



УДК 528.48

В.И. Стебнев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

При выполнении плановых разбивочных работ в строительстве рекомендуется [1] использовать различные методы – полярный, створный, угловых и линейных засечек, метод прямоугольных координат. Метод обратной угловой засечки для разбивочных работ практически не рекомендуется, за исключением определения положения опор мостовых переходов. Однако, во-первых, метод обратной угловой засечки при прочих равных условиях является более точным (особенно при благоприятных условиях засечки), а во-вторых, в этом методе влияние исходных данных на точность определения положения засекаемой точки является наименьшим [2]. Правда, для определения положения проектной точки методом обратной угловой засечки нужно выполнять редуцирование, и формулы для вычисления координат точки являются громоздкими. Однако современные электронные тахеометры, например, Trimble 3003 DR, имеют встроенную функцию решения обратной угловой засечки. Причем засечка может выполняться по разному количеству опорных точек – от 2 до 5, а когда имеются избыточные измерения, определяются вероятнейшие значения координат с оценкой точности. К тому же тахеометр Trimble 3003 DR – точный прибор, которым углы можно измерять с погрешностью 3", а расстояния до 5 км – с погрешностью 2 мм + 2 ppm.

Поэтому предлагается использовать такие приборы для построения внутренней разбивочной сети здания или сооружения на исходном и монтажных горизонтах методом обратной угловой засечки и выполнения разбивочных работ. В качестве опорных точек можно использовать пункты плановой разбивочной сети строительной площадки. Но лучше опорную сеть сгустить тем же прибором. Желательно опорную сеть спроектировать таким образом, чтобы она представляла собой четырёхугольник с длиной стороны около 250 м, расположенный вокруг здания или сооружения, и чтобы с засекаемых точек на любом горизонте было видно не менее 3 опорных точек. Сеть желательно строить по методике полигонометрии IV класса, благо, точность прибора это позволяет сделать.

Разбивка внутренней разбивочной сети на любом горизонте должна выполняться следующим образом. Предварительно нужно наметить положение пунктов внутренней сети относительно основных осей промерами рулеткой. Координаты пунктов внутренней сети в местной системе координат должны быть заданы

проектом. В предварительно намеченных пунктах при помощи транспорта нужно провести направления осевого меридиана, полученного из решения обратной геодезической задачи. Тахеометр центрируется над первым предварительным пунктом внутренней сети, и делаются засечки на 3 или более видимые опорные точки, над которыми ранее были установлены и отцентрированы отражатели. Обратной засечкой определяются координаты первого предварительного пункта. Точность определения координат засекаемой точки зависит от погрешности собственно засечки, от погрешности исходных данных, от погрешности фиксации точки и от погрешности редуцирования. Погрешности центрирования отражателей можно не учитывать, имея в виду, что точность центрирования оптическим центриром менее 1 мм, а координаты опорных точек, определённых полигонометрией IV класса, могут иметь погрешность до 10 мм.

Точность собственно засечки определяется формулой [2]:

$$m_p = \sqrt{(m_1^2 + m_2^2)} = S_2 m_p \sqrt{[(S_1/L_1)^2 + (S_3/L_1)^2] / \rho'' \sin(\beta_1 + \beta_2 + \omega)}$$

где S_1, S_2, S_3 – расстояния до опорных точек, L_1 и L_3 – расстояния между ними, β_1 и β_2 – углы засечки, ω – угол между засекаемыми базами. Если S_2 примерно 100 м, а S_1 и S_3 меньше, чем L_1 и L_3 , то есть засекаемая точка находится внутри треугольника из опорных точек, то тахеометром Trimble 3003 DR можно получить координаты засекаемой точки с погрешностью примерно 2 мм. При этом нужно учесть, что есть несколько избыточных измерений (при засечке на 3 точки – 3 избыточных измерения), которые точность определения координат повышают.

Влияние исходных данных на точность обратной угловой засечки определяется формулой [2]:

$$(m_p)_{\text{исх}} = v / 2T\sqrt{6},$$

где T – знаменатель предельной относительной погрешности стороны геодезической основы, v – длина этой стороны. Если основа разбивалась полигонометрией IV класса, а длина стороны около 250 м, то $(m_p)_{\text{исх}}$ равна 2 мм. А при использовании двух или большего количества базисов (засечка по 3 или 4 точкам) $(m_p)_{\text{исх}}$ будет, соответственно, ещё меньше.

Погрешности фиксации точки и погрешности редуцирования не превышают 1 мм. Поэтому главный источник погрешности определения координат в способе обратной засечки – погрешность собственно



засечки.

После определения координат первого предварительного пункта внутренней сети из него полярным способом определяются координаты остальных предварительно намеченных пунктов. Они сравниваются с проектными, и по разностям определяются элементы редукции. Эти элементы откладываются при помощи линейки с миллиметровыми делениями и угольника вдоль и поперёк направления осевого меридиана на каждом предварительном пункте внутренней сети. Далее тахеометр переносится в новое, уточнённое положение другого пункта, и из него обратной засечкой на 3 (или больше) опорных пункта разбивочной сети определяются координаты этого пункта. Определив обратной засечкой положение всех пунктов внутренней разбивочной сети на любом горизонте, делают контрольные промеры. Если расхождения в положении пунктов в сравнении с проектными значениями находятся в пределах допусков, плановая внутренняя разбивочная сеть на горизонте создана. Необходимо её капитально закрепить, и от неё можно выполнять

детальные плановые разбивки. Можно это делать тем же электронным тахеометром, так как у него есть функция выполнения детальных разбивочных работ.

Одновременно с разбивкой плановой внутренней сети на различных горизонтах электронным тахеометром можно определять отметки реперов на этих горизонтах тригонометрическим нивелированием. Для этого нужно измерить высоты отражателей над пунктами разбивочной сети и высоту отражателя над определяемой точкой. При выполнении обратной засечки вероятнейшая высота репера будет определена относительно всех исходных реперов с оценкой точности.

Литература

1. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. – М.: Недра, 1981.
2. Справочник по инженерной геодезии. / Под редакцией Н.Г. Видуева. – Киев: Вища школа, 1978.