

Г. Г. ПЕТРАШЕВИЧ

**О ВЫБОРЕ ФОРМЫ ВИЗИРНЫХ ЦЕЛЕЙ
ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗЕНИТНЫХ РАССТОЯНИЙ**

При высотной привязке опознаков геодезическое нивелирование выполняется на относительно более короткие расстояния, чем при передаче отметок в сетях триангуляции, и для этого применяют визирные цели различной формы. Чтобы изучить точность наблюдения зенитных расстояний в зависимости от качества видимостей, устойчивости изображения визирных целей и формы их, летом и осенью 1968 г. были проведены экспериментальные наблюдения зенитных расстояний на геодезическом полигоне Львовского политехнического института на двух пунктах триангуляции и на четырех опознаках. Характеристика направлений, по которым выполнены наблюдения, приведена в табл. 1 (эквивалентные высоты определены с помощью топокарт).

Зенитные расстояния z наблюдались со штатива теодолитом ОТ-02 с увеличением окуляра 40 двумя приемами по программе, обеспечивающей равные промежутки времени, необходимые для проведения наблюдений в каждой серии. Все наблюдения выполнены при электрическом освещении вертикального круга. Максимальные расхождения между двумя совмещениями штрихов более трех делений не допускались. Визирование осуществлялось методом касания нити на визирные цели двух типов — цилиндры и горизонтально вытянутые одинаковых размеров щиты (65 см × 30 см). В начале и конце каждой серии наблюдений визуально фиксировались по всем направлениям качество видимостей по трехбалльной системе (хорошая, удовлетворительная, плохая) и устойчивости изображения визирных целей по пятибалльной системе (с — спокойная, сск — слегка колеблющаяся, ск — среднеколеблющаяся, скк — колеблющаяся, к — сильно колеблющаяся). Наблюдения выполнялись в разное время дня и при разных внешних условиях.

Учитывая симметричный ход дневной изменчивости вертикальной рефракции, знаки разностей двойных наблюдений z , полученные до момента максимальных значений z , изменялись на противоположные.

При исследовании на нормальность распределения рядов двойных наблюдений с помощью критерия Пирсона обнаружено, что они имеют одновершинные симметричные распределения, как и распределения коэффициентов вертикальной рефракции [1]. При исследовании статистические ряды составлялись из разностей двойных наблюдений (не менее 50), выполненных в различных условиях. Ряды наблюдений, выполненные при хорошей видимости и спокойных изображениях, подчиняются нормальному закону распределения или близки к нему, а с ухудшением видимостей и изображений визирных целей все существенно отличаются от него.

Результаты вычисления средних квадратических ошибок определения z двумя приемами $m_{\text{ср}}$ и количество двойных наблюдений n (не

Таблица I

Характеристика направлений

Направление	Тип визирной цели	s , км	h_3 , м
Пункт Р			
В	1	5,8	10,0 и 8,7
СВ	.	9,4	33,6
К	.	9,0	28,6
Б	.	5,1	21,5
Оп. 1	.	2,1	11,1
Оп. 2	2	2,3	8,1
Оп. 3	.	3,1	13,7
Опознак 2			
Р	1	2,3	12,4
Оп. 1	.	2,1	12,4
Б	.	4,6	28,0
Оп. 3	2	0,9	13,2
Опознак 3			
Р	1	3,1	20,8
Оп. 2	2	0,9	12,8
Оп. 1	1	3,0	19,5
Б	.	5,1	24,2
Опознак 1			
Р	1	2,1	8,0
Б	.	3,0	8,4
Оп. 3	.	3,0	18,0
Оп. 2	2	2,1	12,8
Пункт Б			
Р	1	5,1	15,3
Оп. 3	.	5,1	10,0
Оп. 2	2	4,6	10,2
Оп. 1	.	3,0	7,2

менее 10) приведены для различных условий измерений в табл. 2, из которой следует, что в зависимости от устойчивости изображения визирных целей при хорошей видимости величина $m_{ср}$ изменяется в пределах от $\pm 1,2''$ до $\pm 2,1''$ при визировании на цели 1-го типа и при визировании на цели 2-го типа — в пределах от $\pm 0,8''$ до $\pm 1,2''$. При удовлетворительной видимости величины $m_{ср}$ несколько увеличиваются и при сильно колеблющихся изображениях визирных целей достигают $\pm 2,8''$. Отсюда видно, что при визировании на цели 2-го типа точность измерения z большая, чем при визировании на цели 1-го типа. Однако данного сравнения еще не достаточно, поскольку во втором случае $m_{ср}$ получены для более коротких расстояний.

