ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
РОССИИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЁТА"
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОДЕЗИИ,
АЭРОСЪЁМКИ И КАРТОГРАФИИ им.Ф.Н.КРАСОВСКОГО

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Определение приборной поправки светодальномера способом "во всех комбинациях"

РТМ 68 - 8.21 - 94

Москва
ЦНИИГАиК
1994

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Определение приборной поправки светодальномера способом "во всех комбинациях" 1
Приложение 1.Распечатка по программе BF-5K. . .
Определение приборной поправки способом комбинаций 3
Приложение 2. Программа для вычисления уравненных значений приборной поправки и линий на микрокомпьютере МК-85м 4
Приложение 3. Вычисление уравненных значенийприборной поправки и измеренных линий вручную 7
Приложение 4. Перечень ссылочных документов . 9

© ЦНИИГАиК, 1994

Руководящий технический материал

Определение приборной поправки светодальномера способом "во всех комбинациях"	РТМ 68 - 8.21 - 94 Впервые

В настоящем РТМ изложен порядок контроля приборной поправки светодальномера путём измерения линий неизвестной длины во всех комбинациях.

Данный РТМ носит рекомендательный характер и учитывает требования ведомственных и нормативных документов таких, как МИ БГЕИ 09-90 и МИ БГЕИ 15-93. Перечень ссылочных документов приведён в приложении 4.

1. Общая характеристика метода

На местности закрепляется линия, которая разбивается на несколько отрезков, расположенных в створе. Линии измеряются светодальномером во всех комбинациях.

После обработки результатов измерений получают значение приборной поправки со средней квадратической ошибкой определения меньше 0,5 средней квадратической ошибки измерения линии m_s.

2. Требования к линии

2.1. Линия располагается на местности с возможно меньшим уклоном (не превышающим 1/20).

2.2. Общая длина линии не должна быть менее 10% (но не менее 100 метров) от максимальной дальности светодальномера.

2.3. Линия разбивается на отдельные отрезки, по возможности, примерно равной длины, число которых $K \geq 6$. Наименьший отрезок не должен быть меньше минимальной дальности, измеряемой светодальномером.

2.4. Точки закрепления отрезков линии должны быть в створе. Несторность не должна превышать 5 сантиметров на расстояниях до 500 метров и 10 сантиметров при больших расстояниях.

2.5. Точки закрепляются на местности кольями длиной не менее 30 сантиметров с отметкой на их поверхности для центрирования.

2.6. Между любыми точками,ограничивающими отрезки, должна быть прямая видимость.

2.7. Превышение между точками каждого измеряемого отрезка должно быть определено с ошибкой не более:

а) для отрезков с уклоном $\leq 0{,}003$ —70 мм;

б) для отрезков с уклоном $> 0{,}003$ по формуле :

$m_h = 0{,}25 m_s \cdot S/h$,

где S - длина отрезка, h - превышение между точками измеряемого отрезка.

2.8. При реализации данной методики рекомендуется использовать линии базисов 2-го и 3-го разрядов не аттестованных на данный момент.

3. Измерение линии

3.1. Число отрезков, подлежащих измерению, определяется по формуле $P = \frac{n(n-1)}{2}$, где n - число точек.

3.2. Отрезки измеряют поверяемым светодальномером, руководствуясь инструкцией по эксплуатации для данного типа прибора.

4. Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений проводят в следующей последовательности:

4.1. Вычисляют наклонную дальность каждого отрезка, прибавив к измеренному значению отрезка поправки:

а) за учёт метеопараметров,

б) за циклическую составляющую приборной поправки;

в) за уход масштабной частоты, (при использовании светодальномеров, предусматривающих это).

Приборную поправку при этом не учитывают.

4.2. Редуцируют отрезки к горизонту.

4.3. Редуцируют отрезки на один условный уровень относимости измерений.

4.4. Отрезки, отредуцированные на один уровень относимости уравнивают. Уравнивание рекомендуется осуществлять одним из трёх способов:

4.4.1. Уравнивание с помощью программы BFK-5, составленной на алгоритмическом языке Фортран-4 для ЭВМ типа ЕС 1045.

Подробнее об этой программе смотрите МИ БГЕИ 09-90, приложение 12. Пример уравнивания приведён в приложении 1 данного РТМ.

4.4.2. Уравнивание с помощью программы УВК, составленной на алгоритмическом языке Бейсик для микрокопьютера "Электроника МК-85М".

