ДИСКУССИИ И РЕЦЕНЗИИ

А. С. ЛИСИЧАНСКИЙ

О СТАТЬЕ О. С. МАКАРА «ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПАРАЛАКТИЧНОГО БАЗИСУ В ПЕРПЕНДИКУЛЯРНИХ ПАРАЛАКТИЧНИХ СХЕМАХ» *

Прежде всего приходится заметить, что название статьи сформулировано неудачно. Известно, что положение базиса в перпендикулярных параллактических схемах вполне определяется только одной величиной асимметрии y. В статье же влияние ошибки измерения величины y на точность определения искомой длины совершенно не рассматривается.

Фактически в статье исследуются другие два, и к тому же не связанные между собой, вопроса:

1) Совместное влияние ошибок измерения базиса b, параллактического угла ε и «двойного параллактического угла асимметрии» Δ на точность определения расстояний s и S в асимметричных перпендикулярных схемах ($y \neq 0$, связующий угол $\varphi = 90°$) по формулам

$$s = \frac{b}{2} \frac{\cos \varepsilon + \cos \Delta}{\sin \varepsilon}, \tag{1}$$

$$\sin \Delta = \frac{2y}{b} \sin \varepsilon, \tag{2}$$

$$S = s_1 + s_2 \tag{3}$$

2) Влияние неперпендикулярности симметрично расположенного базиса ($y = 0$, связующий угол $\varphi = 90° + \delta$) на относительную ошибку расстояния s, если последнее находить по формуле

$$s' = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon}{2}, \tag{4}$$

соответствующей строго перпендикулярной симметричной схеме ($y = 0$, связующий угол $\varphi = 90°$).

Прежде чем перейти к рассмотрению того, как автор справился с поставленной перед собой задачей, необходимо сделать такое замечание. Говоря о перпендикулярной и общей параллактической схеме и приводя относящиеся к ним формулы, автор ссылается только на свои статьи, опубликованные в «Доповідях АН УРСР» № 4, 6 и 8 за 1964 год. При этом в таких случаях он употребляет выражения «выведены схемы», «выведем формулу», «получим такие формулы» и т. д. У недостаточно осведомленного читателя подобные выражения могут, конечно, создать мнение, что эти

---

* О. С. Макар. Исследование точности определения положения параллактического базиса в перпендикулярных параллактических схемах. (На украинском языке). Межведомственный республиканский научно-технический сборник «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», вып. 4. Львов, 1966.

схемы и формулы предложены впервые самим автором статьи. В действительности рассматриваемые им схемы и все исходные формулы уже известны и применялись на практике в работах Струве (1836), Бюрха (1873), Данилова (1928—1935, 1946) и многих других геодезистов.

Перейдем теперь к характеристике статьи О. С. Макара по существу рассматриваемых в ней вопросов.

Для вывода формулы средней квадратической ошибки посредственного измерения расстояния, определяемого по формуле (1), О. С. Макар пользуется известной из теории ошибок общей формулой средней квадратической ошибки функции независимо измеренных величин. При этом автор допускает принципиальную ошибку, так как не учитывает то обстоятельство, что величина Δ в случае определения ее по формуле (2), уже не будет являться независимо измеренной величиной.

Предположение, что угол Δ измеряется непосредственно, (чего практически никто, разумеется, делать не станет), не меняет сути дела. В этом случае появляется одно избыточное измерение величины удлинения базиса—отрезка $2y$ и, следовательно, до вычисления расстояния по формуле (1) придется призвести уравнивание для выполнения условия (2), а среднюю квадратическую ошибку расстояния находить как ошибку функции уравненных величин, чего автор тоже не делает.

Поэтому полученная автором формула (3) средней квадратической ошибки расстояния s во всех случаях является неверной.

Неверны также формулы автора (4), (6) и (10) средней квадратической ошибки всего определяемого расстояния $S=s_1+s_2$, так как они основаны на предположении, что для вычислений расстояний s_1 и s_2 базис b измеряется независимо два раза, чего на практике не наблюдается.

Таким образом, все основные формулы, полученные автором в результате решения первого вопроса, являются неверными. Они лишены какого-либо теоретического или практического смысла в силу ошибочности исходных позиций, лежащих в основе их вывода.

