Федеральная служба геодезии и картографии России
Центральный ордена "Знак Почета"
научно-исследовательский
институт геодезии, аэросъемки и картографии
им. Ф.Н.Красовского

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Применение светодальномера СП-2 ("Топаз") для аттестации базисов

МИ БГЕИ 30-94

Москва
ЦНИИГАиК
1995

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И
КАРТОГРАФИИ РОССИИ
Центральный ордена "Знак Почета"
научно-исследовательский
институт геодезии, аэросъемки и картографии
им. Ф.Н.Красовского

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Применение светодальномера СП-2
("Топаз") для аттестации базисов
МИ БГЕИ 30-94

Москва
ЦНИИГАиК
1995

ПРЕДИСЛОВИЕ

1.**РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА** Центральным ордена "Знак Почета" научно-исследовательским институтом геодезии, аэросъемки и картографии им. Ф.Н.Красовского (ЦНИИГАиК),Отделом стандартизации, метрологического обеспечения и госиспытаний (ОСМОГИ)

2.**УТВЕРЖДЕНА И ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ** Приказом по ЦНИИГАиК - головной организации метрологической службы Роскартографии N5 от 17.01 1995 г.

3.ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Директор института Н.Л.Макаренко

Главный метролог
зам.директора института А.А.Синдеев

Руководитель темы
зав.ОСМОГИ А.И.Спиридонов

Отв.исполнитель с.н.с. Ф.В.Широв

Соисполнитель:
Главный инженер ПГЦ
АСТРОВЕГАМАГП (ОКЭ N 132) В.И.Вайцекян

Отв.исполнитель А.С.Сушков

© ЦНИИГАиК,1995

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Применение светодальномера СП-2 (Топаз) для аттестации базисов 2-3 разрядов	МИ БГЕИ 30-94 Впервые

Дата введения 01.04.1995 г.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий нормативный документ распространяется на образцовые средства линейных измерений - образцовые базисы 2-3 разрядов и определяет порядок их метрологической аттестации и поверки при помощи светодальномера СП-2 "Топаз". МИ является дополнением и уточнением МИ БГЕИ 09-90 в части методики измерений базисов этим типом приборов.

Настоящая методика обязательна к применению во всех организациях и предприятиях Роскартографии, выполняющих аттестацию базисов с использованием светодальномеров типа СП-2.

2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1 Требования к точности измерений базисов 2 и 3 разрядов, правила закрепления на местности пунктов, требования к наружному оформлению знаков и профилю трассы, а также оформление результатов аттестации и поверки базисов должны соответствовать МИ БГЕИ 09-90 и РТМ 68-8.15-86.

2.2 К выполнению метрологической аттестации и поверки базисов допускаются специально отобранные светодальномеры СП-2 и средства измерений, имеющие свидетельства с действующими сроками годности.

3. ПОДГОТОВКА АППАРАТУРЫ К РАБОТЕ

3.1 Состав аппаратуры

Светодальномерные измерения выполняют двумя комплектами приборов СП-2, в которые входят:

светодальномер	2
отражатель	2-4
аспирационный психрометр	2
барометры-анероиды типа М-67	2
частотомер электронный счетный	1
аккумулятор	3-4
зарядное устройство	2
центрир УВК	2
штативы	3
центрировочный столик ЦС-1 или ДК-001	3
микрокалькулятор	1
радиостанция портативная	2

Метеоприборы и частотомер должны иметь свидетельства о поверке.

3.2 Для измерения базисов используют светодальномеры, у которых в результате полевых и лабораторных исследований определены основные метрологические параметры:

— постоянная (приборная) поправка К для системы светодальномер-отражатель (для каждого отражателя);

— циклическая составляющая $\Delta K_{цикл.}$ приборной поправки;

— стабильность основной масштабной частоты 75927500 Гц;

— средняя квадратическая погрешность измерения линий одним приемом, одной серией измерений.

3.3 Постоянная поправка определяется на контрольных базисах, длины которых получены по результатам измерений инварными проволоками с точностью $0,7 \div 1.10^{-6}$Д. Длина базиса должна лежать в пределах от 24 до 1000 м. Для контроля можно определять постоянную поправку на линиях длиной 4-10 м, длины которых известны с точностью 0,1 мм.

