

составляет 15,3. Значения угла рефракции для условий стандартной атмосферы ГОСТ 4401-64 в работе [1] получены по строгим формулам методом численного интегрирования на ЭВМ с шагом $h=0,5$ км. Различия, полученные в табл. 2, объясняются тем, что при вычислениях нами были использованы функциональные зависимости (1) и (2) распределения плотности атмосферы, отличающиеся от принятой функциональной зависимости для стандартной атмосферы.

Таблица 2
Значения γ_A , вычисленные для условий стандартной атмосферы ГОСТ 4401-64

Z		H км					
		5	10	20	40	100	300
1°	Колчинский И. Г.	0,2	0,4	0,6	0,8	—	—
	по формуле (10)	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
	разность	0,0	0,0	0,0	0,0	—	—
5°	Колчинский И. Г.	1,1	1,9	3,0	4,0	—	—
	по формуле (10)	1,1	1,9	3,0	3,9	4,5	4,8
	разность	0,0	0,0	0,0	+0,1	—	—
10°	Колчинский И. Г.	2,2	3,8	6,1	8,0	9,4	9,8
	по формуле (10)	2,2	3,8	6,0	7,8	9,0	9,7
	разность	0,0	0,0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,1
30°	Колчинский И. Г.	7,1	12,5	19,1	26,1	30,6	32,2
	по формуле (10)	7,1	12,4	18,6	25,6	29,5	31,8
	разность	0,0	0,1	+0,5	+0,5	+1,1	+0,4
45°	Колчинский И. Г.	12,2	21,6	34,4	45,2	—	—
	по формуле (10)	12,2	21,5	33,9	44,3	51,0	55,0
	разность	0,0	10,1	+0,5	+0,9	—	—
60°	Колчинский И. Г.	21,1	37,5	59,4	78,0	90,6	95,9
	по формуле (10)	21,1	37,2	58,6	76,6	88,2	94,8
	разность	0,0	+0,1	+0,8	+1,4	+1,4	+1,1
75°	Колчинский И. Г.	45,2	79,8	126,6	165,6	191,5	202,9
	по формуле (10)	45,4	79,7	124,9	162,7	187,0	200,6
	разность	-0,2	+0,1	+1,7	+1,9	+4,5	+2,3
80°	Колчинский И. Г.	68,4	120,2	189,2	245,9	283,5	300,8
	по формуле (10)	68,6	119,8	186,6	242,0	277,6	297,4
	разность	-0,2	+0,4	+2,6	+3,9	+5,9	+3,4
85°	Колчинский И. Г.	133,8	230,4	351,9	448,5	514,6	548,8
	по формуле (10)	134,4	230,0	348,2	443,9	508,3	545,4
	разность	-0,6	+0,4	+3,7	+4,6	+6,3	+3,4
88°	Колчинский И. Г.	288,1	458,6	651,2	801,2	916,1	986,8
	по формуле (10)	289,7	460,5	651,1	805,0	923,7	1002,1
	разность	-1,6	-1,9	+0,1	-3,8	-7,6	-15,3

Так как в работе [1] сравнение формул И. Г. Колчинского для вычисления спутниковой рефракции с формулами других авторов выполнено, то поэтому на сравнении наших формул с исследованиями этих авторов мы останавливаться не будем.

В заключение необходимо отметить, что формула (10) дает возможность вычислять спутниковую вертикальную рефракцию при наблюдении ИСЗ на любых зенитных расстояниях. Параметры атмосферы, изменяющиеся от слоя к слою, в формуле (10)

могут быть получены на основании метеорологического материала, имеющегося в соответствующих ведомствах. Для определения параметров атмосферы в приземном слое (они являются наиболее изменчивыми) необходимо производить измерения метеорологических элементов в момент наблюдения ИСЗ или других объектов.