Текст программы и пояснение к ней приведены в приложении 2 данного РТМ.

4.4.3. Уравнивание может быть выполнено также вручную путём вычисления алгебраического среднего частных значений приборной поправки, определённых из комбинаций измеренных длин отрезков.

Пример вычисления приведён в приложении 3 данного РТМ.

4.5. Получив новое значение приборной поправки $C_н$ сравнивают его со старым значением $C_{ст}$(паспортное) и вычисляют разность $\Delta = C_н - C_{ст}$; если $\Delta \leq 0{,}5M_c$, то продолжают пользоваться старым значением $C_{ст}$, если $\Delta > 0{,}5M_c$, то берут для дальнейших измерений новое значение приборной поправки $C_н$. (M_c - средняя квадратическая ошиб-

ка определения приборной поправки, полученная в результате данных измерений).

Приложение 1

Распечатка по программе BF-5K
Определение приборной поправки способом комбинаций
Базис ЦНИИГАиК

Дата:18.03.1991 СП2 21110 исп: Татевян Р.А.
/PW/=0.72 М.ед.веса=0,38
СП 21110 К=-77.48 Кур.=-77.48 М=0.27

№	Линия	Sизм	Sуравн	P	v	M
1	1-2	28140.4	28062.69	1.0	-0.23	0.26
2	1-3	52148.2	52070.98	1.0	0.26	0.32
3	1-4	76161.5	76084.34	1.0	0.32	0.40
4	1-5	100159.6	100081.77	1.0	-0.35	0.49
5	2-3	24086.1	24008.29	1.0	-0.33	0.26
6	2-4	48099.3	48021.66	1.0	-0.16	0.32
7	2-5	72096.3	72019.08	1.0	0.26	0.40
8	3-4	24090.7	24013.37	1.0	0.15	0.26
9	3-5	48088.5	48010.80	1.0	-0.22	0.32
10	4-5	24074.6	23997.43	1.0	0.31	0.26

Приложение 2

Программа для вычисления уравненных значений приборной поправки и линий на микрокомпьютере МК-85м

1. Программа

```
 3  CSR 5:PRINT "УВК"
 5  VAC: INPUT "C=", C, "m=", A(60)
 8  FOR J=1 TO C-1: FOR K=J+1 TO C: A=(10*J+k)
10  INPUT A(A): NEXT K: NEXT J
15  CSR 3: PRINT "верно?"
20  V=N-M-X: U=V: T=0
25  FOR I=1 TO C-2: FOR J=I+1 TO C-1: FOR K=J+1 TO C
30  L=A(10*I+K)-A(10*I+J)-A(10*J+K): IF LV; V=L
35  IF L; U=L
40  T=T+L: NEXT K: NEXT J: NEXT I
45  L=T*6/(C*(C-1)*(C-2)): T=(V-U)*1000
47  F=RND( 3.46*A(60),-2)
50  IF  TF; CSR 2: PRINT "разброс", T; F: H=0
52  FOR A=12 TO (10+C): H=H+A(A): NEXT A: D=0
55  FOR K=2 TO C: FOR I=2 TO C: IF IK THEN 65
60  D=D+A(10*I+K): NEXT I: GO TO 70
65  D=D-A(10*K+I): NEXT I
70  Q=(10+K)=(C-1)*A(10+K)-(H+D):D=0: NEXT K
75  FOR I=2 TO C:
    Q(10+I)=-((C-2*I+2)*L+Q(10+I))/C: NEXT I
80  FOR J=2 TO C-1: FOR K=J+1 TO C
85  Q(10*J+K)=Q(10+K)-Q(10+J)-L+A(10+K)-A(10+J)-
    A(10*J+K)
90  NEXT K: NEXT J: G=0
95  FOR J=1 TO C-1: FOR K=J+1 TO C: A=(10*J+K)
100 G=G+Q(A)*Q(A): B=Q(A): B=B*1000: PRINT"V=";A;
105 CSR 6: PRINT B=RND(B,-3)
110 A(A)=A(A)+Q(A)+L: PRINT"S=";A(A)=RND(A(A),-5)
115 NEXT K: NEXT J: G=G*1000000
120 G=SQR(2*G/(C*(C-3))): L=L*1000
125 PRINT"L=";L=RND(L,-3): H=6/((C-1)*(C-2))
130 PRINT "m. веса="; G=RND(G,-3)
135 E=G*SQR H: PRINT "m.L=";E=RND(E,-3)
138 D=0
140 FOR A=12 TO 10+C:
    D=D+1: E=G*SQR(2/C+4*D*D*H/(C*C))
145 PRINT "m.S=";A;
150 CSR 7: PRINT E=RND(E,-3): NEXT A
155 CSR 4: PRINT "КОНЕЦ"
```

```
160 END
500 FOR J=1 TO C-1: FOR K=J+1 TO C: A=(10*J+K)
505 PRINT A;
510 CSR 3: PRINT A(A): NEXT K: NEXT J
```