3.4 Циклическая составляющая приборной поправки определяется из сопоставления измеренных перемещений отражателя с эталонными. Для установок отражателя должны быть использованы устройства, позволяющие измерять перемещение отражателя в пределах фазового цикла 2м с точностью 0,1 мм и выставлять линию перемещения отражателя параллельно направлению оптического излучения дальномера.

Шаг перемещения отражателя должен быть 100 мм. При каждом перемещении отражателя выполняют измерения одним приемом как в прямом, так и в обратном направлениях, что составляет одну серию измерений. Всего выполняют две серии

измерений. Расстояние от дальномера до отражателя должно быть не менее 4 м и не более 100 м.

Расхождения в значениях $\Delta K_{цикл}$, полученных в разных сериях измерений не должны превышать 0,5 мм. В противном случае измерения на этой установке отражателя повторяют двумя приемами и берут среднее из всех результатов измерений. Величина циклической поправки не должна превышать величины ± 2,5 мм.

Примечание: один прием измерений состоит из двух полуприемов, каждый из которых включает в себя в режиме "точно" пять отсчетов по табло светодальномера при наведении на отражатель и пять отсчетов на блок контрольного отсчета (БКО).

3.5 Эталонирование масштабной частоты должно выполняться, как правило, до измерений базиса и по их окончании. Рекомендуется использовать малогабаритные электронно-счетные частотомеры, собственная стабильность частоты которых не хуже $1 \div 3\ 10^{-7}$ (например, 43-57, 43-63 и др.). Отклонение измеренного значения частоты от номинала не должно превосходить $0{,}5.10^{-6}\ f$ (где f - значение масштабной частоты) в противном случае частота выставляется в номинал. Если выяснится, что значение частоты превышает величину $0{,}5.10^{-6}\ f$ то в измерения базисов вводится соответствующая поправка по формуле:

$$\Delta D_f = \frac{f_{эт.} - f_{изм.}}{f_{эт.}} \cdot D$$

где $f_{эт.}$ номинальное значение частоты,
$f_{изм.}$ - измеренное значение частоты,
D - измеренная длина.

3.6 При проведении исследований и поверок приборов рекомендуется пользоваться МИ БГЕИ 15-93 "Светодальномеры. Методы и средства поверки" и эксплуатационной документацией.

4 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

При составлении проекта работ необходимо руководствоваться следующими правилами.

4.1 Базисы длиной около 2 км разбиваются на 4 секции длиной до 500 м, которые измеряют во всех комбинациях; в случае соответствия базиса требованиям МИ БГЕИ 09-90 отрезки базиса составляют 480, 984, 1488, 2016 м. Образцовые значения этих отрезков находят из уравнивания.

4.2 Для определения значения отрезков в диапазоне от 0 до 480 м их измерения производят непосредственно или как разность более длинных отрезков. Полученные таким образом отрезки уравнивают, принимая вычисленные из комбинаций отрезки за твердые.

4.3 Длину отрезка 3 км в одном случае измеряют непосредственно, а в другом случае получают как сумму уравненного значения 2016-метрового отрезка и непосредственно измеренного отрезка от отметки 2016 м до отметки 3000 м. Из двух полученных таким образом длин 3 километрового отрезка берут среднее.

4.4 Измерения отрезков базиса как в случае комбинаций, так при непосредственных измерениях

выполняют двумя комплектами светодальномеров каждый.

4.5 Каждую линию измеряют 2-3 приемами.

4.6 Максимальное расхождение значений расстояний, измеренных двумя дальномерами не должно превышать величины $2\sqrt{2}\ (0{,}7+0{,}5.10^{-6}D)$мм.

4.7.Измерения должны выполняться при благоприятных условиях. Запрещается выполнять измерения при температуре воздуха более 30°С. Дальномер должен быть защищен от прямого солнечного нагрева. При расстояниях более 500 м температуру и давление воздуха измеряют на обоих концах линии каждые 10-15 минут. Отсчеты берут с точностью 0,2°С и 0,5 мм рт.столба. Психрометры и анероиды должны иметь свидетельства о поверке.

