

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ  
РОССИИ**

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА"  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОДЕЗИИ,  
АЭРОСЪЕМКИ И КАРТОГРАФИИ  
им.Ф.Н.КРАСОВСКОГО**

**МЕТОДИКА ИНСТИТУТА  
СИСТЕМЫ ЛАЗЕРНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

**МИ БГЕИ 19-92**

**Москва  
ЦНИИГАиК  
1993**

Разработана Центральным ордена "Знак Почета" научно-исследовательским институтом геодезии, аэрофотосъемки и картографии им. Ф.Н.Красовского

Зам.директора	А.А.Синдеев
Зав. ОСМОГИ	А.И.Спиридовонов
Рук.договора 10.887	М.В.Кузьмин
Рук.этапа договора, ответственный исполнитель	Р.А.Татевян

## МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Методика института

МИ БГЕИ Т9-92

Системы лазерные геодезические

Методы и средства поверки

Впервые

Утверждена приказом по ЦНИИГАИК № 05 от 10.01.93 г.

Срок введение установлен с 01.03.93 г.

Настоящая методика института устанавливает методы и средства поверки лазерных геодезических систем с разверткой пучка излучения в плоскость, используемых в народном хозяйстве для планировочных работ.

Рекомендуемый межповерочный интервал периодической поверки – 6 месяцев.

## I. Операции поверки

сплошная

Таблица I

#	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции	
			при первичной	периодической
I.1.	Внешний осмотр	5.1	да	да
I.2.	Опробование:			
I.2.1.	Проверка взаимодействия отдельных подвижных узлов и функционирования системы	5.2	да	да
I.2.2.	Проверка установки уровня	5.3	да	да
I.2.3.	Проверка совпадения оси излучения с осью оптического коллиматора	5.4	да	нет
I.3.	Проверка средней квадратической погрешности $m$ задания опорной плоскости	5.5	да	да
I.4.	Проверка работы карданной подвески-компенсатора	5.6	да	нет
I.5.	Проверка горизонтальности плоскости, создаваемой передатчиком	5.7	да	нет
I.6.	Проверка угла поворота пентапризмы	5.8	да	нет

## 2. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться образцовые средства измерения, вспомогательные средства поверки и специальный стенд, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пунктов МИ !	Наименование средств и их основные метрологические характеристики
5.5; 5.6; 5.7; 5.8	Полевой стенд с точками, превышение которых относительно центральной точки определено с погрешностью не более 0,4 м Нивелиры типа Н-3, Н-05, ГОСТ 10528 Рейки РН-3-3000; РН-05-3000, ГОСТ 10528 Рулетки стальные РК50, ГОСТ 7502 Светодальномеры типа СТ, ГОСТ 19223
5.4	Специальное приспособление из комплекта прибора

## 3. Требования безопасности

3.1. При поверках лазерных геодезических систем в полевых условиях следует руководствоваться "Правилами по технике безопасности на топографо-геодезических работах" (ПТБ-89).

3.2. При работе с зарядно-разрядным устройством, входящим в комплект системы, следует руководствоваться "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями", утвержденными начальником Госэнергонадзора в 1969 г.

## 4. Условия поверки и подготовка к ней

4.1. При проведении поверки должны обеспечиваться следующие требования:

- температура, давление, влажность - в пределах рабочих диапазонов системы, указанных в инструкции по эксплуатации;
- скорость ветра не более 4 м/с;
- осадки должны полностью отсутствовать;
- готовность прибора к работе - через 1 час после извлечения его из укладочных ящиков.

4.2. Перед началом поверки лазерная геодезическая система и все используемые в процессе поверки технические средства должны быть приведены в рабочее состояние в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

4.3. Проверку системы осуществляют специалисты топографо-геодезического производства, прошедшие подготовку ведомственного или государственного поверителя и имеющие соответствующее свидетельство.

4.4. Перед поверкой на местности должен быть подготовлен специальный стенд. Схема стендса, описание и точностные требования приведены в прил. I.