Список литературы: 1. Колчинский И. Г., Курьянова А. Н., Шмелькина Е. Б. Таблицы поправок за рефракцию при наблюдении объектов в земной атмосфере. — Астрометрия и астрофизика, 1969, № 5. 2. Куштин И. Ф. Рефракция световых лучей в атмосфере с произвольными параметрами. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1972, вып. 16. 3. Маслич Д. И. Определение рефракции при наблюдении высоких объектов в атмосфере. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1971, вып. 13. 1971. 4. Нумерова Н. В. Влияние рефракции на явления, происходящие в земной атмосфере. — Бюлл. Астр. ин-та, 1934, № 35. 5. Хижак Л. С., Черняга П. Г. Исследование закономерностей измерения плотности атмосферы. — РЖ ИКП, 1975, т. 8. (деп. ВИНТИ 26.XII.74 г.). 6. Черняга П. Г. Исследование закономерностей изменения плотности атмосферы. — Современные методы учета и исключения влияния рефракции световых волн при геодезических и астрономических измерениях. — В сб.: Тез. докл. всесоюзного совещания. Львов, 1974. 7. Morits H. Geometrie der Refraction. — Osterr. Z. Vermessungswesen, 1962. 1. 8. 8. Veis G. Geodetic uses of artificial satellites. Smithsonian Contrib to astrophysics, 1960, 3. 9.

Статья поступила 5 мая 1980 г.

УДК 528.235

Г. А. ШЕХОВЦОВ

ГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ЗАСЕЧЕК С УЧЕТОМ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

В работе [1] дано общее решение вопроса о влиянии погрешностей исходных данных на положение определяемой точки. Однако для практического использования приведены формулы по определению лишь «круговой стандартной ошибки» при условии равенства стандартов по осям координат. Аналогичные формулы без учета корреляции получены в работе [2]. Причем здесь представлены также упрощенные формулы для определения круговой погрешности с учетом корреляции и формулы для вычисления влияния погрешностей исходных данных по двум направлениям: перпендикулярному и параллельному исходной стороне. Все перечисленные формулы [1, 2] справедливы лишь только для некоторых простых (однократных) засечек, при этом они, и, особенно последние, сложны. Формулы для многократных засечек будут иметь гораздо более сложный вид при явном несоответствии затрат на их использование с объемом получаемой по ним информации (см., например, формулы из работы [7] для прямой многократной засечки).

В работе [6] предложено погрешностью единицы веса считать среднюю квадратическую погрешность направления, которая складывается из погрешности измерения и погрешности направлений за счет исходных данных. Здесь в качестве погрешности направлений взято усредненное значение, т. е. все направления считаются равноточными, что редко соответствует действительности. Причем такой выбор погрешности единицы веса для некоторых не рассмотренных [6] засечек неприемлем.

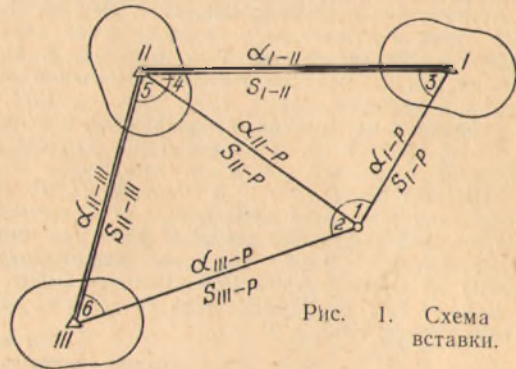


Рис. 1. Схема сети и вставки.

В работе [8] рассмотрены две простые засечки (линейно-угловая и прямая угловая) для сравнения ориентации и размеров эллипсов погрешностей, выносимых в натуре точек, с эллипсами исходных пунктов (погрешности разбивочных работ во внимание не принимались).

В результате следует известный вывод о том, что элементы эллипса погрешностей вынесенной точки зависят от геометрии засечки и от взаимной ориентации полуосей эллипсов погрешностей исходных пунктов. Другие виды засечек, в том числе многократные, и случаи неравноточного измерения угловых и линейных элементов в работе [8] не рассмотрены.