2. Пояснение к программе

Вызовите программу

2.1. Остановка - на дисплее название программы "УВК" (Уравнивание во всех Комбинациях).

2.2. Остановка - на дисплее "С=?", введите число точек в створе, нажмите "exe".

2.3. Остановка - на дисплее "м=?", введите величину ср.кв.ошибки измерения по паспорту прибора (M_s,мм), нажмите "exe".

2.4. Остановка - на дисплее "?", введите значения измеренных линий (в метрах до четвертого знака после запятой) в порядке 1-2; 1-3;...1-С; 2-3;...2-С; и т.д., после каждого раза нажимайте "exe". После ввода последней линии на дисплее высвечивается "верно?":

2.4.1. если проверять не надо, то "exe",

2.4.2. если хотите проверить, то необходимо сделать переход на строку 500. На дисплее загорается номер линии и длина. Просмотрите все линии, чтобы исправить неправильные значения, наберите "А(12)="и вставьте правильное значение (цифра 12 означает номер линии 1-2).

2.5. Остановка:

2.5.1. На дисплее номер линии и поправка к измеренному значению

"v= 12 -0,23" в мм , нажмите "exe",

2.5.2. На дисплее - длина линии с четырьмя знаками после запятой, выраженная в метрах

"S= 28.0627",нажмите "exe", и так далее по всем линиям.

2.6. Остановка - на дисплее значение приборной поправки:

"L= -77.48" в мм., нажмите "exe",

2.7. Остановка - на дисплее ошибка единицы веса:

"М.веса= 0,38" в мм, нажмите "exe",

2.8. Остановка - на дисплее значение ср.кв. ошибка приборной поправки:

"M.L= 0,27" в мм , нажмите "exe",

2.9. Остановка - на дисплее номер линии и значение ср.кв.ошибки уравненной линии:

"M.S= 12 0.26" в мм , нажмите "exe", и так по очереди все линии, измеренные с первой точки.

Ошибки линий, номера которых 12, 23, 34, 45, будут одинаковыми; ошибки линий, номера которых 13, 24, 35, будут другими,но также одинаковыми, и так далее.

2.10. Остановка - на дисплее "Конец".

2.11. После начала вычислений (выполнения пункта 2.4.1) программа может остановиться и высветить: "разброс", нажмите "exe", на дисплее появится:

" 1.8 7.1", где первое число означает разброс между масимальным и минимальным значениями приборной поправки, второе число - допуск. Допуск вычисляется по формуле: $\Delta=2m_s\sqrt{3}$.

В этом случае исполнитель может поступить по одному из вариантов:

2.11.1. Проверить снова ввод значений линий,обратившись к строке 500, исправить значение линий и запустить микрокомпьютер с 20 строки.

2.11.2. Обнаружив неправильно измеренную линию, перемерить её заново.

2.11.3. Проигнорировать это указание и продолжить вычисления, нажав "exe".

2.12. Выполнив вычисления, можно посмотреть некоторые величины, нажав следующие кнопки:

V - максимальное значение приборной поправки - " - 0.0765" в метрах,

U - минимальное значение приборной поправки - " - 0,0783" в метрах,

T - разность между мин. и макс. значениями - "1.8" в мм,

F - допуск - "7.1" в мм.

2.13. Приведённые в данном примере величины значений соответствуют результатам уравнивания в примере приложения 1.

Приложение 3

Вычисление уравненных значений приборной поправки и измеренных линий вручную

1. Вычисление приборной поправки.

