадать прямые солнечные лучи, скорость ветра не должна превышать 4 м/с; измерения должны проводиться при полном отсутствии осадков.

2.3 При проведении поверки должны соблюдаться правила работы с измерительными приборами, указанные в эксплуатационной документации, а также правила по технике безопасности.

2.4 Технологическую поверку проводит специалист, за которым закреплено поверяемое средство измерений (СИ) для выполнения топографо-геодезических работ.

3 ПОВЕРКА ТЕОДОЛИТОВ

3.1 Операция поверки

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

3.1.2 Периодичность проведения операций поверки - в соответствии с требованиями Инструкции по построению государственной геодезической сети и Инструкции по полигонометрии.

Таблица 1

Операции поверки	Номера пунктов методики поверки	Обязательность проведения
1	2	3
1. Проверка внешнего состояния и комплектности	3.2.1	Да
2. Опробование	3.2.2	Да
3. Проверка уровней	3.2.3	Да
4. Проверка правильности установки сетки нитей	3.2.4	Да
5. Проверка перпендикулярности визирной и горизонтальной осей	3.2.5	Да
6. Определение места нуля (места зенита) вертикального круга	3.2.6	Да
7. Проверка перпендикулярности горизонтальной и вертикальной осей	3.2.7	Да
8. Определение максимального влияния эксцентриситета вертикального круга	3.2.8	Только у теодолитов с односторонней системой отсчитывания по ВК
9. Проверка правильности установки уровня на трубе	3.2.9	Только у теодолитов с уровнем на зрительной трубе

1	2	3
10. Определение рена отсчетной системы горизонтального и вертикального кругов	3.2.10	У теодолитов с оптическим микрометром и шкаловым микроскопом
11. Определение диапазона и погрешности работы компенсатора	3.2.11	У теодолитов с компенсатором в отсчетной системе В/К
12. Проверка работы оптического центрира	3.2.12	У теодолитов с оптическим центриром
13. Контрольные измерения углов	3.2.13	Если это предусмотрено техническим проектом на выполнение работ

Примечание: «ДА» - означает обязательность проведения операции поверки для всех типов теодолитов;

«ВК» - вертикальный круг.

3.2 Проведение операций 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 10529-96, 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 обеспечивать четкие изображения визирных целей и отсчетных шкал;
- комплектность прибора должна соответствовать указанной в его паспорте.

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;
- устойчивость штатива, надежность фиксации ножек, работоспособность присоединительных приспособлений;
- работоспособность установочных приспособлений и плавность вращения всех подвижных частей;
- фиксация зеркала подсветки и поворотной призмы контактного уровня в заданном положении;
- наличие и работоспособность штатных элементов питания, электрических контактов и равномерность электроосвещения (в теодолитах с электроподсветкой);
- воспроизводимость автоколлимационного изображения при наблюдении на зеркало (в автоколлимационных теодолитах).

У теодолитов с цифровым отсчетом проверяют работоспособность табло и в случае необходимости тестируют систему выдачи информации способами, указанными в ИЭ прибора.

3.2.3 Для проверки перпендикулярности оси цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга к вертикальной оси вращения прибора 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 исправительными винтами уровня, а затем повторить проверку.

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

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

Операция его поверки осуществляется аналогичным образом.

3.2.4 Правильность установки сетки нитей трубы состоит в том, что горизонтальный штрих ее должен быть горизонтальным, а другой (ему перпендикулярный) - вертикальным.

При проверке трубу наводят на четко видимую удаленную точку. Если изображение точки при наклоне трубы, 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 ширины биссектора для Т15 и Т30, то сетку необходимо развернуть.

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

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

3.2.5Неперпендикулярность визирной оси зрительной трубы к горизонтальной оси ее вращения вызывает коллимационную погрешность С.

Для проверки теодолита с двусторонней отсчетной системой по лимбу необходимо после горизонтирования прибора навести зрительную трубу на удаленную, отчетливо видимую цель и сделать отсчет *КЛ* при круге лево по горизонтальному кругу. Затем перевести трубу через зенит, навести ее на ту же цель и сделать отсчет *КП* при круге право. Разность отсчетов *КЛ–КП* должна быть равна 180°. Отклонение разности от 180° равно двойной коллимационной погрешности: $2C = КЛ - КП \pm 180^0$.

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 коллимационной погрешности указанных теодолитов следует выполнять следующим образом.

После установки теодолита в рабочее 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°, горизонтируют прибор, вновь наводят на ту же точку при двух положениях круга и получают разность $КЛ_2–КП_2$. Величина двойной коллимационной погрешности будет

$$2C = \frac{\left(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^0\right) + \left(КЛ_2 - КП_2 \pm 180^0\right)}{2}.$$

3.2.6 Место нуля М0 (зенита М3) вертикального круга определяют визированием на четко видимую точку при двух положениях круга и взятием отсчетов *КЛ* и *КП* по вертикальному кругу. Перед взятием отсчетов приводят пузырек

уровня при вертикальном круге на середину (за исключением приборов с компенсатором).

Вычисление М0 (М3) в зависимости от системы оцифровки круга производят по формуле, указанной в ИЭ на конкретный тип теодолита.

3.2.7 Проверку неперпендикулярности вертикальной и горизонтальной осей выполняют одним из следующих способов.

При наведении на горизонтально расположенную цель добиваются того, чтобы у поверяемого теодолита $C=0$. Затем теодолит тщательно горизонтируют, наводят зрительную трубу на четкую точку, расположенную под углом не менее 15° к горизонту. Берут отсчеты *КП* и *КЛ* по горизонтальному кругу. Значение неперпендикулярности осей p вычисляют по формуле

$$p = 1/2\ (КЛ - КП \pm 180°)\ \mathrm{ctg}\alpha,$$

где α – угол наклона линии визирования.

Другой способ рекомендуется для теодолитов технической точности, у которых преобладающей является погрешность отсчета. Теодолит тщательно горизонтируют и наводят трубу на высоко расположенную точку ($\alpha>20°$) последовательно 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 р вычисляют по формуле

$$\mathrm{p}= \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2Д} \rho \cdot ctg\alpha\,,$$

где $Д$ – расстояние от прибора до шкалы; $\rho = 206265''$.

Измерения должны выполняться четным числом приемов (2 или 4) с целью исключения влияний качки вертикальной оси, и за окончательное значение р принимают среднее из всех приемов.

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

$$\rho = (\frac{Л + П}{2} - НП)\tau ,$$

где $Л$, $П$ - отсчеты по левому и правому концам пузырька уровня;

τ - цена деления уровня;

$НП$ - нуль-пункт уровня.

Допускается для проверки использовать коллиматорный стенд УК-1 с коллиматорами, расположенными на углах ±50°, применяя методику, изложенную в ГОСТ 10529-96.

3.2.8 Для определения максимального влияния эксцентриситета вертикального круга выбирают линию на местности длиной не менее 300м. На одном ее конце устанавливают поверяемый теодолит, приводят в рабочее положение и тщательно измеряют рулеткой высоту прибора до горизонтальной оси (l) с округлением результата до 1 мм. На другом конце устанавливают рейку, веху или марку на штативе, так чтобы точка визирования находилась на высоте горизонтальной оси теодолита l. Измеряют угол наклона $\alpha_{пр}$ полным приемом. Затем меняют теодолит и визирную цель местами и измеряют угол $\alpha_{обр}$ в обратном направлении, сохранив при установке теодолита высоту горизонтальной оси l.

Максимальное влияние эксцентриситета вертикального круга определяют по формуле

$$\varepsilon_{ВК} = \frac{\alpha_{пр} - \alpha_{обр}}{2\cos\alpha},$$

где α - среднее значение угла из прямых и обратных измерений.

Для контроля погрешности $\varepsilon_{ВК}$ измерение повторяют и за окончательный результат принимают среднее значение из двух приемов.

