ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И
КАРТОГРАФИИ РОСИИ

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

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Оценка стабильности пунктов образцовых базисов 2-3 разряда

МИ БГЕИ 27-94

Москва
ЦНИИГАиК
1994

gost.e-ecolog.ru

Разработана

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

Директор института Н.Л.Макаренко

Главный метролог А.А.Синдеев

Подготовлена и внесена на утверждение

Отделом стандартизации, метрологии и госиспытаний

Руководитель темы,
зав.отделом,с.н.с. А.И.Спиридонов

Отв. исполнитель,
с.н.с. Ф.В.Широв

Утверждена приказом по ЦНИИГАиК - головной организации метрологической службы Роскартографии - №378 от 08.12.94 г.

Срок введения в действие установлен с 01.01.95г.

© ЦНИИГАиК, 1994 г.

УДК 528.32

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

Методика института Оценка стабильности образцовых базисов 2-3 разряда	МИ БГЕИ 27-94 Впервые

Настоящий нормативный документ устанавливает метод оценки стабильности пунктов образцовых базисов 2-3 разряда.

Методика института учитывает требования РТМ 68-8.15-86 и МИ БГЕИ 09.90.

1 СУЩНОСТЬ СПОСОБА

1.1 Предлагаемый способ основан на анализе результатов повторных измерений базисов. При этом определяют стабильность линейных координат центров, которые являются функциями измеренных отрезков базиса.

1.2 Координата L каждого центра базиса определяется расстоянием между этим центром и центром, принятым за исходный. Причем, если определяемый пункт находится справа от исходного, то знак координаты положи тельный, если слева - отрицательный. Расстояния между пунктами берут по результатам измерений в исследуемых циклах измерений.

1.3 Смещением центра S является изменение его координаты за период между исследуемыми циклами измерений.

1.4 Если при вычислении смещений центров в цикле наблюдений с номером i в качестве исходной последовательно принимать координаты всех исследуемых центров, полученных в нулевом цикле, (что соответствует вычисле-

ниям всех длин между центрами в i -ом цикле по отношению к нулевому), то можно составить следующую матрицу (I):

0	$S_{2.1}$	$S_{3.1}$	...	S_{n1}
$S_{1.2}$	0	$S_{3.2}$	...	S_{n2}
.....	.....	.....	.....	.....
$S_{1.n-1}$	$S_{2.n-1}$	...	0	$S_{n.n-1}$
$S_{1.n}$	$S_{2.n}$	...	$S_{n-1.n}$	0
$S_{1.cp}$	$S_{2.cp}$	$S_{3.cp}$	$S_{n-1.cp}$	$S_{n.cp}$

(1)

Первый индекс величины смещения S показывает номер центра, координата (смещение) которого подсчитывается по отношению к центру, принятому за исходный. Второй индекс показывает номер центра, принятого за исходный при вычислении величины S в данной строке. Таким образом, элементы одной строки - это смещения центров, найденные при одном и том же исходном центре , новом для каждой строки. Так, в первой строке расположены смещения $S_{2.1}$, $S_{3.1}$ ... S_{n1} центров с номерами 2, 3 ... n, полученные при выборе центра 1 за исходный.

1.5 Выражение (1) представляет собой кососимметричную матрицу. Учитывая это, составление матрицы (1) можно значительно упростить. Достаточно определить только элементы первой строки, тогда элементы первого столбца находятся простой заменой знака на противоположный у элементов первой строки, расположенной симметрично относительно главной диагонали. Остальные элементы второй строки могут быть получены прибавлением к соответствующим элементам первой строки величины $S_{1.2}$. Аналогично получаются недостающие элементы остальных строк. Контролем составления матрицы является симметричное расположение равных по модулю, но разных по знаку элементов относительно главной диагонали.

1.6 Элементы первой строки составляются следую-

щим образом. Выписываются значения отрезков базиса D для циклов измерений i и j, между которыми производят исследования стабильности центров

$$D_{1.2} \qquad D_{2.3} \qquad D_{n-1\ n}.$$

Первый центр берут за исходный. Тогда координаты L остальных центров будут:

$L_1=0$

$L_2=D_{1.2}$

$L_3=D_{1.2}+D_{2.3}$

...

$L_{n-1}=D_{1.2}+D_{2.3}+D_{n-2.n-1}$

$L_n=D_{1.2}+D_{2.3}+D_{n-1.n}$.