### 5. Проведение поверки

5.1. Проверка внешнего состояния и комплектности лазерной системы выполняется посредством осмотра.

При осмотре должно быть установлено соответствие системы следующим требованиям:

- прибор, фотоприемники, кабели и другие составные части не должны иметь механических повреждений; оптические детали должны быть чистыми, без царапин, сколов и следов расклейки;
- комплектность должна соответствовать комплекту поставки, приведенному в паспорте.

5.2. Проверка взаимодействия отдельных подвижных узлов и функционирования системы выполняется опробованием:

- проверяются исправность замков, винтов, фиксирующих приборы в укладочных ящиках;
- проверяется отсутствие качания в подъемных винтах подставки прибора; легкость и плавность вращения головки прибора и других подвижных частей, а также закрепительных и регулировочных устройств;
- после включения прибора проверяется пригодность для работы источника питания путем фиксирования входного напряжения на индикаторе прибора, а также соответствие режимов работы прибора установленным требованиям и чувствительность элементов фотоприемников.

### 5.3. Проверка установки уровня

Проверка круглого уровня выполняется следующим образом:

Приводят пузырек в центр ампулы вращением подъемных винтов подставки прибора.

Подвижную часть прибора вращают на  $180^{\circ}$  вокруг оси. Если пузырек отклонился от середины более чем на 0,2 центрального

деления ампулы, то одну половину отклонения устраниют, переместив пузырек исправительными винтами уровня, вторую – подъемными винтами подставки.

Повторяют проверку до тех пор, пока при повороте подвижной части прибора на  $180^\circ$  пузырек не будет уходить более чем на 0,2 центрального деления ампулы.

5.4. Проверка совпадения оси лазера с осью оптического коллиматора осуществляется следующим образом:

Направляют луч лазера и передатчика на экран, расположенный на расстоянии 20 м. Фокусировкой устанавливают размер пятна около 30 мм; перемещают лазер встроивочными винтами таким образом, чтобы добиться на экране максимальной яркости при сохранении формы пятна.

Примечание: если луч лазера не виден невооруженным глазом, то используется специальное фоточувствительное приспособление из комплекта прибора.

5.5. Определение СКП задания опорной плоскости.

5.5.1. Рядом с центральной точкой устанавливается передатчик, который приводится в рабочее состояние.

5.5.2. Устанавливают рейку на центральную точку и берут отсчет по рейке с помощью перемещаемого по ней фотоприемника, входящего в комплект системы –  $a_0$ ; устанавливают рейку поочередно на каждой точке стендса и берут отсчеты  $a_{ii}, a_{ii}, \dots, a_{ij}$ ; результаты записывают в журнал (см. прил.2).

5.5.3. В результате выполненных наблюдений образуются четыре группы измерений. Каждая группа объединяет равномерно удаленные от центра точки (т.е. точки с одинаковыми номерами на лучах).

Вычисляют измеренные превышения  $h_{ij}^{nm} = a_0 - a_{ij}$ ;

По результатам нивелирования вычисляют превышения  $h_{ij}^n$  и вписывают в журнал.

Образуют разности  $\Delta_{ij}$  между измеренным значением превышения и его эталонным значением:  $\Delta_{ij} = h_{ij}^{nm} - h_{ij}^n$ .

Вычисляют СКП для каждой группы:

$$m_{ij}^{nm} = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{p}},$$

где  $p$  – число измерений в группе.

5.5.4. При задании наклонной плоскости измеренное превышение определяется по формуле:  $\text{h}_{ij} = (a_0 - a_{ij}) - D_{ij} \cdot \text{tg} \alpha$ ,

где  $D_{ij}$  – расстояние от центральной точки до текущей точки;  
 $\alpha$  – заданный угол наклона.

5.5.5. Если  $m_j^{\text{нз}}$  каждой группы меньше или равна  $m$ , указанной в паспорте прибора, (или  $m'$ , определенной в соответствии с примечанием к п.2.2 прил.І), то система считается пригодной для работы.