3.2.9 Проверку правильности установки цилиндрического уровня при трубе можно выполнять одним из способов, принятых для проверки угла *i* нивелиров (раздел 4).

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

$$r_в = (A_1 - A_2)\mu_0 + \frac{\mu}{2};\quad r_н = (A_1 - A_3)\mu_0 + \frac{\mu}{2},$$

где μ_0 – цена деления шкалы микрометра.

Далее вычисляют среднее значение рена

$r = (r_в + r_н)/2$.

Установки алидады горизонтального круга для теодолитов с делениями в 4′, 10′ и 20′ показаны в табл. 2, а пример определения рена в приложении 3.

Установку вертикального круга выбирают в диапазоне ± 10° относительно горизонтального положения трубы через интервал (2°+μ) в прямом и обратном ходах.

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

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

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

3.2.11 Проверка работы компенсатора должна выполняться для теодолитов, имеющих самоустанавливающийся отсчетный индекс вертикального круга.

Для проверки выбирают какую-либо визирную цель и устанавливают теодолит на штативе так, чтобы один из подъемных винтов подставки был расположен в направлении визирной цели. Горизонтируют прибор по уровню при алидаде горизонтального круга и производят отсчет по вертикальному кругу. Действуя подъемным винтом подставки, наклоняют теодолит на γ (наклон задают по вертикальному кругу), где γ – угол, соответствующий диапазону работы компенсатора.

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

Наклоняют ось вращения алидады на γ, 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.

У электронных теодолитов проводят проверку датчика углов наклона аналогично описанному выше с той лишь

разницей, что отсчеты по вертикальному кругу считывают с цифрового табло.

3.2.12 Для проверки совпадения визирной оси оптического центрира с вертикальной осью вращения 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 дважды верхнюю часть теодолита на 120° и отмечают проекции сетки при каждом его положении на листе точки. Несовпадение полученных точек при повороте алидады теодолита характеризует точность работы и юстировки центрира.

3.2.13 Контрольные измерения горизонтальных углов проводят с целью оценки средней квадратической погрешности горизонтального (m_β) и вертикального (m_α) углов.

Порядок определения значений m_β и m_α и формулы для вычислений - в соответствии с ГОСТ 10529-96. При измерении горизонтального угла β, выбираемого в пределах $(90\pm30)^\circ$, делают 6 независимых приемов на симметричных (для оптических теодолитов) или произвольных (для электронных теодолитов) установках лимба. При измерении вертикального угла α (зенитного расстояния Z) выбирают три угла в пределах $\pm30^\circ$ $(60\div120)^\circ$ и производят три независимых приема.

4 ПОВЕРКА НИВЕЛИРОВ

4.1 Операции поверки нивелиров

4.1.1 При проведении поверки нивелиров выполняются операции, указанные в табл.3.

Таблица 3

Операции поверки	Номера пунктов инструкции	Обязательность проведения
1	2	3
1. Проверка внешнего состояния и комплектности	4.2.1	Да
2. Опробование	4.2.2	Да
3. Проверка установочных уровней	4.2.3	Да
4. Проверка правильности установки сетки нитей зрительной трубы	4.2.4	Да
5. Определение угла *i*	4.2.5	Да
6. Проверка диапазона и погрешности работы компенсатора	4.2.6	Для нивелиров с компенсатором
7. Проложение контрольного хода	4.2.7	Да, для нивелиров, применяемых в нивелировании I, II классов; для остальных приборов - в случае, если это предусмотрено техническим проектом на выполнение нивелирных работ

4.1.2 Периодичность проведения операций поверки - в соответствии с требованиями «Инструкции по нивелированию I, II, III и IV классов».

4.2 Проведение операций поверки

4.2.1 Проверку внешнего состояния и комплектности нивелира производят осмотром. При этом проверяют:

- чистоту оптических деталей зрительной трубы;
- контрастность и четкость изображения нитей сетки, концов пузырька контактного уровня и отсчетной шкалы микрометра;
- отсутствие коррозии и дефектов на приборе, которые могут затруднить работу с прибором;
- комплектность нивелира, которая должна соответствовать указанной в паспорте нивелира.

4.2.2 Проверку работоспособности нивелира и взаимодействие его подвижных узлов производят опробованием. При опробовании обращают внимание на:

- исправность всех частей нивелира;
- отсутствие качаний в подъемных, наводящих и закрепительных винтах;
- плавность вращения окуляра, головки, перемещающей фокусирующую линзу, элевационного винта и барабана оптического микрометра;
- исправность зеркала подсветки уровня и крепления всех подвижных частей нивелира и стопорных винтов;
- работоспособность юстировочных винтов, которые должны занимать среднее положение.

При проверке нивелира с компенсатором необходимо убедиться, что подвесная система компенсатора и демпфер функционируют. При проверке цифровых нивелиров контролируют работоспособность табло и программ, предусмотренных для микропроцессора.

При опробовании проверяют исправность штатива, надежность закрепления винтов и гаек на штативе; убеждаются, подходит ли становой винт к нивелиру. Для этого нивелир устанавливают на штатив и приводят его в рабочее положение; наводят трубу на рейку и запоминают по ней отсчет. Затем слегка нажимают на головку штатива, после чего опять отсчитывают по рейке. При устойчивом штативе отсчеты по рейке и положение пузырька отличаются от первоначального в пределах точности отсчитывания. При поверке нивелира с компенсатором при легком постукивании по штативу отсчет по рейке не должен изменяться. Если отсчеты различаются, то следует установить и устранить причины этого явления.

4.2.3 Проверку установочных уровней производят аналогично тому, как изложено для теодолитов (см. п. 3.2.3).

4.2.4 Проверку правильности установки сетки нитей производят для того, чтобы убедиться, что вертикальная нить сетки при среднем положении пузырька уровня совпадает с отвесной линией, а ось биссектора (горизонтальная нить сетки) перпендикулярна к вертикальной оси нивелира. Проверку выполняют следующим образом. На удалении 10-15 м от нивелира подвешивают отвес. Приводят нивелир в рабочее положение и наводят вертикальную нить сетки на нить отвеса. Если один конец вертикальной нити сетки отклоняется от нити отвеса более чем на 0,5 мм (определяется при помощи линейки), то установку сетки нитей исправляют.

После юстировки положения сетки проверку повторяют, чтобы убедиться, что вертикальная нить установлена правильно. Перпендикулярность горизонтальной нити сетки к вертикальной оси нивелира типа Н-05 проверяют следующим образом. Приводят нивелир в рабочее положение

(горизонтируют), наводят точкой *а* (рис.1) горизонтальной нити сетки на четко видимую цель, находящуюся на расстоянии около 10 м от нивелира, точно совмещают изображения концов пузырька контактного уровня и отсчитывают по шкале оптического микрометра с точностью до 0,1 деления (отсчет по шкале микрометра должен быть на участке шкалы, близком к отсчету 50). Наводят на ту же цель точки *б*, *в*, *г* горизонтальной нити и биссектора и аналогично предыдущему отсчитывают по шкале микрометра

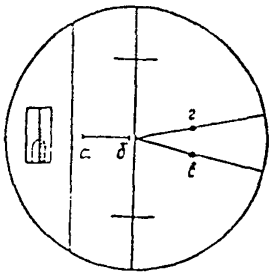


Рис. 1.
Вид поля зрения окуляра нивелира Н-05

Если разность между полусуммами $\frac{а+б}{2}-\frac{в+г}{2}$ более двух делений шкалы микрометра, то нивелир нуждается в замене сетки нитей.

Проверку установки горизонтальной нити сетки у нивелиров типов Н-3 и Н-10 производят следующим образом. Приводят нивелир в рабочее положение, наводят краем горизонтальной нити на четко видимую цель, находящуюся на удалении около 10 м от нивелира. Медленно перемещают в горизонтальной плоскости зрительную трубу наводящим винтом и следят, не отклоняется ли горизонтальная нить с выбранной цели. При отклонениях более 2 мм выполняют юстировку сетки нитей.