Затем находят разности координат между циклами j и i - искомые смещения S :

$$S_{1.1}=L_1^j-L_1^i \quad S_{2.1}=L_2^j-L_2^i \quad S_{3.1}=L_3^j-L_3^i \quad S_{n.1}=L_n^j-L_n^i$$

Матрица (1) составляется всякий раз, когда имеется необходимость исследовать стабильность центров.

1.7 Для каждого центра вычисляется среднее значение S_{cp} его смещений S , полученных при последовательном выборе за исходный остальных центров

$$S_{cp}=\frac{[S]}{n-1} \qquad (3),$$

где [S] - сумма элементов столбца матрицы (1),

n - число строк в столбце.

1.8 Суждение о стабильности положения центров вдоль линии базиса делается на основе анализа величин S_{cp}. Значимость средних смещений S_{cp}, вычисленных для разных центров, оценивается с помощью неравенства

$$S_{cp} > t\mu\sqrt{R_{S_{cp}}} \quad (4).$$

Здесь t - критерий предельных ошибок;

μ - ср. кв. ошибка единицы веса;

$R_{S_{cp}}$ - обратный вес величины S_{cp} .

1.9 Если центр получил смещение, выходящее за

пределы ошибок измерений, то об этом свидетельствует попадание величины Scp, вычисленной для этого центра, в область,заданную неравенством (3) .

1.10 Не изменившими своего положения считаются центры, для которых величина, $Scp \leq t\mu\sqrt{R}\,S_{cp}$.

1.11 При измерении длин базисов дальномерами и проволоками, стабильными с вероятностью 0,95 (t = 2) считают линии (за период между исследуемыми циклами измерений), если значения разности их длин остались в допусках, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Длина линии Dм или среднее расстояние (координата) между исходным и определяемым центрами L м	Допустимое изменение длины линии ΔD мм	Допустимое смещение центра Scp, мм
0 -1000	2	1,41
1000-2500	3	2,12
2500-3000	5	3,54

В этом случае допустимое смещение центра для средней координаты определяемого центра от исходного L_{cp} будет равно $\sqrt{\frac{\Delta D}{2}}$, где ΔD - изменение длины линии между циклами измерений.

1.12 Для вычисления L_{cp} составляется матрица координат центров по каждой строке симметричной матрицы длин линий между реперами. Среднее по столбцам матрицы дает среднее удаление любого центра от исходного.

1.13 Средняя координата вычисляется по формуле (5).

$+L_1$	L_2	L_3	...	L_{n-1}	L_n
$-L_2$	L_2-L_2	L_3-L_2	...	$L_{n-1}-L_2$	L_n-L_2
$-L_3$	L_2-L_3	L_3-L_3	...	$L_{n-1}-L_3$	L_n-L_3
...	...	...	...	...	...
$-L_{n-1}$	L_2-L_{n-1}	L_3-L_{n-1}	...	$L_{n-1}-L_{n-1}$	L_n-L_{n-1}
$-L_n$	L_2-L_n	L_3-L_n	...	$L_{n-1}-L_n$	L_n-L_n
$+L_{1cp}$	L_{2cp}	L_{3cp}	...	L_{n-1cp}	L_{ncp}

(5)

Для подсчета допустимого смещения центра знак $L_{ср}$ не имеет значения, поэтому берут модуль $L_{ср}$. Величина $L_{ср}$ является входом в третью графу таблицы 1. Например, если $L_{1ср}$= 900 м, то допустимое $S_{ср1}$ будет равно 1,41 мм. Или $L_{nср}$=2800 м, тогда $S_{срn}$ будет 3,54 мм.

1.14 Процедура поиска стабильного центра осуществляется методом последовательных приближений. Всякий раз, когда $S_{срi}$ больше допустимого значения, столбец и строка с нестабильным i репером исключают из матрицы (1) и она составляется заново. Число итераций повторяется до тех пор, пока все неисключенные центры будут удовлетворять величинам, приведеным в таблице 1.

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ БАЗИСОВ

2.1 Сведения о базисах берутся из соответствующим образом оформленных отчетов организаций, выполняющих измерения.

2.2 Результаты измерений базисов должны быть приведены к створу конечных пунктов и к одному горизонту.

2.3 Исследования производятся периодически при очередной поверке базиса. Обычно межповерочный интервал составляет 3-5 лет.

3 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ СТАБИЛЬНОСТИ ПУНКТОВ

3.1 Методика оценки стабильности пунктов применяется при периодической поверке базисов. По результатам исследований стабильности центров оформляется каталог стабильных пунктов и линий.