В статье на основании выполненных ранее автором исследований [3—5] предложена стандартизованная методика оценки точности любых засечек с учетом погрешностей исходных пунктов. Основные преимущества этой методики перед аналитическим решением задачи — наглядность, доступность, единообразие и надежность. Это достигается путем использования подер, характеризующих точность положения исходных и определяемых пунктов.

Пусть исходные пункты I, II и III (рис. 1) независимы, а погрешность положения каждого из них характеризуется подерой среднего квадратического эллипса погрешностей. Примем, что для определения координат точки P углы $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_6$ измеряются со средней квадратической погрешностью $2''$, длины S_{I-P}, S_{II-P} и S_{III-P} с относительной погрешностью 1 : 40 000. Тогда общая погрешность элементов засечек $m_{a, \beta, s}^2 = (m_{a, \beta, s}^{исх})^2 + (m_{a, \beta, s}^{изм})^2$, (1), где $m_{a, \beta, s}^{исх}$ и $m_{a, \beta, s}^{изм}$ погрешности угловых и линей-

ных элементов соответственно в результате погрешности исходных пунктов и погрешности измерений.

В свою очередь, $m_{a, \beta, s}^{исх}$ определяют по формулам

$$m_{a_i}^{исх} = \frac{\sqrt{(m_{нач}^n)^2 + m_{кон}^n}}{S_i} \rho; m_{\beta_i}^{исх} = \sqrt{(m_{a_i}^{исх})^2 + (m_{\beta_{i+1}}^{исх})^2};$$

$$m_{S_i}^{исх} = \sqrt{m_{S_{нач}}^2 + m_{S_{кон}}^2}, \quad (2)$$

где $m_{нач}^n$ и $m_{кон}^n$ — погрешности соответственно начального и конечного пунктов в направлении, перпендикуляром линии длиной S_i их соединяющей; $m_{S_{нач}}$ и $m_{S_{кон}}$ — то же, но в направлении рассматриваемой линии (все они измеряются по подерам); $m_{\beta_i}^{исх}$ и $m_{\beta_{i+1}}^{исх}$ — погрешности дирекционных углов направлений, формирующих угол β_i .

Если исходные пункты зависят друг от друга, в формулах (2) необходимо учитывать коэффициент корреляции. Однако мы не ставили цели устанавливать его значение. Отметим лишь, что в работе [2] сказано: «Для опорных пунктов, являющихся смежными точками одной сети, исходя из опыта, корреляционные моменты одноименных координат можно приближенно считать близкими половине дисперсии, а разноименных координат — нулю. Для опорных пунктов, не являющихся смежными точками одной сети, корреляционными моментами можно пренебречь». Поэтому для нашего случая при наличии корреляции ее коэффициент может быть принят равным 0,5.

В работах [3, 5] показано, что для графической оценки точности необходимо определить градиенты q_i направлений и углов. Первые вычисляются по формуле

$$q_i = \rho/S_i, \quad (3)$$

а их дирекционные углы совпадают с дирекционными углами направлений засечки. Градиенты углов проще всего определять графически. Для этого на сторонах угла откладывают от его вершины соответствующие градиенты направлений. Расстояние между полученными точками характеризует градиент угла, а дирекционный угол линии, их соединяющей, равен его дирекционному углу. Причем и для градиентов направлений, и для градиентов углов не имеет значения, какой дирекционный угол следует брать — прямой или обратный, так как в дальнейшем используются удвоенные значения этих углов.

Характеристика сети (рис. 1) и результаты вычислений по формулам (2), (3) приведены в табл. 1.

Стандартизованная методика оценки точности заключается в следующем. Вначале по формуле (1) определяют погрешности измеренных элементов засечки. Затем по формуле

$$P_{a, \beta, s} = \frac{c^2}{m_{a, \beta, s}^2} \quad (4)$$

вычисляют их веса и в зависимости от вида засечки произведения $P_{\alpha_i} q_i^2$ и $P_{\beta_i} q_i^2$ или разности $(P_{S_i} - P_{\alpha_i} q_i^2)$ и $(P_{S_i} - P_{\beta_i} q_i^2)$, складываемые на плоскости двойного угла путем построения соответствующего полигона. Находят периметр Π полигона, его замыкающую q_3^2 и ее дирекционный угол $2\varphi_0$.