Вычисление уравненной приборной поправки производится по формуле:

$$C = \frac{\sum_{1}^{T} S_{ik} - S_{ij} - S_{jk}}{T},$$

где i,j,k - номера точек, образующих отрезки. Из отрезков составляют все возможные комбинации по три, удовлетворяющие усло-вию i<j<k. При общем числе точек n число таких комбинаций

$$T = \frac{n(n-1)(n-2)}{6}.$$

При числе точек n=5 числоT=10:

$C_1 = S_{13} - S_{12} - S_{23} = -78.3$
$C_2 = S_{24} - S_{23} - S_{34} = -77.5$
$C_3 = S_{35} - S_{34} - S_{45} = -76.8$
$C_4 = S_{14} - S_{12} - S_{24} = -78.2$
$C_5 = S_{14} - S_{13} - S_{34} = -77.4$
$C_6 = S_{25} - S_{23} - S_{35} = -78.3$
$C_7 = S_{25} - S_{24} - S_{45} = -77.6$
$C_8 = S_{15} - S_{12} - S_{25} = -77.1$
$C_9 = S_{15} - S_{13} - S_{35} = -77.1$
$C_{10} = S_{15} - S_{14} - S_{45} = -76.5$
$C = -77.48$

2. Допустимый разброс значений приборной поправки определяется формулой, приведённой в п.2.11 приложения 2.

При превышении данного допуска , максимальный и минимальный результаты анализируются, выявляется ошибочная линия, проверяются результаты вычислений.

При подтверждении результатов вычислений линия должна быть перемерена.

2. Вычисление уравненных значений линий

Вычисления выполняются по методу "Шрейбера". Предварительно в измеренные значения линий вводится приборная поправка, вычисленная в пункте 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4
1	28062.9	52070.7	76084.0	100082.1	24008.6	48021.8	72018.8	24013.2
2	062.9	070.7	084.0	100082.1	008.6	021.8	018.8	013 2
3	062.1	070.8	085.0	100081.7	007.8	021.1	019.2	013.2
4	062.2	071.7	084.7	100081.7	007.8	021.7	019.6	013.2
5	063.3	071.5	083.9	100081.1	008.6	021.8	018.9	013.2
S_{cp}	28062.7	52071.0	76084.3	100081.7	24008.3	48021.6	019.1	24013.4
v	+0.2	-0.3	-0.3	+0.4	+0.3	+0.2	-0.3	-0.2

	9	10
	3-5	4-5
1	48011.0	2399.1
2	011.0	997&1
3	0114	998.1
4	010.2	997.0
5	010.3	997.8
S_{cp}	48010.8	23997.4
v	+0.2	-0.3

Примечание: в первых двух строках выписываются значения линий полученные из непосредственных измерений, в остальных - результаты попарных разностей (сумм) во всех вариантах возможного вычисления этой линии; $v = S_{изм} - S_{ср}$.

3. Оценка точности

3.1. Вычисляют ошибку единицы веса:

$$\mu = \sqrt{\frac{2\,[vv]}{(n-1)(n-2)}} = 0{,}36 \text{ мм}$$

3.2. Вычисляют ср.кв. ошибку определения приборной поправки:

$$M_c = \mu\sqrt{Q_{nn}} = 0{,}36\sqrt{\frac{6}{(n-1)(n-2)}} = 0{,}25 \text{ мм}$$

3.3. Вычисляют ср.кв. ошибку уравненных сторон по формуле:

$$M_s = \sqrt{\frac{4\,[vv]}{n\,(n-1)(n-2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}77}{5 \cdot 4 \cdot 3}} = 0{,}23 \text{ мм}$$

Приложение 4

Перечень ссылочных документов

Пункты РТМ	Обозначение НТД	Наименование НТД	Реквизиты утверждения издания
Введение п.4.4.1	МИ БГЕИ 09-90	Образцовые линейные базисы. Общие технические требования. Метрологическое обеспечение	Утверждён приказом по ЦНИИГАиК* №68 от 27.06.90
Введение	МИ БГЕИ 15-93	Светодальномеры. Методы и средства поверки	Утверждён приказом по ЦНИИГАиК №71 от 04.06.93

*) Указанные документы изданы от имени головной организации отрасли по метрологии - ЦНИИГАиК

Подписано в печать
27.09.94
Формат 60×90/16
Бумага типографская
Печать офсетная
Усл.печ.л. 0,5
Усл.кр.отт.0,63
Уч.-изд.л. 0,48

Тираж 300
Заказ 30-94

ЦНИИГАиК
125413, Москва,
Онежская ул.26

gost.e-ecolog.ru