4.2.4 Для проверки правильности установки цилиндрического уровня необходимо соблюдать два условия:

а) отвесная плоскость, проходящая через ось уровня, должна быть параллельна отвесной плоскости, проходящей через визирную ось зрительной трубы;

б) проекция на отвесную плоскость угла между осью уровня и визирной осью трубы (угол *i*) должна быть не более установленной величины.

Примечание. У нивелиров с компенсатором угол *i* - это угол между горизонтальной плоскостью и визирной осью трубы.

Для проверки первого условия нивелир устанавливают в 50 м от рейки, при этом один подъемный винт подставки должен быть направлен в сторону рейки. Тщательно горизонтируют прибор, совмещая элевационным винтом концы пузырька уровня; вводят в биссектор сетки один из штрихов рейки и записывают отсчет по шкале микрометра.

Далее подъемными винтами дают боковой наклон оси прибора (примерно на два полных оборота винта), следя при этом, чтобы штрих рейки оставался в биссекторе, а отсчет по шкале микрометра не изменялся. Те же операции необходимо проделать при боковом наклоне оси в противоположную сторону. Если в обоих случаях концы пузырька уровня остаются в совмещенном положении или смещаются в обоих случаях идентично, установка уровня считается правильной. В противном случае должна быть выполнена юстировка уровня с помощью боковых юстировочных винтов.

Определение угла *i* нивелира следует проводить одним из следующих способов: 1) нивелированием вперед, 2) нивелированием из середины в сочетании с нивелированием вперед и 3) нивелированием с различными плечами.

Количество приемов измерений в любом способе должно быть не менее трех. Окончательное значение угла *i* не должно превышать 10″ для всех типов нивелиров.

Способ нивелирования вперед основан на принципе двойного нивелирования двух точек *1* и *2*, закрепленных на местности костылями или кольями на расстоянии (50±10) м (рис.2).

Нивелир устанавливают над одной из точек, приводят его в рабочее положение, измеряют рулеткой высоту h_1 визирной оси трубы над точкой *1* с оценкой до 1 мм и берут отсчет l_2 по рейке, установленной в точке *2*. Меняют местами нивелир и рейку, повторяют описанные выше действия, получают высоту h_2 и отсчет l_1.

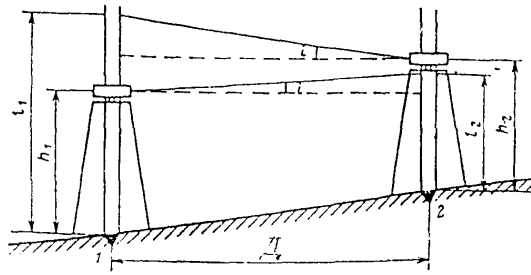


Рис. 2.
Взаимное расположение нивелира и реек при определении угла *i* по способу нивелирования вперед

Значение угла *i* вычисляют по формуле:

$$i = \frac{\left[\left(h_1 + h_2\right) - \left(l_1 + l_2\right)\right]\rho}{2Д},$$

где $Д$ – расстояние между точками *1* и *2*.

Угол *i* по способу нивелирования из середины в сочетании с нивелированием вперед определяют в такой последовательности. Линию длиной 40–60 м закрепляют кольями, на которых устанавливают рейки в точках *1* и *2* (рис. 3). Нивелир устанавливают между точками *1* и *2* на равном

расстоянии от них и приводят в рабочее положение, берут отсчеты по рейкам l_1 и l_2. Переносят нивелир в точку, удаленную от точки *2* на 5–10 м ($Д_1$), и берут отсчеты l_1'' и l_2'. Значение угла i вычисляют по формуле

$$i = \frac{\left[\left(l_1' - l_2'\right) - \left(l_1 - l_2\right)\right]\rho}{Д} = \frac{h' - h}{Д}\rho.$$

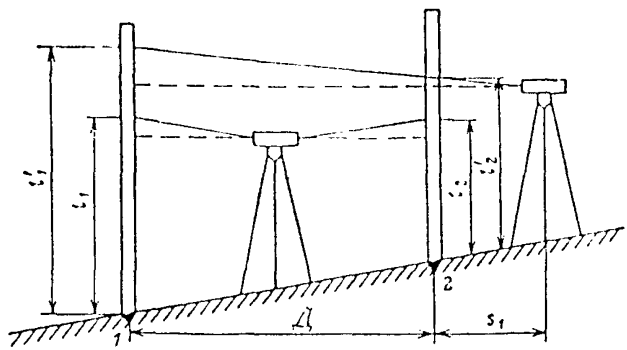


Рис. 3.
Взаимное расположение нивелира и реек при определении угла i по способу нивелирования из середины в сочетании с нивелированием вперед

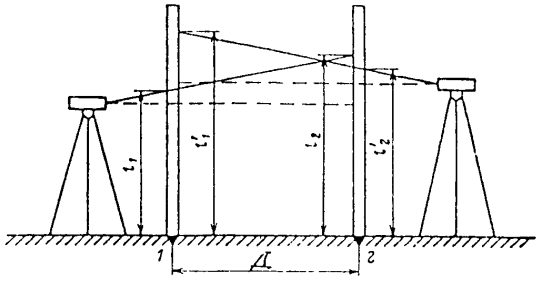


Рис. 4.
Взаимное расположение нивелира и реек при определении угла *i* по способу нивелирования с разными плечами

При третьем способе определения угла *i* (нивелирования с различными плечами) линию длиной (50±10) м закрепляют костылями и определяют превышение между ними с двух станций. Нивелир устанавливают на расстоянии 3–5 м от рейки на продолжении створа 1–2 (рис 4) Производят отсчет l_1 по ближайшей рейке и, изменив фокусировку трубы, производят 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. Угол *i* вычисляют по формуле $i = X\rho / Д$,

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

Примеры определения угла *i* приведены в приложении 4.

4.2.6 Проверка работоспособности компенсатора нивелира должна включать: определение систематической погрешности компенсации и диапазона работы.

В полевых условиях погрешность работы компенсатора $\sigma_к$ определяют следующим образом.

Нивелир располагают в середине створа между двумя рейками, установленными по уровню и укрепленными с помощью рейкодержателей.

Наблюдения выполняют сериями, общее число которых должно быть не менее 2. Перед взятием отсчетов по рейкам оси нивелира задают наклоны I–V (рис.5) подъемными винтами.

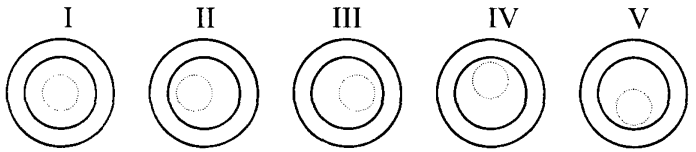


Рис. 5.
Положение пузырька установочного уровня при наклоне оси нивелира подъемными винтами

В каждой серии для каждого наклона оси определяют превышение по основной и дополнительной шкалам реек. У двухсторонних реек - по черной и красной сторонам. Перед каждой серией изменяют высоту прибора.

Для высокоточных нивелиров проверку выполняют при расстояниях между рейками 10, 50 м; для точных нивелиров – 10 и 75 м; для технических – 100 м.

Систематическую погрешность компенсации $\sigma_к$ на 1' наклона оси нивелира вычисляют по формуле

$$\sigma_к = \frac{(h_\nu - h_0)}{2Д\nu}\rho ,$$

где h_ν, h_0 – превышения, полученное при наклоне оси нивелира и при $\nu=0$;

$Д$ - расстояние до рейки.

Пример проверки качества работы компенсатора нивелира в полевых условиях приведен в рекомендуемом приложении 5.