Центрирование и взаимное ориентирование приборов

4.8 Если знак приспособлен для принудительного центрирования, то центрирование осуществляют посредством шарика, ввинчиваемого в торец оси прибора.

4.9 Если знак снабжен целиком, имеющим резьбу, как у станового винта, то центрирование осуществляют навинчиванием трегера прибора на целик.

4.10 Если знак имеет центр в виде перекрестия или круглого отверстия, то центрирование осуществляют встроенным в прибор центриром, причем, на нижнюю часть вертикальной оси прибора привинчивают специальную линзу, входящую в

комплект прибора. Сам прибор на столбе устанавливают при помощи столика ПЦТ.

4.11 При центрировании над центрами, которые находятся на уровне Земли, применяют центровочные столики типа ЦС-1 или из комплекта светодальномера ДК-001, снабженные втулками принудительного центрирования. Сами столики, установленные на штативы, центрируют при помощи центрира УВК с точностью 0,1 мм. Дальномер на столике центрируют при помощи шарика принудительного центрирования.

4.12 Высоту приборов над центрами знаков определяют с погрешностью, расчитываемой по формуле:

$$m_h = \sqrt{2}\, D/h\ 0{,}07 \text{ мм}, \quad (1)$$

где m_h - ошибка определения высоты прибора
h - превышение между концами базиса
D - измеряемая дальность.

4.13 Взаимное ориентирование приемопередатчика и отражателя осуществляют посредством визира прибора и коллиматорного визира отражателя. Причем отражатель должен быть наведен на приемопередатчик не грубее 1 углового градуса.

5 ЗАПИСЬ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1 Запись результатов наблюдений и их предварительную обработку выполняют в специальном журнале, разработанном для записи результатов измерений светодальномером СП-2 (см. прил.1).

Окончательную наклонную дальность вычисляют по формуле:

$$D=D'_m+(БКО_{пасп.}-БКО_{изм.})+K+\Delta K_{цикл.}+\Delta Д_{метеор.} \quad (2)$$

где D'm- дальность, измеренная дальномером, в режиме точно;

К - постоянная поправка дальномер плюс отражатель;

$\Delta Д_{метеор.}$ - поправка за изменение скорости света в реальной атмосфере, вычисляемая по результатам измерений температуры ($t_{сух.}$) и ($t_{вл.}$) и давления Р;

$\Delta К_{цикл}$ - циклическая составляющая приборной поправки ;

$БКО_{пасп}$ - паспортное значение величины контрольного отсчета;

$БКО_{изм.}$ - измеренное значение контрольного отсчета.

D метеор выбирают из таблиц, входящих в комплект светодальномера, либо вычисляют по формулам:

$$\Delta D_{метеор.}=(в_{tp}+в_e)\,D_{пр.}$$ $D_{пр.}$ берется в км;

$$в_{tp}=274{,}45-105{,}54\,P/273{,}2+t_{сух.}, \quad (3)$$

$$в_e=55\cdot10^{-3}[e(1{,}54+0{,}0665t_{вл,})-0{,}5\,(t_{сух.}-t_{вл.})]-0{,}5$$

5.2 Расстояния, редуцированные на поверхность относимости вычисляют по формуле

$$S=D+\Delta D_h+\Delta D_{Hm} \quad (4)$$

где ΔD_h,ΔD_{Hm} - поправки за разность высот конечных точек и среднюю высоту линии над поверхностью относимости, вычисляемые по формулам:

$$\Delta D_h = -\left(h_{jk}^2 / 2D + h_{jk}^4 / 8D^3 \right),$$

$$\Delta D_{Hm} = -(H_m \cdot D)/R,$$

где $h_{jk} = H_v - H_i$, $H_m = (H_i + H_v)/2$

H_V , H_i- отметки дальномера и отражателя с учетом их высот над центрами знаков:

$$H_i = H_j + i, \qquad H_v = H_k + V;$$

H_V, H_k- условные высоты центров конечных точек линии;

i, v - высоты дальномера и отражателя над центрами;

R - 6378 км

Окончательная обработка результатов измерений заключается в следующем.

5.3 После того как взято среднее из результатов измерений отрезков базиса двумя дальномерами, предварительно приведенных к горизонту и на одну поверхность относимости, измеренные во всех комбинациях, отрезки уравнивают по способу Шрейбера (см.прил.2).