Таблица 1

Погрешности исходных данных, градиенты и их дирекционные углы									
Направление, углы	$S_i, м$	$m_{S_i}^{иск}, см$	$m_{нач}^п, см$	$m_{кон}^п, см$	$m_{\alpha_i}^{иск}, м_{\beta_i}^{иск}, с$	$q_i, с/см$	q_i^2	$\alpha_i, град$	$2\alpha_i$
I—II	4600	—	4,1	5,9	3,2	—	—	—	—
II—III	3960	—	4,8	5,8	3,9	—	—	—	—
I—P	2700	4,1	5,8	—	4,4	0,764	0,584	210	60
II—P	4000	5,4	4,6	—	2,4	0,516	0,266	126	252
III—P	4500	6,0	4,1	—	1,9	0,458	0,210	71	142
β_1	—	—	—	—	5,0	0,870	0,757	247	134
β_2	—	—	—	—	3,0	0,460	0,212	183	6

Элементы подеры вычисляют по формулам, приведенным в работе [3] для азимутальной засечки:

$$k = \frac{\Pi + q_3^2}{\Pi - q_3^2}; M^2 = \frac{4\mu^2 \Pi}{(\Pi + q_3^2)(\Pi - q_3^2)}; B_0^2 = \frac{M^2}{1+k}, A_0^2 = kB_0^2, (5)$$

где μ — средняя квадратическая погрешность единицы веса; A_0 и B_0 — большая и малая полуоси подеры; $M = \sqrt{A_0^2 + B_0^2}$.

По φ_0 , A_0 и B_0 строят известными способами подеру определяемой точки, по которой графически могут быть найдены средние квадратические погрешности уравненных значений координат или их функций (длин линий, дирекционных углов). Построение полигона и подеры осуществляется в выбранных масштабах. Покажем применение стандартизованной методики для оценки точности различных засечек с учетом погрешностей исходных данных.

Прямая угловая засечка (измерены углы $\beta_3, \beta_4, \beta_5$ и β_6). Определяемые по формуле (1) погрешности m_{α_i} дирекционных углов направлений засечки будут складываться из погрешностей дирекционных углов исходных сторон и погрешности измерений углов β_i . По формуле (4), приняв $c^2 = (3'',8)^2$, вычисляют веса P_{α_i} , произведения $P_{\alpha_i} q_i^2$ и периметр Π (табл. 2). По $P_{\alpha_i} q_i^2$ и соответствующим $2\alpha_i$ строят полигон $P-1'-2'-3'-4'$ (рис. 2, а), находят его замыкающую $P-4' = q_3^2 = 0,162 \text{ с}^2/\text{см}^2$ и ее дирекционный угол $2\varphi_0 = 82^\circ$, следовательно, дирекционный угол большой оси подеры 41° . По формулам (5) при $\mu = \pm 3'',8$ вы-

числяют B_0 и A_0 (табл. 3) и строят подеру (рис. 2, а), по которой определяют $m_x^p, m_y^p, m_{S_i}^p, m_{\alpha_i}^p$, причем для $m_{\alpha_i}^p$ используют формулу (2), в которой $m_{нач}^п = 0$. Для сравнения здесь и далее пунктиром показаны подеры, характеризующие погрешность положения точки P без учета исходных данных (табл. 3),