Методика исследования второго вопроса, а также полученный при этом результат снова вызывает удивление.

Казалось бы, чего проще взять в основу этого исследования известную общую формулу расстояния для случая неперпендикулярного симметричного базиса (В. Данилов — «Точная полигонометрия», 2-е исправленное издание. М., 1953, стр. 120, формула (120) для случая, когда $y=0$ и, следовательно, $\Delta=0$):

$$s=\frac{b}{2}\,\frac{\sin\varphi\cos\varepsilon+\sqrt{1-\cos^2\varphi\cos^2\varepsilon}}{\sin\varepsilon}. \tag{5}$$

Разность $\Delta s=s'-s$, полученная по формулам (4) и (5), для одних и тех же значений b и ε будет представлять собой абсолютную ошибку расстояния из-за неучета неперпендикулярности базиса. От абсолютной ошибки легко перейти затем к относительной ошибке $\frac{\Delta s}{s'}$.

Так, принимая, что $\varphi=90°+\delta$, где δ — угол отклонения базиса от перпендикулярного положения относительно определяемой стороны, и, полагая, что значение его не превосходит 10′, можем с точностью до членов второго порядка малости относительно δ включительно формулу (5) записать так:

$$s=\frac{b}{2}\,\frac{\left(1-\frac{\delta^2}{2}\right)\cos\varepsilon+\sqrt{1-\delta^2\cos^2\varepsilon}}{\sin\varepsilon}. \tag{6}$$

После элементарных преобразований с учетом формулы (4) с той же степенью точности получим

$$s=s'-\frac{s'\delta^2}{2}\cos\varepsilon, \tag{7}$$

где второй член в правой части и представляет собой абсолютную ошибку Δs расстояния s. Следовательно, относительная ошибка этого расстояния будет

$$\frac{\Delta s}{s'} = \frac{\delta^2 \cos \varepsilon}{236 \cdot 10^5}, \tag{8}$$

где угол δ выражен в минутах.

Здесь уместно подчеркнуть, что величину угла ε автор рецензируемой статьи не ограничивает какими-либо пределами. Это полностью согласуется с исходными положениями тех же статей, на которые он ссылается и которые являются отдельными параграфами его «Общей теоретической основы посредственных методов измерения расстояния».

Автор при исследовании второго вопроса исходит не из простых и известных формул (4) и (5), как это показано нами выше, а из своего рис. 4 и формулу относительной ошибки выводит довольно громоздким путем с помощью дополнительных геометрических построений, в чем, конечно, его нельзя упрекать, если бы при этом не допускались такие три оплошности: *во-первых*, остался не выясненным вопрос, как находить поправочные углы ν и η; *во-вторых*, не учитывается, что угол η, изменяя величину угла ε, может иметь, как положительный, так и отрицательный знак (автор приписывает ему только положительный знак); *в-третьих*, при разложениях и переходе к приближенным выражениям не всегда оценивается степень влияния отбрасываемых величин на окончательный результат.

Вот и получилось так, что формулой автора (14), являющейся хотя и громоздкой, но строгой, практически воспользоваться нельзя, даже в тех случаях, когда угол η имеет положительный знак, так как в нее входят неизвестные величины ν и η. Формула же автора (17) оказывается для некоторых значений угла ε неверной или чрезмерно приближенной, в силу того, что она не отражает влияния величины этого угла на относительную ошибку стороны. Из приведенной нами формулы (8) видно, что эта ошибка именно зависит не только от величины угла δ отклонения базиса, но в значительной степени еще и от угла ε.

Так, например, при $\varepsilon = 90^\circ$ неперпендикулярность базиса вообще никакой ошибки в длине линии s не вызывает. И это вполне понятно потому, что тогда вершина угла ε лежит на окружности, диаметром которой является базис, а радиусом — искомое расстояние. Для $\varepsilon = 40^\circ$ и $\delta = 10'$ относительная ошибка, рассчитанная по формуле (8), будет равна 1 : 308 000, а не 1 : 236 000, как это получается по формуле (17) О. С. Макара.

В заключение укажем, что в рецензируемой статье встречаются неудачные выражения и термины, повторения формул, а также описки в формулах и рисунках.

Рецензия поступила
11 мая 1967 года.