Ошибку единицы веса μ и ср.кв. ошибку M_S уравненных сторон вычисляют по формулам

$$\mu = \sqrt{2[VV] / (K-1)(K-2)} \quad (5)$$

$$Ms = \sqrt{4[VV]/K(K-1)(K-2)},$$

где $V = S_{ур.} - S_{изм.}$;

К - число пунктов, между которыми проводили измерения во всех комбинациях.

5.4 В длины непосредственно измеренных отрезков, которые в уравнивании не участвовали, но являются составляющими уравненного отрезка, вводятся поправки V_j по формулам:

$$V_j = -f/m, \qquad (6)$$

$$f = \sum_{1}^{m} S_j - \tilde{S}_{ik},$$

где j=1,2...m - число непосредственно измеренных отрезков, составляющих линию;

S_{ik}- значение линии, полученное из уравнивания по способу Шрейбера.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец записи в журнале

СП-2 N 22460
ОТР1 N 22460

Дата 13.07.94

Линия (прием) 1-2 (1)

Время

Тн	13:25
Тк	13:33

Наблюдатель:Крылов В.Д.

Записатор:Викупов П.В.

Высота прибора

i	205
v	205

ГРУБО

	D мм
1	2015 847
2	847
3	848
$D_{ср}$	2015 847

	$t_{сух}$	$t_{вл}$
Пр	17.4	13.0
Отр	16.2	12.9
Ср.	16.8	13.0
P	730.0	731.0
$\Delta_{шк}$	+0.2	-0.5
Δt	0	0
$\Delta_{доп}$	-0.1	-0.4
P	730.1	730.1
$P_{ср}$	730.1	
$K_{тр}*10^{-5}$		0.94

ТОЧНО

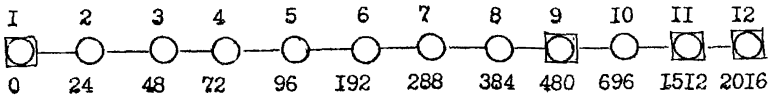
	D	БКО	D	БКО
1	46.6	61.1	46.3	61.1
2	46.5	60.9	46.3	61.1
3	46.6	60.8	46.5	61.2
4	47.2	60.8	46.1	61.2
5	46.8	60.9	46.3	61.2
Ср.	46.7	60.7	46.3	61.2
D+(60-БКО)		46.0		45.1
(D+(60-БКО)ср		45.6		

Dт	2015845.6
$\Delta D_{мет}$	+18.9
$\Delta K_{ц}$	+ 0.7
K	-82.9
D	2015782.3

Приложение 2

Пример уравнивания Свердловского базиса

Схема базиса



Название линии	Редуцированные измеренные линии S, мм	Уравненные линии, $\bar{S}$ мм
I	2	3
I.2	24 0I3.4I	24 0I3.48
2.3	24 I60.59	24 I60.66
34	23 889.74	23 889.8I
4.5	24 II5.98	24 II6.05
5.6	96 046.42	96 046.50
6.7	95 650.40	95 650.48
78	96 053.74	96 053.82
8.9	95 889.06	95 889.I4
9.I0	2I6 I05.54	2I6 I05.35
I0.II	8I5 922.23	8I5 922.04
II.I2	503 896.42	503 896.25
I.9	479 8I9.48	479 8I9.94
I.II	I5II 847.92	I5II 847.33
I.I2	20I5 743.45	20I5 743.58
9.II	I032 026.96	I032 027.39
9.I2	I535 923.6I	I535 923.64
II.I2	503 896.42	503 896.25

O – центры

⊡ – концы секций

Схема уравнивания по способу комбинаций

	Название секций					
	I.9 (I.2)	I.II (I.3)	I.I2 (I.4)	9.II (2.3)	9.I2 (2.4)	II.I2 (3.4)
	479 м	I5II м	20I5м	I032 м	I535 м	503 м
I.	8I9,48	847.92	743.45	026.96	923.6I	896.42
2.	8I9.48	847.92	743.45	026.96	923.6I	896.42
3.	820.96	846.44	743.09	028.44	923.97	895.53
4.	8I9.84	847.03	744.39	027.I9	923.38	896.65
$\overline{S_1}$ мм	8I9.94	847.33	743.58	027.39	923.64	896.25
Vмм	+0,46	–0,59	+0,I3	+0,43	+0,03	–0,I7

$$\mu = \sqrt{\frac{2[VV]}{(K-1)(K-2)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,79}{3 \cdot 2}} = 0,51 мм$$

$$M_L = \sqrt{\frac{4[VV]}{K(K-1)(K-2)}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,79}{4 \times 3 \times 2}} = 0,36 мм$$