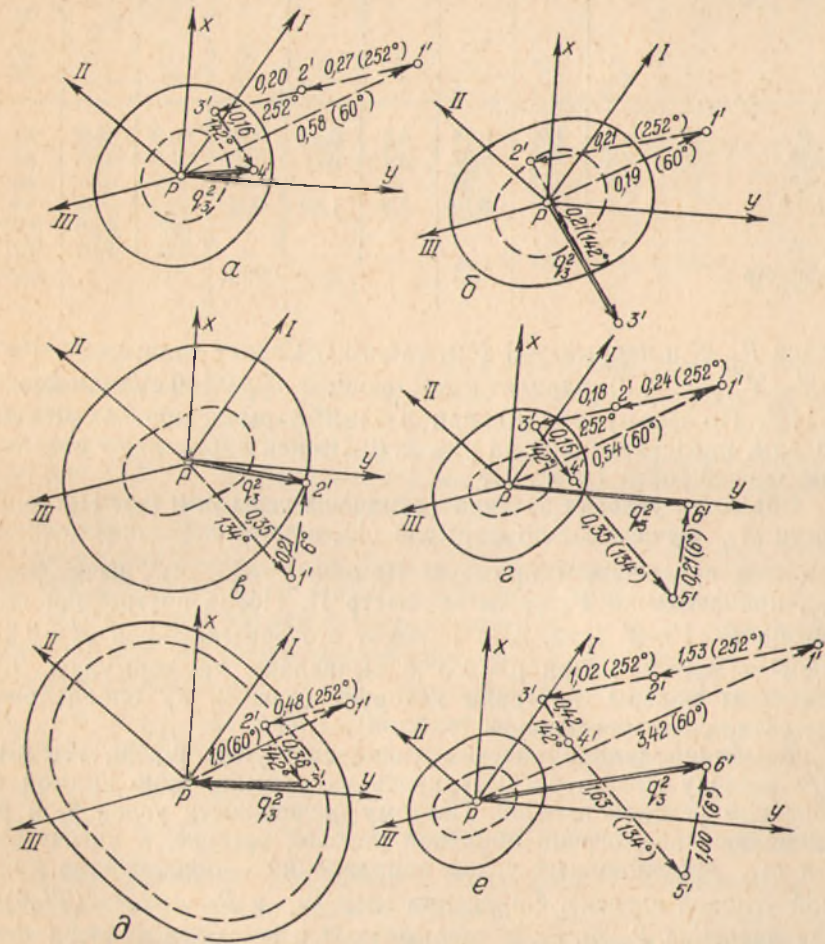


Рис. 2. Полигоны и подеры различных засечек.

полученные по той же стандартизованной методике. На рис. 2 масштаб всех подер одинаков и равен 1 : 2,5.

Азимутальная засечка (измерены независимо дирекционные углы направлений засечки $\alpha_{I-P}, \alpha_{II-P}$ и α_{III-P}). В этом случае при вычислении m_{α_i} по формуле (1) в качестве $m_{\alpha_i}^{иск}$ следует брать величину, определяемую по формуле (2), в которой $m_{кон}^п = 0$. Затем, приняв $c^2 = (2'',8)^2$, подсчитывают веса, произ-

Направления, углы	Погрешности измеренных								
	Прямая угловая			Азимутальная			Обратная угловая		
	m_{α_i}	P_{α_i}	$P_{\alpha_i} q_i^2$	m_{α_i}	P_{α_i}	$P_{\alpha_i} q_i^2$	m_{β_i}	P_{β_i}	$P_{\beta_i} q_i^2$
I—P	3,8	1,00	0,58	4,8	0,33	0,19	—	—	—
II—P	3,8	1,00	0,27	3,1	0,78	0,21	—	—	—
III—P	4,4	0,75	0,20	—	—	—	—	—	—
III—P	4,4	0,75	0,16	2,8	1,00	0,21	—	—	—
β_1	—	—	—	—	—	—	5,4	0,46	0,35
β_2	—	—	—	—	—	—	3,6	1,00	0,21
Периметр	—	—	1,21	—	—	0,61	—	—	0,56

дения $P_{\alpha_i} q_i^2$ и периметр П (см. табл. 2). Строят полигон $P-1'-2'-3'$ (рис. 2, б), находят замыкающую $q_3^2 = 0,160 \text{ см}^2/\text{см}^2$ и $2\varphi_0 = -142^\circ$. По формулам (5) при $\mu = \pm 2''$, 8 вычисляют элементы подеры, представленной на рис. 2, б. По ней определяют остальные погрешности (табл. 3).