Если хотя бы одно значение  $m_j^{\text{нз}}$  получается больше допустимого, то система признается непригодной.

5.6. Проверка правильности работы карданной подвески-компенсатора.

На расстоянии  $0,25 D_{\text{max}}$  от передатчика, установленного вертикально (пузырек уровня находится в центре), помещают нивелирную рейку и берут отсчет  $a_0$ . При этом одна из ножек подставки или штатива передатчика направлена на рейку.

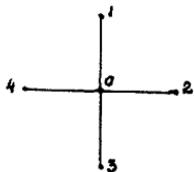
Подъемным винтом подставки смешают пузырек к краю шкалы ампулы: вперед ( $a_{\text{пер}}$ ), назад ( $a_{\text{н}}$ ), влево ( $a_{\text{л}}$ ) и вправо ( $a_{\text{пр}}$ ) и каждый раз берут отсчет по рейке. Выполняют 5 таких приемов, каждый раз начиная с отсчета –  $a_0$  (пузырек в центре ампулы).

Вычисляют среднее из 5 приемов:  $a_{\text{пер}}^{\text{ср}}$ ,  $a_{\text{н}}^{\text{ср}}$ ,  $a_{\text{л}}^{\text{ср}}$  и  $a_{\text{пр}}^{\text{ср}}$ . Каждое из этих средних не должно отличаться от  $a_0^{\text{ср}}$  более, чем на  $0,13 m$ .

Если расхождения больше допустимого, то юстировка карданной подвески производится в условиях мастерской.

5.7. Проверка горизонтальности плоскости, создаваемой передатчиком.

5.7.1. Выбирают две взаимно перпендикулярные пересекающиеся в середине линии (см. рис.).



Длины линий  $\Delta_{01}$ ,  $\Delta_{02}$ ,  $\Delta_{03}$ ,  $\Delta_{04}$  равны  $0,25 D_{max}$  (можно использовать линии полевого стендса). Определяют с помощью нивелира эталонные значения превышений  $h_{01}$ ,  $h_{02}$ ,  $h_{03}$ ,  $h_{04}$  с погрешностью не более  $\pm 0,06 \text{ м}$ .

5.7.2. Передатчик устанавливают в непосредственной близости от центральной точки таким образом, чтобы пара противоположных юстировочных винтов подвески лазера располагалась в створе линий 1-3, тогда другая пара юстировочных винтов окажется в створе линий 2-4.

Включают лазер. Устанавливают поочередно рейку на каждую точку и снимают отсчеты  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4$ .

Вычисляют разницу между измеренными превышениями и соответствующими эталонными:  $\Delta_{0i} = h_{0i} - \frac{h_{01}}{N}$ .

5.7.2.1. Вычисляют алгебраическое среднее значение  $\Delta$ . Если оно превышает  $0,13 \text{ м}$ , то проводят юстировку пентапризмы (см. п.5.8).

5.7.2.2. Если  $\Delta_{01}$ ,  $\Delta_{03}$  и  $\Delta_{04}$  попарно равны, но противоположны по знаку и превышают  $0,13 \text{ м}$ , то проводят регулировку отвесного положения лазера, см. п.5.7.3.

5.7.3. Юстировка горизонтальной плоскости выполняется следующим образом:

5.7.3.1. Лазер наводят на рейку, установленную в точке I. Юстировочными винтами лазера, расположенными вдоль линии I-3, выставляют пятно лазера на расчетный отсчет, который равен  $a_1^{\text{расч}} = a_1 + \Delta_{01}$ .

5.7.3.2. Устанавливают рейку на т.3 и выполняют действия в соответствии с п. 5.7.2.1.

5.7.3.3. Для проверки выполненной юстировки повторяют проверку в соответствии с п. 5.7.2.

