ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА

Том 118 1963

НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНИХ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ ОТ НЕПРАВИЛЬНОГО ЦЕНТРИРОВАНИЯ ТЕОДОЛИТА И СИГНАЛОВ

Г. Ф. ЛЫСОВ

(Представлено научным семинаром кафедр маркшейдерского дела и геодезии)

При оценке точности наиболее ответственных маркшейдерских работ неоднократно приходится подсчитывать квадраты $m_{ц}^2$ средних ошибок измерения горизонтальных углов от неправильного центрирования теодолита и сигналов, что производится по формуле:

$$m_{ц}^2 = \frac{\rho^2 e_c^2}{2a^2} + \frac{\rho^2 e_c^2}{2b^2} + \frac{\rho^2 e_т^2 c^2}{2a^2 b^2}, \tag{1}$$

где e_c, $e_т$ — средние линейные ошибки центрирования сигнала и теодолита,

a, b — длины сторон измеряемого угла,

c — расстояние между сигналами,

ρ — радиан в секундах (206265").

Вычисление величины $m_{ц}^2$ по формуле (1) является слишком сложным. В связи с этим в маркшейдерской литературе указывается ряд способов, дающих возможность находить величину $m_{ц}^2$ с меньшими затратами труда и времени.

В частности, в книге проф. Д. Н. Оглоблина [2] даны два графика, с помощью которых определение $m_{ц}^2$ упрощается. Но пользоваться этими графиками можно только при условии равенства линейных ошибок центрирования сигналов и теодолита, что нельзя считать достаточно обоснованным.

Канд. техн. наук А. Н. Белоликовым [1] в целях упрощения нахождения величины $m_{ц}^2$ предложен график и специальные таблицы. Однако при различных значениях ошибок центрирования сигналов и теодолита пользование графиком и таблицами усложняется, так как возникает необходимость в построении вспомогательных графиков или выполнении дополнительных расчетов.

Проф. Ф. Ф. Павловым и инж. Д. Е. Левитом [3] создан ряд номограмм, значительно облегчающих определение $m_{ц}^2$. Не останавливаясь на достоинствах этих номограмм, отметим следующие два основных недостатка последних.

1) Различие в методике определения величин A_1, A_2 и A_3 усложняет работу вычислителя [1]).

2) Вспомогательная величина A_3 по заданным a, b, c и $e_т$ определяется довольно сложно.

Из приведенного здесь краткого обзора наиболее известных работ по данному вопросу вытекает, таким образом, что при определении $m_ц^2$ в общем случае рассмотренные способы требуют кроме основных таблиц или графиков выполнения также дополнительных расчетов или графических построений, которые могут быть причиной ошибок.

В настоящей работе для решения той же задачи при любых возможных значениях переменных $e_с$, $e_т$, a, b и c предлагаются две совмещенные номограммы, составленные на основании нижеследующих соображений.

Представим формулу (1) в следующем виде:

$$m_ц^2 = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{B}, \tag{2}$$

где

$$A_1 = \frac{\rho^2 e_с^2 a^2}{2}, \tag{3}$$

$$A_2 = \frac{\rho^2 e_с^2 b^2}{2}, \tag{4}$$

$$A_3 = \frac{\rho^2 e_т^2 c^2}{2}, \tag{5}$$

$$B = a^2 b^2. \tag{6}$$

Используя формулы (2), (3), (4), (5), (6) и известный прием при построении номограмм из выравненных точек, можно построить две совмещенные номограммы (рис. 1). Первая номограмма предназначена для определения величин A_1, A_2 и A_3 по заданным значениям $a(b, c)$ в пределах от 2 *м* до 100 *м* и $e_с(e_т)$ в пределах от 0,2 *мм* до 10 *мм*. Эта номограмма состоит из трех параллельных логарифмических шкал „a, b, c“, „e“, „A“, масштаб и расположение которых подобраны таким образом, что при наложении на номограмму прямолинейного индекса в точках с заданными пометками на шкалах „a, b, c“ и „e“ индекс пересечет шкалу „A“ в точке с пометкой, равной соответствующему значению A_1 (A_2, A_3).

Вторая номограмма служит для определения величины B по заданным значениям a и b в пределах от 2 *м* до 100 *м*. Шкалы „a“ и „b“ этой номограммы совмещены со шкалами „a, b, c“ и „e“ первой номограммы, а шкала „B“ расположена рядом со шкалой „A“. Масштаб и расположение шкал „a“, „b“ и „B“ подобраны таким образом, что прямая линия, соединяющая точки с заданными пометками на шкалах „a“ и „b“, пересекает шкалу „B“ в точке с пометкой, равной соответствующему значению B.

Определение $m_ц^2$ с помощью предлагаемых номограмм производится в следующем порядке:

---

[1]) $A_1 = \left(\frac{\rho e_c}{a}\right)^2$, $A_2 = \left(\frac{\rho e_c}{b}\right)^2$, $A_3 = \left(\frac{\rho e_т c}{ab}\right)$.