Обратная угловая засечка (измерены углы β_1 и β_2). Погрешности m_{β_i} вычисляют по формуле (1), причем $m_{\alpha_i}^{\text{исх}}$ определяют как и в предыдущем примере. Приняв $c^2 = (3'' \cdot 6)''^2$, вычисляют P_{β_i} , произведения $P_{\beta_i} q_i^2$ и периметр П. После построения полигона $P-1'-2'$ (рис. 2, в) находят его замыкающую $q_2^2 = 0,27 \text{ см}^2/\text{см}^2$ и $2\varphi_0 = 95^\circ$. При $\mu = \pm 3''$, 6 вычисляют по формулам (5) элементы подеры, построив которую (рис. 2, в) определяют все остальные погрешности (табл. 3).

Комбинированная засечка (измерены углы $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$). Эту засечку можно рассматривать как комбинацию прямой и обратной угловой засечек. Поэтому погрешности углов β_1 и β_2 вычисляют аналогично обратной угловой засечке, а погрешности m_{α_i} дирекционных углов направлений — аналогично прямой угловой засечке. Определив веса P_{α_i} и P_{β_i} при $c^2 = (3'' \cdot 6)''^2$, произведения $P_{\alpha_i} q_i^2, P_{\beta_i} q_i^2$ периметр П и построив полигон $P-1'-2'-3'-4'-5'-6'$ (рис. 2, г), находят $q_3^2 = 0,412 \text{ см}^2/\text{см}^2$ и $2\varphi_0 = 91^\circ$. При $\mu = \pm 3''$, 6 вычисляют элементы подеры, построив которую (рис. 2, г), получают данные, характеризующие точность этой засечки (табл. 3).

Линейная засечка (измерены расстояния S_{I-P}, S_{II-P} и S_{III-P}). При вычислениях по формуле (1), в качестве $m_{S_i}^{\text{исх}}$ берут величину, подсчитываемую по формуле (2) при $m_{S_i}^{\text{кон}} = 0$. Приняв $c^2 = (7,9 \text{ см})^2$, находят P_{S_i} и периметр П. По $2\alpha_i$ и P_{S_i}

элементов засечек и их веса

Комбинированная			Линейная		Линейно-угловая						
m_{α_i}	m_{β_i}	$P_{\alpha_i} q_i^2, P_{\beta_i} q_i^2$	m_{S_i}	P_{S_i}	m_{S_i}	P_{S_i}	m_{α_i}	P_{β_i}	$P_{\alpha_i} q_i^2, P_{\beta_i} q_i^2$	$(P_{S_i} - P_{\alpha_i} q_i^2)$	$(P_{S_i} - P_{\beta_i} q_i^2)$
3,8	0,92	0,54	7,9	1,00	7,9	1,00	2,9	7,58	4,42	—	—
3,8	0,92	0,24	11,4	0,48	11,4	0,48	2,9	7,58	2,02	—	—
4,4	0,70	0,18	—	—	—	—	4,0	3,84	1,02	—	—
4,4	0,70	0,15	12,7	0,38	12,7	0,38	4,0	3,84	0,81	—	—
5,4	0,46	0,35	—	—	—	—	5,4	2,16	1,63	—	—
3,6	1,00	0,21	—	—	—	—	3,6	4,71	1,00	—	—
—	—	1,67	—	1,86	—	—	—	—	—	—	—

строят полигон $P-1'-2'-3'$ (рис. 2, д), определяют $q_3^2 = 0,65$ (безразмерная) и $2\varphi_0 = 266^\circ$. При этом в случае линейной засечки направление замыкающей обратное по сравнению с угловыми засечками. Вычисляют элементы подеры по формулам (5) при $\mu = \pm 7,9 \text{ см}$, представленной на рис. 2, д. По ней определяют остальные погрешности (табл. 3).