Схема уравнивания внутри секции

Название линии	Измеренные линии S мм	Поправки V, мм	Уравненные линии $\bar{S}$, мм
I.2	240I3.4I	+0,07	240I3.48
2.3	24I60.59	+0,07	24I60.66
3.4	23889.74	+0,07	23889.8I
4.5	24II5.98	+0,07	24II6.05
5.6	96046.42	+0,08	96046.50
6.7	95650.40	+0,08	95650.48
7.8	96053.74	+0,08	96053.82
8.9	95889.06	+0,08	95889.I4
$\sum_{1}^{m} S_j$	4798I9.34		$\bar{S}_{ik}$ 4798I9.94

$$f = \sum_{1}^{m} S_j - \bar{S}_{ik} = -0{,}60 мм \qquad V_j = -\frac{f}{m} = +0{,}75 мм$$

Приложение 3

**Центральный ордена "Знак Почета"
научно-исследовательский
институт геодезии, аэросъемки и картографии
им. Ф.Н.Красовского**

ГОЛОВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
РОСКАРТОГРАФИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО N

о ведомственной метрологической аттестации
образцового линейного базиса 2 разряда

Свердловский

(наименование базиса)

Дата создания базиса: заложен 1986-87 измерен 1994

(год) (год)

Назначение: исследование, поверка, испытания и метрологическая аттестация геодезических дальномеров.

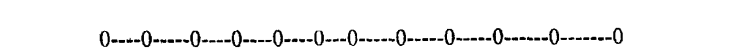
Основные метрологические характеристики:

Номинальные значения отрезков: 24, 96, 216, 479, 503, 624, 696, 816, 887, 2016 м

Относительная ошибка измерения: $1{,}5 \cdot 10^{-6}$

Условия эксплуатации: в соответствии с РТМ 68-8.15.86

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРОВ:



0- центр типа 1

Нумерация пунктов соответствует их расстоянию (в м) от начального.

Результаты аттестации

К пунктов	Метрологические характеристики		Погрешность определения метрологических характеристи	
	редуцированная длина, мм	Н условная высота, м	длина, мм	условная высота
0		I00,000		
24	24 0I3,48	99,8II	0,5	
48	24 I60,66	99,8I5	0,5	
72	23 889,8I	99,824	0,5	
96	24 II6,05	99,825	0,5	
I92	96 046,50	99,474	0,5	
288	95 650,48	99,I48	0,5	
384	96 053, 82	98,74I	0,5	
480	95 889,I4	98,556	0,7	
696	2I6 I05,35	97,890	0,7	
I5I2	8I5 922,04	95,644	0,7	
2OI6	503 896,25	94,396		

По результатам метрологической аттестации (акт ЦНИИГАиК от 26.07.I994 г.) базис допускается к применению в качестве образцового средства измерения 2 разряда (ГОСТ 8.503-84) при метрологической аттестации и поверке геодезических дальномеров, у которых допустимое значение средней квадратической погрешности превышает 2 мм. Срок очередной поверки июнь I999 года.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения 3
2. Общие положения 3
3. Подготовка аппаратуры к работе 4
4. Программа и методика измерений 7
5. Запись и обработка результатов измерений 9
6. Приложения 13

Отв.исполнитель Ф.В.Широв

Редактор Н.И.Феоктистова

Подписано в печать
13.02.95
Формат 60x90/16
Бумага типографская
Печать офсетная
Усл.печ.л. 1,25
Усл.кр.отт.1,38
Уч.изд.л. 1,20

Тираж 250
Заказ 8-95

ЦНИИГАиК
125413, Москва,
Онежская ул.26

gost.e-ecolog.ru