3.2 В случае, если исследования стабильности пунктов проводятся в рамках поверки базиса, то результаты заносятся в свидетельство о поверке. Свидетельство о поверке выдается, если по крайней мере две трети центров базиса признаны по результатам исследований стабильными.

Приложение

Образец обработки результатов на примере оценки стабильности пунктов Павлово-Посадского базиса

1 Составление таблицы результатов измерений базиса

Таблица 1.П

Результаты измерений Павлово-Посадского базиса

Названия конечных пунктов	Длина секций базиса, мм		
	*D*1987 г.	*D*1993 г.	ΔD мм93-87
Ц1	23 947,85	23 951,90	+4,05
Ц2	23 914,99	23 913,76	-1,23
Ц3	24 117,52	24 117,40	-0,12
Ц4	23 993,43	23 994,32	+0,89
Ц5	95 761,77	95 758,76	-3,01
Ц6	96 044,64	96 046,84	+2,20
Ц7	96 157,13	96 155,66	-1,47
Ц8	95 888,87	95 890,34	+1,47
Ц9	506 009,24	506 008,30	-0,94
Ц10	1006 028,95	1006 031,96	+3,01
Ц11	646 878,26	646 876,26	-2,00
Ц12			

2. Составление матрицы смещений

2.1 Составление первой строки

Таблица 2.П

	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	L_{11}	L_{12}
		23	47	71	95	119	287	383	479	985	1991	2638
1993	0	951,90	865,66	983,06	977,38	736,14	782,98	938,64	828,98	837,28	869,24	745,50
1987	0	947,85	862,84	980,30	973,79	735,56	780,20	937,33	826,20	835,44	864,39	742,65
	0	+ 4,05	+ 2,82	+ 2,70	+ 3,59	+ 0,58	+ 2,78	+ 1,31	+ 2,78	+ 1,84	+ 4,85	+ 2,85

2.2 Составление общей матрицы смещений S

Таблица 3.П

Назван. пунктов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	+4,05	+2,82	+2,70	+3,59	+0,58	+2,78	+1,31	+2,78	+1,84	+4,85	+2,85
2	-4,05	0	-1,23	-1,35	-0,46	-3,47	-1,27	-2,74	-1,27	-2,21	+0,80	-1,20
3	-2,82	+1,23	0	-0,12	+0,77	-2,24	-0,04	-1,51	-0,04	-0,98	+2,03	+0,03
4	-2,70	+1,35	+0,12	0	+0,89	-2,12	+0,08	-1,39	+0,08	-0,86	+2,15	+0,15
5	-3,59	+0,46	-0,77	-0,89	0	-3,01	-0,81	-2,28	-0,81	-1,75	+1,26	-0,74
6	-0,58	+3,47	+2,24	+2,12	+3,01	0	+2,20	+0,73	+2,20	+1,26	+4,27	+2,27
7	-2,78	+1,27	+0,04	-0,08	+0,81	-2,20	0	-1,47	0	-0,94	+2,07	+0,07
8	-1,31	+2,74	+1,51	+1,39	+2,28	-0,73	+1,47	0	+1,47	+0,53	+3,54	+1,54
9	-2,78	+1,27	+0,04	-0,08	+0,81	-2,20	0	-1,47	0	-0,94	+2,07	+0,07
10	-1,84	+2,21	+0,98	+0,86	+1,75	-1,26	+0,94	-0,53	+0,94	0	+3,01	+1,01
11	-4,85	-0,80	-2,03	-2,15	-1,26	-4,27	-2,07	-3,54	-2,07	-3,01	0	-2,00
12	-2,85	+1,20	-0,03	-0,15	+0,74	-2,27	-0,07	-1,54	-0,07	-1,01	+2,00	0
$S_{ср}$	-2,74	+1,68	+0,34	+0,20	+1,18	-2,11	+0,29	-1,31	+0,29	-0,73	+2,55	+0,37
S доп	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	2,12	2,12

Таблица 5.П

4. Анализ смещений, исключение из матрицы (1) сместившихся центров

(———————)

Составление укороченной (1у) матрицы (1)