Линейно-угловая засечка (измерены углы $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ и длины сторон S_{I-P}, S_{II-P} и S_{III-P}). Погрешности m_{S_i} определяют, как и при линейной засечке, m_{β_i} и m_{α_i} — при обратной угловой засечке. Что касается погрешностей m_{α_i} , то их подсчитывают так же, как и при прямой угловой засечке. Однако в этом случае в качестве $m_{\text{нач}}^n$ и $m_{\text{кон}}^n$ берут проекции соответствующих $m_{S_i}^{\text{нач}}$ и $m_{S_i}^{\text{кон}}$ на направления, перпендикулярные исходным сторонам. Тогда для стороны I—II $m_{\text{нач}}^n = \pm 3,4 \text{ см}$, $m_{\text{кон}}^n = \pm 3,1 \text{ см}$ и $m_{\alpha_i}^{\text{исх}} = \pm 2''$, 1, для стороны II—III $m_{\text{нач}}^n = \pm 4,8 \text{ см}$, $m_{\text{кон}}^n = \pm 4,8 \text{ см}$ и $m_{\alpha_i}^{\text{исх}} = \pm 3''$, 5. В соответствии с этим погрешности m_{α_i} несколько изменяются по сравнению с соответствующими погрешностями прямой угловой и комбинированной засечек (табл. 2). Приняв $c^2 = (7,9 \text{ см})^2$, подсчитывают веса P_{S_i}, P_{α_i} и P_{β_i} , затем произведения $P_{\alpha_i} q_i^2$ и $P_{\beta_i} q_i^2$, разности $(P_{S_i} - P_{\alpha_i} q_i^2)$ и $(P_{S_i} - P_{\beta_i} q_i^2)$, наконец, периметр П. Знак «минус» разностей означает, что ориентировка замыкающей противоположна ее ориентировке при линейной засечке, т. е. в нашем примере она направлена от точки P к конечной точке полигона. По разностям и двойным дирекционным углам строят полигон $P-1'-2'-3'-4'-5'-6'$, замыкающая которого $q_3^2 = 2,12$ (безразмерная), а $2\varphi_0 = 76^\circ$. По формулам (5) при $\mu = \pm 7,9 \text{ см}$ вычисляют элементы подеры, представленной на рис. 2, е. По ней производят дальнейшую оценку точности (табл. 3).

УДК 528.92

В. С. КЛОЧКО, П. В. КЛОЧКО

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ И ПОСТРОЕНИЯ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ НА КАРТЕ

В картографии и топографии для измерения и построения отрезка прямой на карте и плане обычно применяют циркуль-измеритель и поперечный масштаб. Точность такого измерения, как и построения, практически одинакова и характеризуется средней квадратической погрешностью, равной 0,09 мм [2].

В некоторых случаях, например при проектировании инженерных сооружений, для решения различных картометрических задач взамен циркуля используют простую миллиметровую линейку (с глазомерной оценкой десятых долей деления), что ускоряет соответствующие работы более чем в два раза. В связи с этим возникает вопрос: нельзя ли повысить эффективность измерений, применяя миллиметровую линейку и обеспечивая заданную точность, например, не ниже той, которую дает циркуль-измеритель?

Чтобы ответить на этот вопрос, авторы поставили специальный эксперимент.

Экспериментом было предусмотрено исследование точности измерения длины перпендикуляров, построенных глазомерно в виде кратчайших расстояний от заданной точки к прямой и кривой (что наблюдается при определении координат и отметки точки на карте); определение точности измерения длины отрезка прямой, фиксированной конечными точками; изучение личного фактора наблюдателя и влияния длины линии на точность ее измерения.

Эксперимент проводили по методу моделирования: на моделях 1 и 2 измеряли перпендикуляры к прямой соответственно длиной в пределах 5...15 и 95...105 мм; на моделях 3 и 4 — перпендикуляры к кривой в пределах 5...15 и 45...55 мм и 5 и 6 — отрезки прямой в пределах 5...15 и 95...105 мм.