5.8. Проверка угла поворота пентапризмы осуществляется способом, описанным в п. 5.7., и, если необходима юстировка угла поворота пентапризмы в соответствии с выводами по п. 5.7.2.1, осуществляют ее регулировку.

5.8.1. Лазер наводят на рейку, установленную на т.1. Юстировочным приспособлением (например, оптическим клином) пента-

призмы устанавливают расчетный отсчет, который равен

$$a_{\text{расч}} = a_I + \Delta_{OI}.$$

5.8.2. Для проверки выполненной калировки повторяют поверку в соответствии с п. 5.7.2.

#### 6. Оформление результатов поверки

6.1. Положительные результаты первичной поверки вместе с датой поверки и номером системы вносятся в паспорт (при этом запись удостоверяется клеймом).

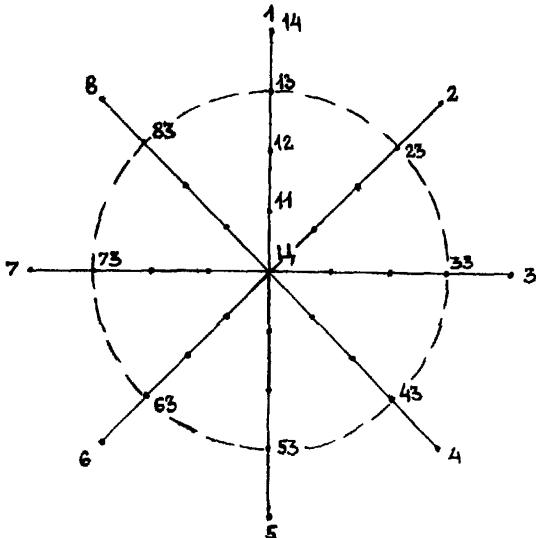
6.2. Положительные результаты периодической поверки оформляются свидетельством о поверке (прил.3). Свидетельство скрепляется печатью поверяющей организации.

6.3. Отрицательные результаты поверки влекут за собой запрещение применения системы в эксплуатации на основании извещения о непригодности. Свидетельство о предыдущей поверке аннулируется.

Приложение I  
(обязательное)

Создание полевого стенда

I. Схема стендса приведена на рисунке:



2. Требования к стенду

2.1. Из центральной точки, в непосредственной близости от которой устанавливается лазерная система, выходят 8 лучей под углом  $40\text{--}50^\circ$  друг к другу.

2.2. Длина луча должна соответствовать максимальной дальности действия системы.

Примечание: в связи с неблагоприятным состоянием местности допускается:

1) длину луча уменьшать до 60% от максимальной дальности, но не менее чем до 250 метров;

2) пропускать (не закреплять и в дальнейшем не включать в измерения) отдельные точки, но не более 6 точек на стенд (не более 1 точки на один луч и не более 2 точек на окружность, соединяющую точки с одноименными номерами  $j$  ).

продолжение приложения I  
(обязательное)

2.3. Каждый луч разбивается на 4 примерно равных отрезка (длина отрезка не должна отличаться более чем на 15% от среднего его значения).

Все точки закрепляются на местности кольями (деревянными или металлическими); каждый кол должен иметь полусферическую головку для однозначной установки на нем рейки.

2.4. Точки нумеруются по номеру луча "i" и номеру точки на луче "j". Например: т.14 - луч номер I, точка на лу-че 4. Расстояние между центральной точкой и текущей точкой т.14 обозначается -  $D_{I4}$ , превышение -  $h_{I4}$ .

2.5. Луч лазера должен проходить над поверхностью земли на высоте не менее 0,5 м.

3. Точныхные требования к стенду:

3.1. Расстояния до закрепленных точек от центральной точки должны быть известны с точностью  $\leq 1$  м для проверки горизонтальной плоскости, и  $\leq 0,2$  м - для проверки наклонной плоскости.

3.2. Средне-квадратическая погрешность (СКП) измерения превышения ( $m_{np}$ ) между любой точкой и центральной точкой не должна превышать 0,4 м.