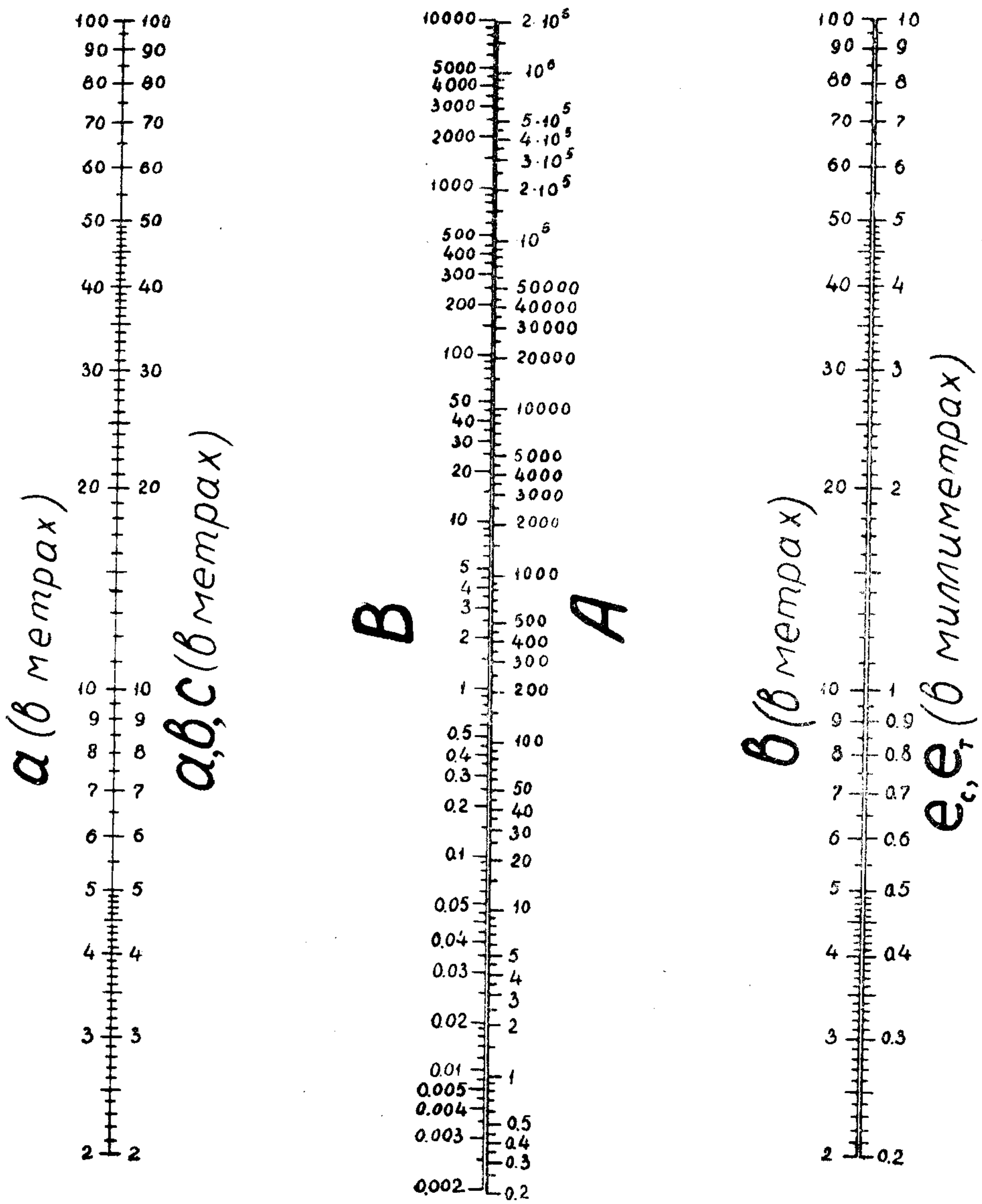

Рис. 1.

1) Пользуясь первой номограммой, находим величины A_1 (по заданным a в метрах и e_c в *мм*), A_2 (по заданным b в метрах и e_c в *мм*) и A_3 (по заданным c в метрах и $e_т$ в *мм*); подсчитываем величину суммы $(A_1+A_2+A_3)$. При выполнении этой операции удобно пользоваться счетами, последовательно складывая значения A_1, A_2 и A_3.

2) Используя вторую номограмму, находим величину B (по заданным a и b в метрах).

3) С помощью логарифмической линейки по формуле (2) подсчитываем значения $m_ц^2$.

Пример. Определить $m_ц^2$, если $a = 91$ *м*, $b = 70$ *м*, $c = 140$ *м*, $e_c = 1{,}5$ *мм*, $e_т = 2$ *мм*.

По первой номограмме находим: $A_1 = 40000$, $A_2 = 23000$, $A_3 = 170000$, $(A_1+A_2+A_3) = 233000$. По второй номограмме находим $B = 4000$. Следовательно, $m_ц^2 = \frac{233000}{4000} = 58{,}2$ *сек*^{2}.

В заключение отметим, что предлагаемые номограммы позволяют определять $m_ц^2$ с погрешностью, не превышающей одну—две единицы второго знака, при затрате времени на одно определение $m_ц^2$ в среднем 1—2 минуты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоликов А. Н. К вопросу об определении средней ошибки измерения углов в шахте, Исследования по вопросам маркшейдерского дела, сборник XXV. Москва, 1955.

2. Оглоблин Д. Н. Маркшейдерские работы при подземной разработке месторождений, ч. 1. Москва, 1950.

3. Павлов Ф. Ф. и Левит Д. Е. Атлас номограмм для маркшейдерских вычислений. Москва, 1954.