Поэтому для наблюдений, выполненных на короткие расстояния, мы, используя визирные цели для двух типов, подсчитали для каждой из них дисперсии разностей двойных наблюдений по формуле

$$S_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \left[\sum x_j^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n_i} \right].$$

Затем, используя F — распределение, то есть сравнивая дисперсии $\frac{S_1^2}{S_2^2}$ [2] при соответствующих степенях свободы f , нашли квантили

распределения Фишера F_{1-p} . Результаты вычислений приведены в табл. 3, из которой следует, что в первых двух случаях нулевая гипотеза отвергается при уровне значимости $p=0,20$. Таким образом, применение визирных целей 2-го типа для расстояний в 2 км практически малоэф-

Точность измерения зенитных расстояний

Таблица 2

Величины	Хорошая видимость				Удовлетворительная видимость					
	изображения									
	с	сск	ск	скк	к	с	сск	ск	скк	к
Визирная цель 1-го типа										
m_{cp}	$\pm 1,15$	$\pm 1,54$	$\pm 1,95$	$\pm 2,07$	$\pm 2,08$		$\pm 1,28$	$\pm 2,04$	$\pm 2,31$	$\pm 2,77$
n	52	192	287	90	26		17	121	75	50
s_{cp}	4,33	4,47	5,22	5,14	5,22		4,73	5,78	5,77	6,30
Визирная цель 2-го типа										
m_{cp}	$\pm 0,84$	$\pm 1,11$	$\pm 1,19$	$\pm 1,45$	$\pm 1,22$			$\pm 1,32$		
n	10	51	36	23	13			19		
s_{cp}	1,49	1,98	2,34	2,88	3,27			2,84		

фективно при хорошей видимости и среднеколеблющихся изображениях, а с ухудшением изображений (скк) применение визирных целей 2-го типа для этого же расстояния является эффективным, так как при уровне значимости $p=0,01$ $F > F_{0,99}$. Для расстояний в 3 км эффективность применения визирных целей 2-го типа очевидна при различных уровнях значимости p , а именно: при $p=0,20$ для хорошей видимости и среднеколеблющихся изображениях и при $p=0,10$ для удовлетворительной видимости и при таких же изображениях.

Таблица 3

Сравнение дисперсий

Видимость	Изображение	Расстояние s , км	1-й тип визирной цели		2-й тип визирной цели		F	$F_{(1-p)}$	$F >$ или $< F_{(1-p)}$
			S_1^2	f_1	S_2^2	f_2			
Хорошая	Сск	2,1	7,62	22	6,45	12	1,18	1,6	$F < F_{0,80}$
	Ск	2,1	9,24	24	7,40	15	1,25	1,5	$F < F_{0,80}$
	Скк	2,1	12,46	9	3,30	14	4,11	4,1	$F > F_{0,99}$
	Ск	3,1	7,13	11	3,84	9	1,85	1,8	$F > F_{0,80}$
Удовлетворительная	Ск	3,0	15,37	9	4,00	6	3,84	3,0	$F > F_{0,90}$

Из этого следует, что применение визирных целей 2-го типа целесообразно лишь при визировании на расстояния более 2 км при средних и значительных колебаниях изображений визирных целей.

Полученные результаты могут быть использованы при выборе формы визирных целей и для предрасчета точности геодезического нивелирования для повышения его при высотной привязке опознаков.

ЛИТЕРАТУРА

- Петрашевич Г. Г. О точности определения коэффициента вертикальной рефракции. В сб. «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», вып. 7. Изд-во Львов. ун-та, Львов, 1968.
- Пустыльник Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. «Наука», М., 1968.

Работа поступила
17 апреля 1969 года.