

А. В. ГОЖИИ

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ВЫНОСА ТОЧКИ В НАТУРУ СПОСОБАМИ СТВОРНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ЗАСЕЧКИ И ПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТ

Формулы для расчета точности выноса точки в натуру различными способами совершенствовались длительное время. При этом в зависимости от требуемой точности расчета и конкретного назначения формул при их выводе авторы учитывали различную совокупность факторов, влияющих на точность выноса точек в натуру. Поэтому подобные формулы, содержащиеся в справочной, нормативной и учебной литературе, не отличаются единством формы и содержания.

Наиболее полная подборка формул для расчета точности выноса точек в натуру различными способами приведена в руководстве*. Однако и здесь встречаются утверждения и выводы, требующие, по нашему мнению, уточнения. На один из таких примеров мы хотим обратить внимание специалистов.

При оценке точности выноса в натуру точки C (рисунок) относительно двух исходных точек A и B способом створной линейной засечки и способом полярных координат руководством [1] рекомендуется использовать следующие формулы:

* Руководство по расчету точности геодезических работ в промышленности. — М.: Недра, 1979.

1) для способа створной линейной засечки

$$m_c = \sqrt{m_{\text{ств}}^2 + m_s^2 + m_{\phi}^2}, \quad (1)$$

где

$$m_{\text{ств}} = \sqrt{m_{\text{и}}^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_{\rho}^2 + m_{\text{в}}^2 + m_{\text{фок}}^2}; \quad (2)$$

2) для способа полярных координат:

$$m_c = \sqrt{m_{\text{и}}^2 + \frac{s^2}{\rho^2} m_{\beta}^2 + m_s^2 + m_{\phi}^2}, \quad (3)$$

где

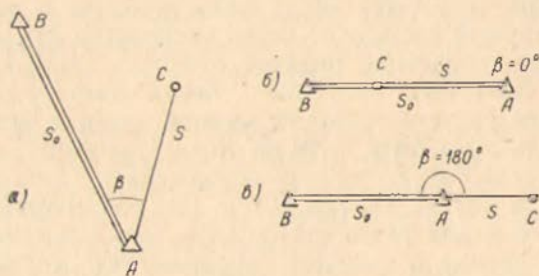
$$m_{\beta} = \sqrt{m_{\text{инст}}^2 + m_{\text{в.у}}^2 + m_{\text{н}}^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_{\rho}^2}. \quad (4)$$

В формулах (1) и (2): m_c — средняя квадратическая погрешность положения определяемой точки; $m_{\text{ств}}$ — средняя квадратическая погрешность построения створа между исходными точками; m_s — средняя квадратическая погрешность отложения расстояния s определяемой точки C от исходной A ; m_{ϕ} — средняя квадратическая погрешность фиксации определяемой точки; $m_{\text{и}}$ — средняя квадратическая погрешность положения определяемой точки, обусловленная погрешностями исходных данных; $m_{\text{ц}}$ — средняя квадратическая погрешность положения определяемой точки из-за погрешности центрирования прибора; m_{ρ} — средняя квадратическая погрешность положения определяемой точки из-за погрешностей редукции визирной цели; $m_{\text{в}}$ — средняя квадратическая погрешность построения створа из-за погрешностей визирования; $m_{\text{фок}}$ — средняя квадратическая погрешность построения створа из-за перефокусировки зрительной трубы прибора.

В формулах (3) и (4): m_{β} — средняя квадратическая погрешность построения на местности горизонтального угла; $m_{\text{инст}}$ — средняя квадратическая погрешность горизонтального угла, обусловленная несовершенством прибора; $m_{\text{в.у}}$ — средняя квадратическая погрешность горизонтального угла, обусловленная влиянием внешних условий; $m_{\text{н}}$ — средняя квадратическая погрешность собственно отложения угла; $m_{\text{ц}}$ — средняя квадратическая погрешность горизонтального угла, обусловленная погрешностями центрирования прибора; m_{ρ} — средняя квадратическая погрешность горизонтального угла, обусловленная погрешностями центрирования визирных целей; другие обозначения имеют тот же смысл, что и в формулах (1) и (2).

Анализируя геометрическую сущность способа полярных координат и способа створной линейной засечки, можно легко заметить, что второй способ является частным случаем первого, когда полярный угол равен 0° или 180° . Из рисунка *a* видно, что вынос в натуру точки C относительно двух исходных A и B в общем случае состоит в том, что вначале на местности строят

направление AC с исходной точки A на определяемую C путем отложения полярного угла β от исходной линии AB , а затем откладывают расстояние s вдоль построенного направления AC и тем самым определяют положение точки C . В частном случае, когда $\beta=0^\circ$ (рисунок б), направление AC будет находиться в створе направления AB , а при $\beta=180^\circ$ (рисунок в) оно будет являться продолжением створа AB . Эти два частных случая способа полярных координат и принято считать самостоятельным



Схемы выноса точки в натуру:

а — способом полярных координат; б, в — способом створной линейной засечки.

способом выноса точек в натуру, именуемым «способ створной линейной засечки».