4.2.7 Контрольный нивелирный ход прокладывают с целью проверки работоспособности и точности измерений нивелира в целом. Рекомендуемая длина хода 1-1.5 км. Превышение между реперами, закрепляющими контрольный ход на местности, должны быть известны с погрешностью не более 1/3 m_h, где m_h - допустимая средняя квадратическая погрешность нивелирования поверяемым прибором на 1 км двойного хода.

Нивелирный ход прокладывают по методике, регламентируемой «Инструкцией по нивелированию I, II, III и IV классов» для нивелиров, аналогичных по точности поверяемому. Сумма превышений в контрольном ходе $\sum h_{изм}$, полученная поверяемым нивелиром, должна удовлетворять условию

$$h_0 - \sum h_{изм} \le 3m_h \sqrt{L},$$

где L – длина хода в км;

m_h - допустимая погрешность нивелирования на 1 км двойного хода;

h_0 - эталонное значение превышения.

Для высокоточных нивелиров допускается проложение замкнутого хода с оценкой результата по его невязке.

5 ПОВЕРКА НИВЕЛИРНЫХ РЕЕК

5.1 Операции поверки

5.1.1 При проведении технологической поверки нивелирных реек должны выполняться операции, указанные в табл.4.

Таблица 4

Операции поверки	Номер пункта инструкции	Обязательность проведения
1. Проверка внешнего состояния и опробование	5.2.1	Да
2. Проверка правильности установки уровня на рейке	5.2.2	У реек с уровнем
3. Определение средней длины метровых интервалов	5.2.3	Да
4. Определение разностей высот нулей шкал	5.2.4	У реек двухсторонних и с двумя шкалами на одной стороне
5. Определение стрелки прогиба рейки	5.2.5	Только у деревянных реек

Периодичность операций поверки реек указывается в Инструкции по нивелированию I, II, III и IV классов.

5.2 Проведение операций поверки реек

5.2.1 Внешний осмотр и опробование.

При внешнем осмотре реек обращают внимание на качество окраски штрихов и оцифровки реек , а также на равномерность и чистоту красочных покрытий. На рабочей поверхности реек не должно быть больших пятен, царапин и отслаивания краски, затрудняющих взятие отсчетов по рейке. Крепление ручек, круглого уровня и пяток реек должно быть надежным. Между корпусом и пяткой рейки не должно быть щелей. У инварных реек проверяют натяжение инварной полосы. По эксплуатационной документации проверяют наличие принадлежностей в комплекте реек.

При опробовании проверяют работоспособность и надежность фиксации фурнитуры складных реек.

5.2.2 Проверка правильности установки круглого уровня на рейке.

Правильность установки круглого уровня на рейке проверяют при помощи вертикальной нити сетки трубы нивелира или теодолита.

Рейку устанавливают на расстоянии 30 - 50 м от нивелира. Приводят вертикальную ось прибора в отвесное положение при помощи уровня и по команде наблюдателя устанавливают рейку так, чтобы ее ребро точно совпадало с вертикальной нитью сетки. Юстировочными винтами круглого уровня, установленного на рейке, приводят пузырек на середину ампулы. После этого поворачивают рейку на 90^0 и повторяют проверку. Во время проверки рейку следует поддерживать при помощи рейкодержателя штатива или прислонять ее к какому-либо предмету (столбу, забору).

Деревянные рейки допускается проверять по отвесу, подвешенному с помощью укрепленного на рейке кронштейна.

5.2.3 Контрольное определение длин метровых интервалов рейки в полевых условиях производят при помощи контрольной линейки.

При исследовании деревянных реек края шашечных делений, по которым будут производить отсчитывание, отмечают тонкими штрихами при помощи металлической линейки и остро отточенного карандаша. Исследуемую деревянную рейку кладут горизонтально. Интервалы шкалы 1-10, 10-20, 20-29, 48-57, 57-67 и 67-76 измеряют сначала в прямом, а затем в обратном направлении. При обратных измерениях контрольную линейку поворачивают на 180°. Измерение состоит из двукратного отсчитывания по концам метрового интервала при помощи контрольной линейки. Сначала отсчитывают по левому концу, а затем – по правому. Перед вторым измерением интервала линейку немного сдвигают.

Разности отсчетов по правому и левому концам контрольной линейки на каждом интервале не должны различаться между собой более чем на 0,10 мм. Если были получены большие расхождения, то контрольную линейку сдвигают еще раз и повторяют измерения. Грубые отсчеты вычеркивают, а из оставшихся берут среднее. Перед началом и в конце измерений каждой стороны рейки измеряют и записывают температуру контрольной линейки. В приложении 6 приведен пример компарирования деревянной рейки.

5.2.4 Разность высот нулей черной и красной сторон деревянных реек или основной и дополнительной шкал инварных реек определяют следующим образом:

В 20-30 м от нивелира забивают костыль (кол с гвоздем) или устанавливают нивелирный башмак. Устанавливают на него рейку и берут последовательно отсчеты по разным ее шкалам. Разность отсчетов определяет значение

разности высот нулей шкал (сторон). Всего делают три приема, между приемами изменяют горизонт нивелира на произвольную высоту. За окончательное значение разности высот нулей принимают среднее арифметическое из трех приемов.

5.2.5 Для определения прогиба корпуса рейки, последнюю укладывают боковым ребром на ровную поверхность и между ее концами натягивают нить. Линейкой с миллиметровыми делениями измеряют расстояния a_1, a_2 и a_3 от нити до плоскости шкалы на краях и в средней части рейки. Стрелку прогиба корпуса рейки характеризуют значением разности $[a_2 - (a_1+a_3) / 2]$, выраженным в миллиметрах (рис.6).

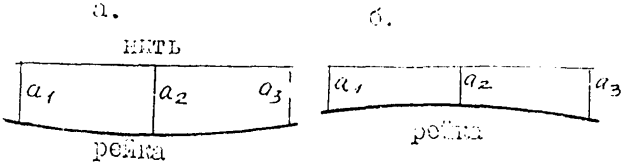


Рис. 6.
Определение стрелки прогиба рейки

6 ПОВЕРКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ

6.1 Операции поверки

6.1.1 При проведении поверки электромагнитых дальномеров должны выполняться операции, указанные в табл.5.

6.1.2 Периодичность операций поверки свето- и радиодальномеров устанавливается Инструкциями по проведе-

нию основных геодезических работ (ГКИНП по построению государственной геодезической сети, полигонометрии, трилатерации).

Таблица 5

Операции поверки	Номер пункта инструкции	Обязательность проведения
1. Проверка внешнего состояния и комплектности	6.2.1	Да
2. Опробование	6.2.2	Да
3. Проверка правильности установки уровней	6.2.3	Да
4. Проверка оптического центрира	6.2.4	У дальномеров с оптическими центрирами
5. Проверка правильности установки визирного устройства	6.2.5	Да
6. Контроль масштабной частоты кварцевых генераторов	6.2.6	У дальномеров, имеющих разъем для подключения частотомера
7. Контроль БКО	6.2.7	У светодальномеров с БКО
8. Контроль приборной поправки	6.2.8	Да
9. Контрольное измерение линий	6.2.9	У дальномеров, для которых не предусмотрен контроль частоты

6.2 Проведение операций поверки

6.2.1 Проверку внешнего состояния следует выполнять осмотром; проверку комплектности – осмотром и сличением с документацией.

При осмотре устанавливают состояние внешней отделки, убеждаются в отсутствии механических повреждений

корпуса приемопередатчика, антенны, отражателей, кабелей, блока питания и других узлов; проверяют сохранность информационных надписей и маркировки на панелях приемопередатчика; проверяют качество антикоррозийных покрытий и т.п.

6.2.2 Проверка функционирования прибора и его отдельных элементов и узлов должна осуществляться опробованием. При этом должна быть установлена работоспособность всех основных узлов прибора.

