

Г. Н. ТИМУШЕВ

## О ПОЛОЖЕНИИ ОПОЗНАКА, ОПРЕДЕЛЯЕМОГО ОБРАТНОЙ ЗАСЕЧКОЙ С НАИБОЛЬШЕЙ ТОЧНОСТЬЮ

В наставлении [1] утверждается, что «координаты опознака, положение которого определяется обратной засечкой, будут получены с наибольшей точностью в случае, когда этот опознак располагается внутри треугольника, образуемого тремя из четырех опорных пунктов».

В приведенной формулировке не ясно, какая область внутри треугольника соответствует наилучшему определению координат опознака. Этот вопрос нуждается в специальном рассмотрении.

Большинство авторов, оценивая точность определения аналитических пунктов обратными засечками, располагает их внутри равносторонних треугольников и принимает за точку наилучшего определения координат опознака центр тяжести треугольника.

Такая постановка вопроса также требует уточнения.

Средняя квадратическая ошибка однократной обратной засечки обычно вычисляется по формуле (1):

$$M^2 = \frac{1}{4F^2} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2) m_n^2. \quad (1)$$

где  $F$  — площадь инверсионного треугольника;

$\sigma$  — сторона инверсионного треугольника;

$m_n$  — ошибка измеренного направления.

Известно, что обратная засечка находит широкое применение при плановой привязке аэроснимков. Используемые в этом случае теодолиты обеспечивают определение направления со средней квадратической ошибкой  $\pm 7''$ — $15''$ . Подставив эти величины в формулу (1) при расположении определяемых точек внутри равностороннего треугольника со сторонами 5 км, заметим, что разница в ошибках крайних точек относительно центра тяжести будет достигать 20—45 см.

На практике не всегда удается располагать точки только внутри равносторонних треугольников, характерных для сетей триангуляции 1—2 классов. Работы по привязке снимков ведутся и на основе триангуляции 3—4 классов, а также с использованием аналитических сетей, когда равносторонние треугольники являются частным случаем.

Предвычислив ошибки в положении ряда точек, расположенных внутри треугольника произвольной формы, например со сторонами 2,8 км, 5,0 км, 5,6 км, заметим, что 1) имеется значительная разница в ошибках точек, расположенных внутри треугольника (в данном случае до 40 см); 2) расположение опознака в центре тяжести треугольника не обеспечивает наилучшей точности определения.

Таким образом, при съемках в масштабах 1 : 2000, 1 : 5000 и крупнее вопрос о точке или области наилучшего определения планового положения опознака является весьма важным.

С целью установления области наилучшего определения координат опознака были исследованы различные по форме и размерам треугольники. При этом, зная, что в равностороннем треугольнике (частный случай) с точкой наилучшего определения совпадают все четыре замечательные точки: ортоцентр, центр тяжести, центр круга, описанного около треугольника и центр вписанного в треугольник круга, особое внимание обратили на исследование ошибок в области каждой из этих точек.

Опуская для краткости изложения промежуточные вычисления и многочисленные примеры, по данным таблицы можем заключить, что в общем случае точка, определяемая обратной засечкой с наибольшей точностью, располагается не в центре тяжести треугольника, а в центре круга, вписанного в этот треугольник, образованный тремя из четырех данных опорных пунктов.

Точность определения планового положения  
опознака при размещении его в центре тяжести (ЦТ)  
и в центре круга, вписанного в этот  
треугольник (ЦВК).

$$m_n = \pm 15''$$

Углы тре- угольника в граду- сах	Длины сторон треугольника в км			Ошибки (в см) в центрах		Расстояние между центрами ЦТ и ЦВК в км
				ЦТ	ЦВК	
60 60 60	5,0	5,0	5,0	15	15	0,0
27 126 27	3,0	5,4	3,0	20	19	0,2
43 92 45	3,9	5,8	4,1	24	22	0,3
30 90 60	5,6	11,6	10,0	45	37	1,3
10 140 30	2,0	7,4	5,8	37	19	1,2

ЦТ — центр тяжести треугольника; ЦВК — центр круга, вписанного в треугольник.

Расстояние на местности между центром тяжести треугольника и центром круга, вписанного в этот треугольник, даже при крупномасштабных съемках может достигать 1—2 км при разности в ошибках определения координат этих точек до 15—20 см. Следовательно, вопрос о точке наилучшего определения (особенно при крупномасштабных съемках) представляет как практический, так и методологический интерес.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Наставление по топографическим съемкам в масштабах 1 : 10 000 и 1 : 25 000, ч. 1, М., 1960.

Работа поступила  
28 октября 1964 г.