3.3. В случае, если максимальная длина луча стендса ( $D_c$ ) не равна максимальной дальности действия системы ( $D_{max}$ ), тогда  $m_{np} \leq 0,4 m'$ , где  $m' = (D_c : D_{max}) \cdot m$ .

Приложение 2  
(рекомендуемое)

ПРИМЕР  
записи результатов измерений и вычислений при проведении поверки  
по п. 5.5

№ луча на луче	1				2				3				4			
	$a_{ij}$	$h_{mm}^{nn}$	$h''$	$\Delta$	$a_{ij}$	$h_{mm}^{nn}$	$h''$	$\Delta$	$a_{ij}$	$h_{mm}^{nn}$	$h''$	$\Delta$	$a_{ij}$	$h_{mm}^{nn}$	$h''$	$\Delta$
0	I30I															
I	I503 -202 -200 -2	I699 -398 -395 -3	I76I -460 -455 -5	I880 -579 -570 -9												
2	I483 -I82 -I83 +I	I584 -283 -284 +I	I680 -379 -374 -5	I7I4 -4I3 -407 -6												
3	I309 -8 -5 -3	I36I -60 -55 -5	II9I +II0 +I07 +3	II76 +I25 +I23 +2												
4	I208 +93 +9I +2	- - - -	I096 +205 +I98 +7	994 +307 +299 +8												
5	III8 +I83 +I80 +3	II34 +I67 +I63 +4	995 +306 +298 +8	945 +356 +345 +II												
6	I225 +76 +77 -I	II6I +I40 +I42 -2	I042 +259 253 +6	- - - -												
7	I274 +27 +29 -2	+II92 +I09 +I03 +6	II56 +I45 +I49 -4	I229 +72 +77 -5												
8	I384 -83 -85 +2	I43I -I30 -I30 +0	I459 -I58 -I5I -7	I494 -I93 -I85 -8												

$$m_1^{\text{MM}} = \sqrt{\frac{36}{8}} = 2.1 \text{ MM}; \quad m_2^{\text{MM}} = \sqrt{\frac{91}{7}} = 3.6 \text{ MM}; \quad m_3^{\text{MM}} = \sqrt{\frac{273}{8}} = 5.8 \text{ MM}; \quad m_4^{\text{MM}} = \sqrt{\frac{395}{7}} = 7.5 \text{ MM}.$$

II

Приложение 3  
(обязательное)

Наименование организации, проводящей поверку  
СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 1993 г.  
СРОК ДЕЙСТВИЯ до \_\_\_\_\_ 1993 г.

Наименование прибора и тип №  
Пределы измерений \_\_\_\_\_  
Изготовлен \_\_\_\_\_  
Принадлежит \_\_\_\_\_

На основании результатов поверки признан годным к эксплуатации и допущен к применению в качестве рабочего средства измерений

Зав.отделом поверительной  
организации

подпись Ф.И.О.

ПОВЕРИТЕЛЬ

подпись Ф.И.О.

### Продолжение приложения З (обязательное)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	действительное	допустимое

Поверитель

ПОЛІГІСТЬ

大同

## Содержание

I.	Операции поверки .....	I
2.	Средства поверки .....	2
3.	Требования безопасности .....	2
4.	Условия поверки и подготовка к ней .....	2
5.	Проведение поверки .....	3
6.	Оформление результатов поверки .....	7
Приложение I. Создание полевого стенда .....		8
Обязательное		
Приложение 2. Пример записи результатов и вычислений при Рекомендуемое проведении поверки по п.5.5 .....		10
Приложение 3. Результаты поверки .....		II
Обязательное		

---

Подписано в печать  
26.02.93  
Формат 60x90/16  
Бумага типографская  
Печать офсетная  
Усл.печ.л. 0,75  
Усл.кр.ячт. 0,88  
Уч.-изд.л. 0,72

Тираж 100  
Заказ 14  
ЦНИГАиК  
125413, Москва,  
Онежская ул., 26