Опробование свето- и радиодальномеров сводится к следующим основным операциям: проверка легкости и плавности хода подвижных частей, определение качества работы зажимных и наводящих устройств; проверка пригодности для работы источника питания, надежности подключения кабелей; проверка по контрольным приборам соответствия режимов работы установленным требованиям; определение работоспособности индикаторов, в термостатированных приборах – проверка правильности работы термостата; наличие радиосвязи между станциями радиодальномера.

6.2.3 Проверка уровней приемопередатчика, отражателя, станции выполняется аналогично тому, как это было описано для теодолитов (п. 3.2.3) и нивелиров (п. 4.2.3).

6.2.4 Проверка юстировки оптического центрира, встроенного в дальномер, выполняется также, как было описано для центриров теодолитов (п. 3.2.12).

6.2.5 Параллельность визирного и оптического каналов светодальномера определяют следующим образом. Устанавливают отражатель на удалении 300-500 м от прибора. Наводят приемопередатчик на отражатель, пользуясь ви-

зирной системой, а затем - по максимуму электрического сигнала. Если центр сетки не совпадает с изображением отражателя, это свидетельствует о непараллельности каналов, что требует проведения юстировочных работ.

6.2.6 Для контроля масштабной частоты кварцевых генераторов необходимо привести приемопередатчик (станции) в рабочее положение и подключить частотомер к контактам, на которые выведены напряжения контролируемых частот.

Далее следует установить рабочие режимы работы частотомера с помощью соответствующих переключателей (согласно инструкции по эксплуатации). После этого необходимо включить приемопередатчик (станцию), установить рукоятки управления в положение, соответствующее контролю частоты кварцевого генератора, и провести измерения частотомером. Значение $\delta f = f_o - f_и$ не должно превышать установленного допуска $\delta f_{доп}$, где f_o – номинальное значение частоты, $f_и$ – измеренное частотомером значение частоты (откорректированное поправкой за температуру кварцевого генератора).

Если значение δf превышает $\delta f_{доп}$, необходимо настроить частоту в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора или вводить поправки в измерения расстояния с учетом действительного значения частоты - $f_и$.

6.2.7 Для проверки значения контрольного отсчета необходимо привести прибор в рабочее положение и надеть на объектив передающей системы БКО. В режиме точных измерений снять с табло три отсчета, среднее значение которых сравнить с паспортным значением. В случае его отличия необходимо произвести регулировку контрольного отсчета в соответствии с инструкций по эксплуатации прибора.

6.2.8 Контроль приборной поправки свето- и радиодальномеров можно производить разными способами.

Первый способ основан на измерении интервала базиса известной длины со смещением отражателя в пределах фазового цикла через 0,5; 1 или 2 м.

Пригодность этого способа, который может быть использован для топографических и геодезических светодальномеров и радиодальномеров, устанавливается для каждого конкретного типа прибора на основе испытаний на стадии разработки и ввода в эксплуатацию прибора.

Другой способ заключается в измерении нескольких интервалов базиса известной длины (5-6 в пределах 0,6 от верхнего предела измерений $Д_в$). Каждый интервал измеряют 4–6 приемами, в результаты измерений вводят поправки за метеоусловия и наклон линии. Погрешность в длине указанных базисов должна быть не более $(1 \div 1,5) \cdot 10^{-6}$ для геодезических и топографических светодальномеров (по абсолютной величине – не более 2 мм) и не более $(3 \div 5) \cdot 10^{-7}$ для высокоточных светодальномеров.

Приборная поправка K определяется как среднее значение из отдельных результатов, полученных на базисах; отдельное ее значение вычисляют как разность контрольного $Д_о$ и измеренного значений $Д_{изм}$, т.е. $K = Д_о - Д_{изм}$. Примеры определения приборной поправки светодальномера приведены в приложении 7.

Допускается для контроля приборной поправки дальномера (пар станций) применять способ, основанный на измерении нескольких линий, расположенных в одном створе, во всевозможных комбинациях (в соответствии с РТМ 68-8.21-94). Этот способ рекомендуется применять для тех дальномеров, у которых значение приборной поправки не зависит от длины измеряемой линии.

6.2.9 Для контрольных измерений выбирают интервал эталонного базиса длиной не менее $0,6/I_в$. Погрешность длины интервала базиса должна быть не более 1/3 $m_Д$ поверяемого дальномера.

Контрольные измерения производят в соответствии с методикой, рекомендуемой инструкцией по эксплуатации дальномера. Результаты измерений считают удовлетворительными, если соблюдено условие

$$\Delta Д=(Д_{изм} - Д_0) \leq 2m_Д ,$$

где $m_Д$ - средняя квадратическая погрешность измерений, принятая для дальномера проверяемого типа.

7 ПОВЕРКА РУЛЕТОК И ЗЕМЛЕМЕРНЫХ ЛЕНТ

7.1 Операции поверки

7.1.1 При проведении поверки рулеток и землемерных лент должны выполняться операции, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Операции поверки	Номер пункта Инструкции	Обязательность проведения и периодичность
1. Проверка внешнего состояния и опробование	7.2.1	Да Каждый раз перед началом работ
2. Проверка длины шкалы	7.2.2	Да Один раз в 3 месяца

7.2 Проведение операций поверки

7.2.1 Проверку внешнего состояния лент и рулеток выполняют визуальным осмотром и опробованием. При этом проверяют качество штрихов и надписей, убеждаются в от-

сутствии на полотне ленты (рулетки) изломов, коррозии, царапин и других дефектов, влияющих на качество измерений; проверяют ленту и рулетку на скручивание и раскручивание на сматывающем барабане, при этом не должно быть заеданий в работе механизма перемотки металлической ленты.

7.2.2 Проверку длины шкалы лент и рулеток выполняют сравнением их с эталонной лентой 3 разряда, обеспечивающей передачу длины рабочим лентам и рулеткам с пределом допускаемого значения погрешности не более 1 мм.

При проверке эталонная и поверяемая лента (рулетка) укладываются в створе линии и натягиваются с усилием 100 Н (10 кг), обеспечиваемом при помощи динамометра или подвешенных на концах ленты грузов. Допускается в полевых условиях поверку производить на интервалах контрольных базисов, длина которых известна с погрешностью не более 1/10 000. Во время измерений фиксируют температуру окружающей среды.

8 ПОВЕРКА ТАХЕОМЕТРОВ

8.1 Операции поверки

8.1.1 При проведении технологической поверки тахеометров должны выполняться операции, указанные в таблице 7.

8.1.2 Периодичность проведения операций поверки должна отвечать требованиям Инструкции по топографическим съемкам (ГКИНП-38, ГКИНП-41).

8.2 Проведение операции поверки

8.2.1 Проверку внешнего состояния и комплектности производят осмотром. При этом устанавливают соответствие тахеометра следующим требованиям:

- прибор, футляр, штатив, отражатели (электронных тахеометров) и топографические рейки не должны иметь механических повреждений, следов коррозии, препятствующих или затрудняющих работу с прибором;
- тахеометр должен иметь чистое поле зрения трубы и отсчетных устройств, иметь четкое изображение отсчетных шкал и визирных целей;
- все винты и гайки на штативе и топографической рейке должны быть подтянуты; на шкале рейки не должно быть загрязнений, отслоений краски и других дефектов, затрудняющих производство измерений, на поверхности картографического столика не должно быть трещин, выбоин, бугров и царапин, затрудняющих работу;
- комплектность тахеометра должна соответствовать указанной в паспорте на прибор.