Модели изготовлены фотомеханическим способом. Для этого на отдельных планшетах в масштабе в пять раз крупнее масштаба модели были построены соответствующие линии и точки на заданных расстояниях. Например, при изготовлении модели 1 на планшет наносили точки относительно прямой на расстояниях 47,5; 56,0 мм, чтобы на модели аналогичные величины были точно равны 9,5; 11,2 мм и т. д. Затем с планшетов изготавливали

Рассмотрение перечисленных примеров позволяет констатировать, что стандартизованная методика дает простое решение вопроса о влиянии погрешностей исходных данных на положение определяемой точки, причем соотношение затрат на ее осуществление и объем получаемой информации свидетельствует в пользу данной методики. Эта методика универсальна и может применяться также для оценки засечек при неравноточных из-

Характеристика точности засечек

Таблица 3

Засечка	M, см	A ₀ , см	B ₀ , см	m _x ^{УГ} , см	m _y ^{УГ} , см	m _z ^{УР} , см			m _z ^{УР} , с		
						I-P	II-P	III-P	I-P	II-P	III-P
Прямая угловая	7,0	5,2	4,6	5,1	4,9	5,2	4,5	5,2	3,4	2,7	2,2
	3,5	2,6	2,3	2,5	2,5	2,6	2,4	2,5	1,7	1,3	1,1
Азимутальная	7,3	5,8	4,4	4,6	5,8	5,4	5,0	5,8	3,9	2,8	2,0
	4,2	3,4	2,4	3,1	2,9	3,4	2,5	3,4	1,9	1,7	1,2
Обратная угловая	11,1	9,6	5,7	7,9	8,1	9,2	5,8	9,0	5,0	4,9	3,0
	5,4	5,0	2,2	3,1	4,5	4,4	2,8	4,9	2,4	2,4	1,1
Комбинированная	5,8	4,6	3,6	4,1	4,4	4,9	3,6	4,5	2,8	2,4	1,8
	2,8	2,3	1,6	1,8	2,1	2,2	1,8	2,3	1,3	1,2	0,7
Линейная	12,3	10,1	7,0	8,8	9,0	7,1	10,0	7,8	7,6	3,6	4,4
	10,7	8,9	6,1	7,7	7,7	6,1	8,9	6,8	6,5	3,0	3,8
Линейно-угловая	5,4	4,2	3,4	3,8	3,5	4,0	3,4	4,0	2,5	2,2	1,6
	2,9	2,4	1,7	1,8	2,1	2,3	1,8	2,3	1,3	1,2	0,7

Примечание: В числителе указаны погрешности с учетом исходных данных, в знаменателе — без учета исходных данных.

мерениях угловых и линейных элементов и любом их сочетании. Получаемые результаты соответствуют оценке точности после уравнивания по способу наименьших квадратов [3].

Список литературы: 1. Ганьшин В. Н. Влияние ошибок исходных данных на положение точки, вынесенной на местность. — Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1972, № 4. 2. Корня В. А. О влиянии ошибок исходных данных на точность выноса проекта в натуре. — Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1973, № 6. 3. Шеховцов Г. А. Сравнение вариантов и выбор оптимального при азимутальной засечке. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1979, вып. 29. 4. Шеховцов Г. А. Оценка точности линейной засечки графическим способом. — Геодезия и картография, 1979, № 2. 5. Шеховцов Г. А. О подере линейно-угловой засечки. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1980, вып. 31. 6. Яромлович И. П. Вычисление ошибки положения определяемого пункта с учетом ошибок исходных пунктов. — Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1962, № 1. 7. Михаилович Крунислав. Определене тарака методом пресецања. — 36. Геод. ин-та Ун-т Београду, 1973, № 14. 8. Vosić Otakar. Zavislost ekrpsy chyb vytyčeného bodu na chybách vytyčovací sítě. — Geod. a Kartogr. óbz., 1973, t. 19, № 10.

Статья поступила 10 марта 1980 г.