

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ПОПРАВКИ ДАЛЬНОМЕРА ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА

А.П. Ворошилов (Южно-Уральский государственный университет, Челябинск)

В 1971 г. окончил Уральский государственный университет по специальности «астрономо-геодезия». После окончания университета работал в Свердловском горном институте. С 1987 г. работает на кафедре градостроительства ЮУрГУ, в настоящее время — заведующий секцией геодезии.

У современных электронных тахеометров постоянная поправка дальномера установлена равной нулю, однако ее изменение в результате эксплуатации прибора приводит к систематическим погрешностям в определении расстояний. Поэтому постоянную поправку (**К**) рекомендуется регулярно контролировать, особенно при выполнении точных геодезических измерений. Существует несколько способов ее контроля:

- измерение базисных (эталонных) расстояний;
- определение поправки с помощью блока контрольного отсчета, надеваемого на объектив зрительной трубы (например, в тахеометрах типа ЗТА5);
- измерение линии и составляющих ее отрезков (безбазисный способ).

В ряде руководств по эксплуатации электронных тахеометров рекомендуется использовать безбазисный способ [1], в частности, в руководстве по эксплуатации тахеометров Sokkia SET безбазисный способ

предлагается в виде, проиллюстрированном на рис. 1.

Прибором измеряются расстояния **АВ**, **СА**, **СВ**. Точки **А**, **В** и **С** выбираются на одной высоте и располагаются в створе. Расстояние **АВ** составляет 100 м. Постоянная поправка вычисляется по формуле:

$$K = D_{AB} - (D_{CA} + D_{CB}) \quad (1)$$

со средней квадратической ошибкой (СКО) $m_k = \sqrt{3}m_d$, где **D_{AB}**, **D_{CA}**, **D_{CB}** — горизонтальные проложения; **m_d** — СКО измерения расстояний.

Использование этой схемы определения **К** требует построения створа, тщательного центрирования и установки прибора и отражателей на одной высоте. При этом погрешности центрирования и установок войдут в определяемое значение **К**.

Однако для тахеометров нет необходимости выставлять точку **С** в створ и проводить центрирование и точные установки по высоте, если использовать для определения **К** не только линейные, но и угловые измерения [2].

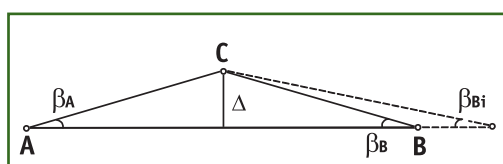


Рис. 2
Безбазисный способ определения постоянной поправки дальномера (произвольное расположение точки **С** по высоте и относительно створа **АВ**)

Если точку **С** расположить произвольно вблизи створа, то поправка в измеряемое расстояние будет равна:

$$K = (D_{AC} \times \cos\beta_A + D_{BC} \times \cos\beta_B - D_{AB}) / (1 - (\cos\beta_A + \cos\beta_B)), \quad (2)$$

где **D_{AB}**, **D_{CA}**, **D_{CB}** — горизонтальные проложения; **β_A**, **β_B** — горизонтальные углы (рис. 2).

СКО определения поправки **К** может быть вычислена по формуле:

$$m_k^2 = [(\cos^2\beta_A + \cos^2\beta_B + 1) \times m_d^2 + 2\Delta^2(m\beta/\rho)^2] / [1 - (\cos\beta_A + \cos\beta_B)]^2 \quad (3)$$

В таблице приведены результаты вычисления СКО определения поправки **К** на основании формулы (3) при отклонении от створа точки **С** в пределах от 0 до 5 м. При этом СКО линейных и угловых измерений тахеометром приняты равными 2 мм и 10", соответственно. В таблице приведены составляющие погрешностей определения **К**, вызванные влиянием погрешностей линейных **m_{kd}** и угловых **m_{kβ}** измерений. СКО **m_k**

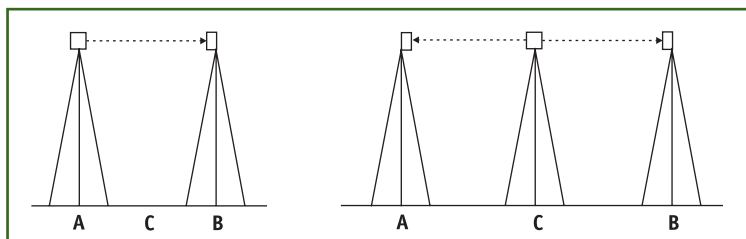


Рис. 1
Безбазисный способ определения постоянной поправки дальномера (точки **А**, **В** и **С** в створе и на одной высоте)