Конечно, в построении угла $\beta=0^\circ$ угломерным инструментом есть свои особенности, поскольку не все погрешности, возникающие при построении угла $\beta \neq 0^\circ$, сохраняют свою величину и характер влияния при $\beta=0^\circ$. Например, погрешность собственно отложения угла отсутствует, а погрешность угла, обусловленная влиянием внешних условий, в способе створной линейной засечки имеет иной характер, чем в способе полярных координат. Но эти особенности могут быть легко учтены при вычислении средней квадратической погрешности (m_β) по формуле (4).

Есть свои особенности и в построении створа при $\beta=180^\circ$ переводом трубы через зенит. К примеру, на первый взгляд может показаться, что в этом случае отпадает необходимость в отсчитывании по горизонтальному кругу и в учете соответствующих погрешностей при оценке точности выноса точки в натуру. Однако это не совсем так. Дело в том, что при отложении угла $\beta=180^\circ$ переводом трубы через зенит необходимо учитывать коллимацию, определение которой связано с отсчитыванием по горизонтальному кругу угломерного инструмента. Следовательно, несмотря на то, что здесь прямое отложение угла (и соответственно отсчеты по горизонтальному кругу) не производится, погрешность отсчитывания все-таки должна учитываться при расчете точности построения створа. Отмеченная особенность построения угла $\beta=180^\circ$ переводом трубы через зенит тоже может быть принята во внимание при вычислении погрешности m_β по формуле (4).

В случае, когда построение угла $\beta = 180^\circ$ осуществляется поворотом инструмента вокруг вертикальной оси с соответствующими отсчитываниями по горизонтальному кругу, задача решается еще проще — это случай полного совпадения обоих рассматриваемых способов выноса точки в натуру.

Таким образом, особенности построения углов величиной 0° и 180° с помощью угломерного инструмента в принципе не нарушают родства способов створной линейной засечки и полярных координат и вполне могут быть вписаны в рамки теории способа полярных координат через посредство формулы (4).

Учитывая отмеченное родство способов створной линейной засечки и полярных координат, необходимо заключить, что формулы для расчета точности выноса точки в натуру обоими способами должны быть если не тождественными, то, по крайней мере, похожими по своему содержанию. Однако сравнение формул (1) и (3) (с учетом (2) и (4), разумеется) позволяет заметить, что в них различий больше, чем сходства. При этом имеющиеся различия выходят за рамки тех особенностей способа створной линейной засечки, о которых упоминалось выше.

Различие в содержании формул (1) и (3) обусловлено прежде всего тем, что при выводе этих, а также дополняющих их формул (2) и (4) совокупность учитываемых факторов, влияющих на точность выноса точки в натуру, была различной. Так, в формуле (2) предполагается, что погрешность m_p обусловлена погрешностями редукции визирной цели на конце исходного направления (т. е. в точке B , если $m_{ств}$ — погрешность построения створа исходной линии AB) (рисунок б), тогда как в формуле (4) считается, что погрешность m_p вызвана погрешностями редукции визирных целей на обоих лучах выносимого угла β (т. е. в точках B и C) (рисунок, а).

В формуле (2) учтена погрешность $m_{фок}$, вызываемая перефокусировкой зрительной трубы, а в формуле (4) и ее составляющих эта погрешность не принята во внимание, хотя при визировании вдоль направлений AB и AC (рисунок, а) перефокусировка трубы имеет место, если длины линий S_0 и S не равны между собой. К тому же погрешность $m_{фок}$ должна фигурировать, как нам кажется, не в формуле (2), а как слагаемое в формуле (1), если $m_{ств}$ — погрешность построения створа исходной стороны, а перефокусировка производится при выносе точки C . Необходимо обратить внимание на то, что формулами (3) и (4) учитываются погрешности $m_{вист}$ и $m_{в.у.}$, которые отсутствуют в формулах (1) и (2), и что погрешность $m_{в.}$, фигурирующая в формуле (2), и аналогичная погрешность, входящая как составная часть в погрешность $m_{н}$ в формуле (4), вычисляются различными путями и, соответственно, имеют различное содержание.

Перечень подобных различий можно было бы продолжить, однако и уже приведенных фактов, я полагаю, достаточно для иллюстрации нетождественности формул (1) и (3).

Описанное положение вещей в деле оценки точности выноса и натуру точек способами полярных координат и створной линейной засечки вполне правомерно признать таким, которое требует упорядочения.

Мы считаем, что для устранения имеющихся разногласий в теории оценки точности выноса в натуру точек указанными способами необходимо прежде всего учесть их родство и произвести оценку точности на основе формул (3) и (4) как наиболее подходящих для обоих способов. При этом в формуле (4) следует принимать во внимание погрешность $m_{\text{фок}}$, вызываемую перефокусировкой зрительной трубы при визировании по направлениям AB и AC .

Если же в каком-то частном случае выноса в натуру точки способом створной линейной засечки окажется, что некоторые из погрешностей, входящие в формулы (3) и (4) или содержащиеся в них компонентах, не имеют места, то соответственно их надлежит принять равными нулю.

Вполне понятно, что производство оценки точности выноса точки в натуру способом полярных координат и способом створной линейной засечки на основе одних и тех же формул (3) и (4) упрощает этот процесс и унифицирует сами формулы.

С учетом высказанных здесь соображений относительно оценки точности выноса точек в натуру способом створной линейной засечки представляется также целесообразным соответствующее упорядочение формул для оценки точности выноса точек в натуру способом прямоугольных координат.