Таблица 7

Операции проверки	Номер пункта инструкции	Обязательность проведения
1	2	3
1. Проверка внешнего состояния и комплектности	8.2.1	Да
2. Проверка работоспособности прибора	8.2.2	Да
3. Проверка установочных уровней	8.2.3	Да
4. Проверка правильности установки сетки нитей зрительной трубы	8.2.4	Только у номограммных приборов
5. Проверка угломерного блока	8.2.5	Да
6. Проверка дальномерного блока	8.2.6	Только у электронных приборов

8.2.2 Проверку работоспособности производят опробованием; при этом проверяют:

- качество изображения штрихов отсчетных шкал сетки нитей (или номограмм у тахеометра типа ТаН);
- плавность и легкость вращения всех подвижных узлов и частей прибора, рейки, штатива, отражателей;
- работоспособность картографического столика в соединении с тахеометром ТаН;
- надежность соединения кабельных разъемов, показаний индикаторных устройств, действий клавиатуры управления (у электронных тахеометров).

8.2.3 Проверку правильности установки уровней на приборе, отражателях, рейках производят аналогично, тому, как это было описано в отношении уровней теодолитов (см. п. 3.2.3).

При обнаружении отклонений в положении пузырька уровня выполняют его юстировку.

При проверке электронных уровней, встроенных в тахеометр, убеждаются в соответствии его показаний заданным наклонам.

8.2.4 Проверку правильности установки сетки нитей зрительной трубы производят также, как у теодолитов (см. п. 3.2.4).

У тахеометров, снабженных оптическим дальномером двойного изображения, проверяют условие горизонтальности разделительной линии двойного изображения. Данную проверку производят по горизонтальной топографической рейке, установленной по уровню на расстоянии около 100 м от прибора. Для этого приводят прибор в рабочее положение, наводят его трубу на рейку, совмещая разделительную ось двойного изображения с осью рейки. Вращением махо-

вичка перемещают измерительную часть компенсатора на всю длину шкалы рейки. Если разделительная ось будет отклоняться от оси рейки, то дальномерная часть тахеометра нуждается в юстировке, которая может быть произведена в мастерской.

8.2.5 Проверку угломерной части оптико-механических тахеометров производят по программе, аналогичной для теодолитов соответствующего класса точности. Угломерную часть электронных тахеометров проверяют также, как у электронных теодолитов.

8.2.6 Дальномерный блок электронных тахеометров проверяют в порядке, принятом для топографических светодальномеров (см п. 6.2.5-6.2.9).

8.2.7 Для проверки оптического центрира тахеометра поступают также, как было описано при проверке оптического центрира теодолита (см. п.3.2.12).

9 ПОВЕРКА КИПРЕГЕЛЕЙ

9.1 Операции поверки

При проведении технологической поверки кипрегелей должны выполняться операции, указанные в таблице 8.

9.2 Проведение операций поверки

9.2.1 Проверку внешнего состояния и комплектности прибора производят по аналогии с проверкой тахеометра по п. 8.2.1. Но при этом дополнительно обращают внимание на качество отделки мензульной доски. Верхняя плос-

кость мензульной доски не должна иметь трещин, выбоин, бугров и царапин, затрудняющих работу с мензулой.

Таблица 8

Операции поверки	Номер пункта инструкции	Обязательность проведения
1	2	3
1. Проверка внешнего состояния и комплектности прибора	9.2.1	Да
2. Проверка работоспособности прибора	9.2.2	Да
3. Проверка уровней	9.2.3	Да
4. Проверка правильности установки сетки зрительной трубы	9.2.4	Да
5. Определение места нуля вертикального круга	9.2.5	Да
6. Проверка перпендикулярности визирной оси к горизонтальной оси вращения трубы	9.2.5	Да

9.2.2 Проверку работоспособности прибора производят аналогично проверке тахеометра по п. 8.2.2. При этом дополнительно оценивают правильность сборки мензулы и ее устойчивость на штативе.

9.2.3 Проверку установочного уровня на кипрегеле производят следующим образом. На планшете устанавливают кипрегель по направлению двух подъемных винтов мензулы и приводят ими пузырек уровня в нуль-пункт. Вдоль линейки прочерчивают линию. Перестанавливают кипрегель относительно этой линии на 180°. Если пузырек уровня отклонился от нуль-пункта, исправительными винтами уровня перемещают его на половину отклонения по направлению к нуль-пункту, а подъемными винтами мензулы приводят его в нуль-пункт. Это действие повторяют до

тех пор, пока после перестановки кипрегеля пузырек не будет находиться в нуль-пункте.

Проверку уровня на рейке производят при помощи вертикальной нити сетки кипрегеля аналогично тому, как это было описано для рейки нивелира (см. п. 5.2.2).

9.2.4 Проверку правильности установки вертикальной нити сетки зрительной трубы производят способом, описанным для теодолитов (см. п. 3.2.4).

9.2.5 Определение места нуля вертикального круга М0 производят по результатам измерения вертикального угла при двух положениях круга (*КЛ* и*КП* при визировании трубы) на четко видимую визирную цель. Перед отсчитыванием по вертикальному кругу приводят пузырек уровня при вертикальном круге в нуль-пункт. Вычисление значения М0 производят по формуле, указанной в инструкции по эксплуатации кипрегеля.

9.2.6 При проверке перпендикулярности визирной оси трубы к оси вращения трубы поступают следующим образом. Устанавливают кипрегель на планшете, приводят в рабочее положение и наводят перекрестие сетки нитей (у номограммных приборов – точку пересечения вертикальной нити и начальной окружности) на удаленную визирную цель, после чего прочерчивают линию на планшете по скошенному ребру линейки кипрегеля; переводят трубу через зенит, прикладывают скошенное ребро линейки с противоположной стороны прочерченной линии и наблюдают в трубу. Если крест нитей сетки не сместился с наблюдаемой цели, то коллимационной погрешности нет; если сместился – величина смещения характеризует двойную коллимационную погрешность. Ее можно уменьшить перемещением вертикальной нити сетки исправительными винтами на половину смещения.

10 ПОВЕРКА ГИРОТЕОДОЛИТОВ

10.1 Операции поверки

10.1.1 При проведении поверки гиротеодолитов должны выполняться операции, указанные в таблице 9.

Таблица 9

Операции поверки	Номер пункта	Обязательность проведения
1. Проверка внешнего состояния и комплектности	10.2.1	Да
2. Проверка работоспособности узлов прибора	10.2.2	Да
3. Проверка угломерной части гиротеодолита	10.2.3	Да
4. Определение приборной поправки	10.2.4	Да, если после очередной периодической поверки прошло более 3 мес.

10.2 Проведение операций поверки

10.2.1 Проверку внешнего состояния гиротеодолитов следует производить визуальным осмотром. При этом устанавливают состояние внешней отделки прибора и его комплектующих элементов, наличие информационных подписей на панелях прибора и правильность маркировки, сохранность защитно-декоративных покрытий, отсутствие пыли и грязи на оптических деталях, сохранность кабеля.

Комплектность прибора проверяют осмотром и сличением по технической документации.

10.2.2 Проверку работоспособности прибора и его узлов проводят опробованием.

Опробование гиротеодолита производят в следующем порядке: оценивают пригодность для работы источников питания, измеряют входное напряжение, проверяют исправность гироблока, оценивают работоспособность следящей системы, контролируют исправность электроосвещения отсчетной системы, проверяют легкость и плавность работы осевых систем и рукояток управления, определяют соответствие режимов работы электронной схемы установленным требованиям, контролируют исправность индикаторных устройств.

10.2.3 Проверка угломерной части гиротеодолита производится по методике, принятой для равноценных по точности оптических теодолитов (Раздел 3).

10.2.4 Определение приборной поправки гиротеодолита проводят на пунктах с известными значениями азимутов (дирекционных углов) из серии пусков (не менее 6).

Для вычисления приборной поправки $\Delta_Г$ используют формулу

$$\Delta_Г = A_o - (M - N),$$

где A_o — значение азимута направления на контрольном (образцовом) пункте; M — значение направления, отсчитанное по лимбу горизонтального круга; N — отсчет по лимбу, соответствующий положению динамического равновесия ЧЭ в пуске.