Предварительный расчет СКО определения постоянной поправки K

Δ , м	β , °	мкв, мм	мкв, мм	мк, мм	
				$n = 1$	$n = 3$
0	0	3,46	0	3,46	2,0
1	1,1	3,46	0,07	3,46	2,0
2	2,3	3,47	0,14	3,47	2,0
3	3,4	3,47	0,20	3,48	2,0
4	4,6	3,48	0,27	3,49	2,0
5	5,7	3,49	0,54	3,53	2,0

оценена для одного определения K и для $n = 3$.

С отклонением точки C от створа до 5 м точность определения K по формуле (2) полностью соответствует точности ее определения для $\Delta = 0$, что равнозначно формуле (1). Значит, расположение точки C вблизи створа, использование угловых измерений и формулы (2) не снижают точности определения постоянной поправки. При этом не требуется центрирование и точные установки прибора и отражателей в створе.

В расчетах точность угловых измерений при определении K умышленно занижена в 2 раза, чтобы дополнительно продемонстрировать слабое влияние погрешностей угловых измерений на точность K . Несложно показать, что малые углы наклона измеряемых линий также не окажут заметного влияния на СКО горизонтального проложения и погрешности K . Так, при измерении расстояний и вертикальных углов с погрешностями 2 мм и 10", соответственно, погрешность горизонтального проложения не превысит 2,01 мм при $S = 100$ м и углах наклона менее 3°. Поэтому нет необходимости выставлять прибор и отражатель строго на одной высоте.

Применение формулы (2) для определения K предполагает, что визирная ось зрительной трубы тахеометра соосна с дальномерной осью прибора. Проверка этого условия выпол-

няется по методике, изложенной в работе [3]. Если условие не выполнено и юстировка не проводилась, то в формуле (3) погрешность $m\beta$ возрастет. В этом случае допустимое значение отклонения от створа и углов наклона следует уменьшить. Расчеты показывают, что при углах наклона менее 2° погрешностями угловых измерений можно пренебречь при определении K , если они не превышают 20" для $\Delta \leq 2$ м и 40" для $\Delta \leq 1$ м.

Таким образом, можно рекомендовать следующую методику определения постоянной поправки дальнометра электронного тахеометра при использовании безбазисного способа.

1. Выбрать точки A и B на расстоянии примерно 100 м. Над точкой A установить тахеометр, а над точкой B — призмочный отражатель, и привести их в горизонтальное положение. Тщательно навести визирную ось тахеометра на центр отражателя, и установить ноль по горизонтальному кругу. Выполнить измерения в режиме β , D , h и записать их. Линейные измерения необходимо проводить в точном режиме несколько раз.

2. Выбрать точку C вблизи створа и установить над ней отражатель. Навести визирную ось тахеометра на центр отражателя, выполнить измерения β , D и записать их.

3. Перенести прибор в точку B . Навести визирную ось тахеометра на центр отражателя в

точке C , установить ноль по горизонтальному кругу, выполнить измерения и записать их. Навести визирную ось тахеометра на точку A , выполнить на нее измерения (можно только угловые) и записать их. При расположении точки C слева от створа (рис. 2) горизонтальные углы будут левые, при расположении ее справа — правые. Вычислить поправку K по формуле (2).

4. Для повторных определений точку B можно сместить, оставив точки A и C неизменными. Выполнить на них измерения и вновь вычислить K . Для повышения точности определений можно выполнить несколько перемещений точки B . Кроме того, перемещения позволят дополнительно проконтролировать стабильность циклической погрешности дальнометра.

Данная методика определения постоянной поправки дальнометра может применяться в полевых условиях непосредственно на объекте работ без дополнительных базисных измерений, сложных установок и точного центрирования.

▼ Список литературы

1. Электронные тахеометры SET 500 (SET 530 R). Руководство пользователя. — Служба технической поддержки Sokkia.
2. Ворошилов А.П. Определение постоянной светодальнометра из построений линейно-угловой сети // Тр. СГИ. — 1975. — Вып. 123.
3. Ковалев С.В. Основы диагностики и ремонта электронных тахеометров // Геопрофи. — 2004. — № 5. — С. 58–60.

RESUME

A modified technique without reference baseline for determining the electronic tacheometer stadia constant is proposed. The method described can be used for field survey without additional baseline measurements, complicated adjustments and precise centering.