

УДК 621.375.826:528.541

Т.Ю.Терещенко, асп., каф. МВТС

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОЙ РЕФРАКЦИИ

Соответствие геометрических параметров при строительстве подземных гидротехнических сооружений их проектным значениям обеспечивается геодезическими измерениями, точность которых в значительной степени зависит от проявления атмосферной рефракции. Влияние атмосферной рефракции при геодезических измерениях на поверхности в настоящее время хорошо изучено, основным способом оценки этого влияния является наблюдение дифракции, вызванной турбулентностью атмосферы [1]. Однако при геодезических съемках в подземных горных выработках применение таких способов затруднено свойствами рудничной атмосферы (запыленность, туман и пр.), а также низкой освещенностью выработок. Более удобным в подземных выработках является измерение угла рефракции приборами, основанными на использовании законов геометрической оптики. Реализация рекомендуемого способа при помощи устройства УНОК позволила выполнить наблюдения за изменением атмосферной рефракции непосредственно в тоннелях [1].

Для оценки точности рекомендуемого способа определения рефракции в июле 2001 г. на геополигоне СПбГТУ были выполнены параллельные наблюдения суточного хода рефракции устройством УНОК и традиционным способом, при помощи прецизионного нивелира НА-I. Наблюдения проводились в течение 5 дней, начиная от момента утренней изотермии в припочвенном слое воздуха, соответствующего 9 часам, и до верхней кульминации Солнца, т.е. до 14 часов. Для определения изменения угла рефракции была выбрана линия длиной 40,7 м, ориентированная на северо-запад, подстилающая поверхность – задернованный луг при высоте луча над почвой около 1,4 м.

Устройством УНОК в каждом часовом цикле наблюдений суточного хода рефракции снимались отсчеты по шкале микрометра при биссектральном совмещении изображений двух штрихов рейки по 10 отсчетов для каждого из штрихов. Одновременно снимались отсчеты по шкале микрометра нивелира НА-I путем совмещения клинообразных биссектральных штрихов при визировании на дополнительную штриховую шкалу, установленную на параллельной линии. Метеорологические параметры: атмосферное давление и температура воздуха на высоте 0,1 и 1,8 м над почвой измерялись в каждом часовом цикле.

Корреляционный анализ результатов определения угла рефракции двумя способами позволил установить, что коэффициент корреляции между этими результатами не ниже $r = 0,97$. Для оценки надежности коэффициента корреляции воспользуемся критерием Фишера z [3]. Приведенному выше значению r соответствует $z = 2,09$. Среднее квадратическое отклонение величины z :

$$\sigma_{(z)} = (n - 3)^{-1/2}, \quad (1)$$

где n – число часовых циклов при наблюдениях рефракции.

Поскольку в нашем случае $n = 5$, то по формуле (1) получим $\sigma_{(z)} = 0,71$, доверительный интервал коэффициента корреляции составляет соответственно 0,11. Это значительно меньше абсолютного значения коэффициента корреляции, поэтому можно полагать установлен-

ным наличие линейной корреляции между определением угла рефракции двумя способами.

Для оценки точности определения угла рефракции устройством УНОК вычислим среднюю квадратическую ошибку (СКО) измерений в часовом цикле по формуле:

$$m_y^2 = (2k)^{-1} \sum d^2, \quad (2)$$

где d – разность двойных измерений, полученных по двум штрихам рейки; k – число таких разностей.

По результатам обработки материалов наблюдений с использованием формулы (2) получено $m_y = 0,15''$.

Отметим, что при выбранной методике наблюдений веса результатов измерений, выполненных устройством УНОК независимо по двум штрихам рейки, вдвое больше весов наблюдений традиционным способом. Поэтому для нахождения СКО угла рефракции, измеренного нивелиром НА-1 в часовом цикле, можно воспользоваться формулой Гаусса:

$$m_H^2 = n^{-1} \sum \Delta^2, \quad (3)$$

где Δ – уклонение результата, полученного традиционным способом, от результата, полученного УНОК.

По результатам обработки материалов наблюдений с использованием формулы (3) получено для традиционного способа $m_H = 0,32''$, что значительно больше, чем для УНОК.

Выполненные наблюдения суточного хода рефракции двумя способами подтверждают близость результатов определения угла рефракции, полученных традиционным способом и рекомендуемым, основанным на использовании устройства УНОК, однако по точности традиционный способ уступает рекомендуемому.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградов В.В. Влияние атмосферы на геодезические измерения.-М.: Недра, 1992. –253 с.
2. Терещенко Т.Ю. Исследование влияния факторов внешней среды на точность нивелирования в тоннелях Метростроя Санкт-Петербурга // XXIX Неделя науки СПбГТУ, Ч.1, Матер. межвуз. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001, С. 55-56.
3. Гайдаев П.А., Большаков В.Д. Теория математической обработки геодезических измерений. – М.: Недра, 1969. – 400 с.