Для каждого пуска получают независимое значение поправки, а затем вычисляют среднее ее значение с учетом всех пусков.

$$\Delta_Г = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n}(\Delta_Г)i,$$

где n — число пусков на пункте.

Пример определения приборной поправки гиротеодолита приведен в приложении 8.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты технологической поверки геодезических приборов в топографо-геодезическом производстве оформляются записью результатов поверки в журнале и протоколе по форме, согласованной с ОТК и метрологической службой предприятий. Результаты технологической поверки вносят в паспорт (формуляр) прибора.

Для операций поверки, повторяющихся ежедневно или каждый раз перед подготовкой прибора на рабочем месте, допускается делать соответствующие записи в специальном вкладыше к паспорту (формуляру) или в журнале наблюдений.

11.2 Геодезические приборы, не удовлетворяющие требованиям действующих нормативных документов и актов, к эксплуатации не допускаются; при неудовлетворительных результатах поверки допускается юстировка (регулировка), ремонт прибора и повторное проведение операций поверки.

11.3 Результаты технологической поверки наряду с данными периодической поверки используются исполнителем работ для получения информации, необходимой для выбора оптимальной методики измерений, введения поправок в измерения, принятия решения о выполнении ремонта приборов.

Приложение 1

(справочное)

Определения терминов, применяемых в тексте инструкции

1. Средство измерений (СИ) - техническое устройство, предназначенное для измерений.
2. Поверка СИ - совокупность операций, выполняемых аккредитованной метрологической службой с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям.
3. Периодическая поверка СИ - поверка, проводимая в сфере эксплуатации через установленный межповерочный интервал.
4. Технологическая поверка геодезического СИ - совокупность операций, выполняемых исполнителем до начала и (или) в процессе геодезических работ с целью определения технических характеристик СИ, необходимых для подтверждения готовности СИ к измерениям.
5. Средство поверки - техническое устройство, предназначенное для осуществления операции поверки СИ.
6. Операция поверки - совокупность действий, приемов по определению (контролю) конкретной метрологической характеристики СИ в процессе поверки.

Приложение 2

(обязательное)

Перечень геодезических приборов, подлежащих технологической поверке при выполнении топографо-геодезических работ

Виды приборов	Типы приборов	Преимущественные области применения
1	2	3
Теодолиты	Оптические теодолиты Т1, УВК, Т2, Т2А, Т5, Т15, Т30, Т60, электронный теодолит Т5Э и им равноценные по точности импортируемые СИ	Угловые измерения в геодезических сетях, теодолитные съемки, инженерно-геодезические изыскания
Нивелиры	Н-05, Н05К, Н-3, Н-3КЛ, Н-2КЛ, Н-5Л, Н-10 и им равноценные по точности импортируемые СИ	Измерения превышений методом геометрического нивелирования
Тахеометры	Та3, Та3М, ТС600Е, Та20, ТаН и им равноценные по назначению и точности импортируемые приборы	Тахеометрические съемки, обоснования топографических съемок
Рейки нивелирные	РН-05, РН-3, РН-10	Нивелирные работы, топографические работы
Кипрегели	КН и ему равноценные по точности кипрегели	Мензульная съемка
Светодальномеры Радиодальномеры	СП2, СТ5, СТ10, СГ20 и им равноценные по точности СИ РДГ, РДГВ, «Трап» и им равноценные по точности приборы	Линейные измерения в геодезических сетях, обоснование топосъемок, инженерно-геодезические изыскания
Рулетки и ленты	Рулетки измерительные металлические длиной 10, 20, 30, 50, 100 м. Ленты мерные ЛЗ-20	Линейные измерения
Гиротеодолиты	Ги-В2, Ги-В21, Ги-С1, ГТ3 и им равноценные по точности гироскопические СИ	Измерения азимута при ориентировании геодезических сетей

Приложение 3

(рекомендуемое)

Определение рена отсчетной системы

Теодолит Т1 № 04

Дата: 04.11.97 t=+22,5°С

Горизонтальный круг, μ = 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″

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

$$r_н = \frac{1}{2n}\sum\left(A_1 - A_3\right) = -0{,}26''$$

$$r = \left(r_в + r_н\right)/2 = -0{,}29''$$

n = 8

$$\sum\left(A_1 - A_2\right) = -5{,}1''$$

$$\sum\left(A_1 - A_3\right) = -4{,}2''$$

Приложение 4

(рекомендуемое)

Примеры определения угла *i*

1. Определение угла *i* 1-м способом

Дата: 01.12.97 Нивелир Н-05 № 00005

Время: 9^h30^m $Д$ = 50,0 м

t = +20,7 °С

Номер приема	Номер точки	Высота нивелира (в делениях рейки) h	Отсчеты по дальней рейке (в делениях рейки) l	$X = h - l$ (в делениях рейки	$i = \frac{X\rho}{Д}$ угл. с.
1	*1*	2860	3487		
	2	2978	2341		
		2919	2914	+5,0	+10,3
2	*1*	8785	9411		
	2	8901	8265		
		8843	8838	+5,0	+10,3
3	*2*	2800	3429		
	1	2933	2296		
		2866,5	2862,5	+4,0	+8,2
4	*2*	8726	9354		
	1	8859	8220		
		8792,5	8787	+5,5	+11,3
			Среднее	+4,9	+10,0

2. Определение угла *i* 2-м способом

Дата: 01.12.97 Нивелир Н-05 № 00005

Время: 9^h30^m $Д = 50{,}0$ м

$t = +20.7$ °С

Метод измерения превышения	Отсчеты по рейкам *l*			$h_{ср}$, мм
	1-е измерение		2-е измерение	
Превышение, измеренное из середины	l_1	1400	1148	
	l_2	1715	1465	
	$h = l_1 - l_2$	–315	–317	–316,0
Превышение, измеренное, когда нивелир находится за точкой *2* (см. рис. 3)	l_1'	1470	1747	
	l_2'	1150	1429	
	$l_1' - l_2'$	–320	–318	–319,0

$$X = -319.0 + 316.0 = -3{,}0 \text{ мм}; \; i = \frac{-3{,}0 \cdot 206265}{50000} = -12{,}3''$$

3. Определение угла *i* 3-м способом

Дата: 01.12.97 Нивелир Н-05 № 00005

Время: 9^h30^m $Д = 50{,}0$ м

$t = +20{,}7$ °С

Номер полуприема	Номер точки	Отсчеты по рейкам (в делениях рейки)		*X* (в делениях рейки)	*i*, угл. с
		по ближней	по дальней		
1	*1*	28,605	34,873		
	2	29,784	23,408		
		29,194	29,140	+5,4	+11,1
2	*1*	87,852	94,120		
	2	89,038	82,660		
		88,445	88,390	+5,5	11,3
3	*2*	28,002	34,288		
	1	29,334	22,962		
		28,668	28,625	+4,3	+8,9
4	*2*	87,253	93,540		
	1	88,597	82,212		
		87,925	87,876	+4,9	+10,1
			Среднее	+5,0	+10,3

Приложение 5

(рекомендуемое)

Дата: 24.05.97

Нивелир Ni 007 № 14567
$Д$ = 50,0 м

t = +11,5 °С

Номер серии измерений	Измеренное превышение h, мм				
	при положении пузырька в нуль-пункте	при продольном наклоне на угол		при поперечном наклоне на угол	
		+10'	–10'	+10'	–10'
1	1575,4	1575,4	1575,6	1575,4	1575,7
	1575,6	1575,5	1575,7	1575,4	1575,9
2	1576,0	1575,8	1576,0	1575,8	1576,0
	1575,8	1575,7	1575,6	1575,6	1575,8
3	1575,5	1575,3	1575,6	1575,4	1575,8
	1575,8	1575,4	1575,8	1575,6	1575,8
4	1575,9	1575,0	1576,2	1575,7	1575,9
	1575,9	1575,4	1575,9	1575,7	1576,1
5	1575,4	1575,5	1575,6	1575,2	1575,8
	1575,5	1575,4	1575,8	1575,6	1575,8
$h_{ср}$, мм	1575,680	1575,44	1575,78	1575,54	1575,86
Δh, мм	0	–0,24	+0,10	–0,14	+0,18
$\sigma_К$		-0.05″	+0.02″	-0.03″	+0.04″