Выполнение второго приближения, определение сместившихся центров

Назван. пунктов	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I	0	+4,05	+2,82	+2,70	+3,59	+0,58	+2,78	+I,3I	+2,78	+I,84	+4,85	+2,85
2	-4,05	0	-I,23	-I,35	0,46	-3,47	-I,27	-2,74	-I,27	-2,2I	+0,80	-I,20
3	-2,82	+I,23	0	-0,I2	+0,77	-2,24	+0,04	-I,5I	-0,04	-0,98	+2,03	+0,03
4	-2,70	+I,35	+0,I2	0	+0,89	-2,I2	+0,08	-I,39	+0,08	-0,86	+2,I5	+0,I5
5	-3,59	+0,46	-0,77	-0,89	0	-3,0I	-0,8I	-2,28	-0,8I	-I,75	+I,26	-0,74
6	-0,58	+3,47	+2,24	+2,I2	+3,0I	0	+2,20	+0,73	+2,20	+I,26	+4,27	+2,27
7	-2,78	+I,27	+0,04	-0,08	+0,8I	-2,20	0	-I,47	0	-0,94	+2,07	+0,07
8	-I,3I	+2,74	+I,5I	+I,39	+2,28	-0,73	+I,47	0	+I,47	+0,53	+3,54	+I,54
9	-2,78	+I,27	+0,04	-0,08	+0,8I	-2,20	0	-I,47	0	-0,94	+2,07	+0,07
I0	-I,84	+2,2I	+0,98	+0,86	+I,75	-I,26	+0,94	-0,53	+0,94	0	+3,0I	+I,0I
II	-4,85	0,80	-2,03	2,I5	-I,26	-4,27	-2,07	-3,54	-2,07	-3,0I	0	-2,00
I2	-2,85	+I,20	-0,03	-0,I5	+0,74	-2,27	-0,07	-I,54	-0,07	-I,0I	+2,00	0
δ ср			+0,27	+0,I3	+0,5I		+0,22	-I,45	+0,22	-0,43		+0,30
δ доп			I,4I	I,4I	I,4I		I,4I	I,4I	I,4I	I,4I		2,I2

* Примечание: п.8 несмотря на то, что I,45 > I,4I, будем считать практически стабильным

Таблица 4.П

3.Вычисление средних координат L центров пунктов, м

	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	L_{11}	L_{12}
I	0	24	48	72	96	I92	288	384	480	986	I992	2638
2	-24	0	+24	+48	+72	+I68	+264	360	456	962	I968	26I4
3	-48	-24	0	24	48	I44	240	336	432	938	I944	2590
4	-72	-48	-24	0	24	I20	2I6	3I2	408	9I4	I920	2566
5	-96	-72	-48	-24	0	96	I92	288	384	890	I896	2542
6	-I92	-I68	-I44	-I20	-96	0	96	I92	288	794	I800	2446
7	-288	-264	-240	-2I6	-I92	-96	0	96	I92	698	I704	2350
8	-384	-360	-336	-3I2	-288	-I92	-96	0	96	602	I608	2254
9	-480	-456	-432	-408	-384	-288	-I92	-96	0	506	I5I2	2I58
I0	-986	-962	-938	-9I4	-890	-794	-698	-602	-506	0	I006	I652
II	-I992	-I968	-I944	-I920	-I896	-I800	-I704	-I608	-I5I2	-I006	0	646
I2	-2638	-26I4	-2590	-2566	-2542	-2446	-2350	-2254	-2I58	-I652	-646	0
L_c,	655	633	6I5	602	593	576	576	592	628	904	I636	2223

Выбор стабильных центров и линий, не изменивших свою длину, составление каталога стабильных линий

Таблица 6.П

Названия конечных пунктов	Длина секций базиса, мм		
	*D*1987 г.	*D*1993 г.	ΔD мм93-87
Ц3			
Ц4	24 117,52	24 117,40	-0,12
Ц5	23 993,43	23 994,32	+0,89
Ц7	191 806,41	191 805,60	-0,81
Ц8	96 157,13	96 155,66	-1,47
Ц9	95 888,87	95 890,34	+1,47
Ц10	506 009,24	506 008,30	-0,94
Ц12	1 652 907,21	1 652 908,22	+1,01
Общая длина базиса	2 590 879,81	2 590 879,84	

Содержание

1. Сущность способа 1
2. Требования к результатам измерений базисов . . 5
3. Оформление результатов исследований стабильности пунктов 5
4. Приложение 6

Подписано в печать
15.12.94
Формат 60x90/16
Бумага типографская
Печать офсетная
Усл.печ.л. 0,75
Усл.кр.отт. 0,88
Уч.изд.л. 0,72

Тираж 250
Заказ 52-94

ЦНИИГАиК
125413,Москва,
Онежская ул.,26

gost.e-ecolog.ru