Приложение 6

(рекомендуемое)

Пример определения средней длины метрового интервала деревянной рейки

Рейка № 2342, черная сторона — Контрольная линейка № 0721

Дата: 12.09.98 — L= 1000,00+0,01+0,018(t–16,6°С), мм

Интервал рейки	Отсчет по линейке, мм: Л	П	П–Л	(П–Л)ср, мм	Поправка за длину контрольной линейки и температуру, мм	Длина интервала рейки, мм
			t= +8,6°С			
1–10	0,00	900,14	900,14			
	0,44	900,54	900,10	900,12	–0,11	900,01
10–20	0,10	1000,24	1000,14			
	0,36	1000,55	1000,19	1000,16	–0,12	1000,04
20–29	0,08	900,06	899,98			
	0,30	900,24	899,94	899,96	–0,11	899,85
29–20	0,14	900,10	899,96			
	0,28	900,18	899,90	899,93	–0,11	899,82
20–10	0.00	1000.10	1000.10			
	0,50	1000,64	1000,14	1000,12	–0,12	1000,00
10–1	0,12	900,22	900,10			
	1,36	901,48	900,12	900,11	–0,11	900,00
			t= +8,7°С			
Σ	3,68	11204,49	11200,81	5600,40	–0,68	5599,72

Средняя длина метрового интервала рейки № 2342 по черной стороне равна 5599,72/5,6 = 999,95 мм.

Приложение 7

(рекомендуемое)

Примеры определения приборной поправки дальномера

1. Пример определения приборной поправки из измерений интервала базиса со смещением отражателя

Дата: 17.09.98
t = +14,5°С
P = 757 мм рт.ст.
(1009,25 кПа)

Светодальномер СГ-20 № 004
Погрешность интервалов контрольного базиса не более 1,5 мм

Номер точки стояния отражателя	Длина контрольного интервала, $Д_0$, м	Длина интервала измеренная дальномером $Д_{изм}$ м	$K=Д_0-Д_i$, мм	$\upsilon=K_i-K_{ср}$ мм
1.	443,070	443,262	–192	+7
2.	443,570	443,769	–199	0
3.	444,070	444,274	–204	–5
4.	444,570	444,777	–207	–8
5.	445,070	445,275	–205	–6
6.	445,570	445,774	–204	–5
7.	446,070	446,263	–193	+6
8.	446,570	446,765	–195	+4
9.	447,070	447,266	–196	+3
10.	447,570	447,767	–197	+2
11.	448,070	448,263	–193	+6
n=11			$K_{ср}$= –199; $\Sigma\upsilon^2$ =300	

Средняя квадратическая погрешность определения K:

$$m_K = \sqrt{\frac{\Sigma \upsilon^2}{n(n-1)}} = 1{,}7 \text{ мм}$$

2. Пример определения приборной поправки светодальномера из измерений различных интервалов базиса

Дата: 05.07.–07.07.97
t = +19,5°С

Светодальномер 2СТ-2 № 301005
Погрешность интервалов контрольного базиса не более 1,0 мм

Дата; t °С	Длина интервала контрольного базиса, $Д_о$, м	Длина интервала, измеренная дальномером, $Д_i$, м	$K=Д_о-Д_i$, мм	$\upsilon=K_i-K_{ср}$ мм
5.07.97 +18,5	95,770	95,832	–62	–1
6.07.97 +22,2	215,534	215,597	–63	–2
6.07.97 +21,0	348,463	348,526	–63	–2
7.07.85 +20,6	527,671	527,736	–65	–4
7.07.97 +20,4	876,134	876,194	–60	+1
5.07.97 +19,2	1115,560	1115,617	–57	+4
5.07.97 +18,0	1475,201	1475,256	–55	+6
			$K_{ср}$= –61; $\Sigma\upsilon^2$ =78	

Средняя квадратическая погрешность определения K:

$$m_K = \sqrt{\frac{\Sigma \upsilon^2}{n(n-1)}} = 1{,}4 \text{ мм}$$

Приложение 8
(рекомендуемое)

Дата: 28.09.97 Время $16^h\ 45^m$. Погода: ясно, t = +13°С.

Пункт: *Петровское*
Наблюдатель: *Денисов В. Я.*
Помощник: *Петров В. С.*

Тип и номер прибора: ГИ-Б2 368415; 406 Гц; C_r = -15,0

Наблюдение точек реверсии					Ориентирные пункты		
					1. Rp 6117		*2. Rp 6091*
n_1	287°02′40″	—		—	Л. 305°21′52″		Л. 54°17′36″
n_2	282 35 34	284°49′07″		—	П. 125 21 58		П. 234 17 40
n_3	287 02 22	284 48 58		284°49′02″	М. 305 21 55		М. 54 17 38
n_4	282 35 59	284 49 10		284 49 04			
					N	284 49 21	284 49 21
					A	20 32 34	129 28 17
			$N_{ср}$	284 49 03	Δ_r	357 30 14	357 30 14
Определение нуль-пункта			Δ N	+ 18	-A	- 20 32 34	- 129 28 17
			N	284 49 21	$(A_{12})_o$	18 02 48	126 58 31
$T_{св}=1^m37^s$	-26,4	- 0,7					
	+25,4	+0,2	- 0,2				
	-24,6	-0,4	- 0,1	-0,2			
	+23,8						
	- 34,2	-1,7	- 1,4				
	+30,8	-1,1	- 1,0				
	-33,0	-0,9	Δ N	(-1,2) ---x (-15,0)=18″			

Примечание. $M = \frac{1}{2}$ (Л+П), A = M - N,

$\Delta_r = A_o - A_1$, A_1 и A_o — эталонные значения азимута

Среднее значение
Δ_r = 357°30′14″

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ 3

2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 4

3 ПОВЕРКА ТЕОДОЛИТОВ 5

3.1 Операция поверки 5
3.2 Проведение операций поверки 6

4 ПОВЕРКА НИВЕЛИРОВ 16

4.1 Операции поверки нивелиров 16
4.2 Проведение операций поверки 17

5 ПОВЕРКА НИВЕЛИРНЫХ РЕЕК 26

5.1 Операции поверки 26
5.2 Проведение операций поверки реек 27

6 ПОВЕРКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ 29

6.1 Операции поверки 29
6.2 Проведение операций поверки 30

7 ПОВЕРКА РУЛЕТОК И ЗЕМЛЕМЕРНЫХ ЛЕНТ 34

7.1 Операции поверки 34
7.2 Проведение операций поверки 34

8 ПОВЕРКА ТАХЕОМЕТРОВ 35

8.1 Операции поверки 35
8.2 Проведение операции поверки 36

9 ПОВЕРКА КИПРЕГЕЛЕЙ 38

9.1 Операции поверки 38
9.2 Проведение операций поверки 38

10 ПОВЕРКА ГИРОТЕОДОЛИТОВ 41

10.1 Операции поверки 41
10.2 Проведение операций поверки 41

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ 43

ПРИЛОЖЕНИЯ 44

Компьютерная верстка Н.В. Майоровой

Подписано в печать
09. 02. 01
Формат 60x90/16
Бумага типографская
Печать офсетная
Усл. печ. л. 3,50
Усл. кр. отт. 3,63
Уч. изд. л. 3,36

Тираж 100
Заказ 5-01

ЦНИИГАиК
125413, Москва,
Онежская ул., 26

gost.e-ecolog.ru