

М. И. РУСИН, Р. С. СИДОРИК,
А. Н. ДЕНИСОВ, А. Е. ФИЛИППОВ

О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗИМУТА ПО ЧАСОВОМУ УГЛУ СОЛНЦА

Общий порядок и методика наблюдений для определения азимута по часовому углу Солнца такие же, как и при наблюдениях звезд, только при этом измеряются горизонтальные углы между местным предметом и Солнцем. Особенностью является то, что в данном случае хронометр отсчитывается в момент прохождения через вертикальную нить левого или правого краев Солнца.

Случайные погрешности измерения горизонтального направления на Солнце по своей природе и характеру влияния на результат такие же, как и при наблюдениях звезд. Однако считается, что влияние погрешности визирования при наблюдениях Солнца больше и столь значительно, что способ определения азимута по часовому углу Солнца рекомендуется лишь для приближенных определений (с точностью, не превышающей $0,1 \dots 0,2'$) [1, 4]. Рассматривается при этом преимущественно метод «глаз—ухо».

Влияние погрешности визирования m_B на измеряемое горизонтальное направление при наблюдении моментов прохождения светила через неподвижную нить можно представить формулой [1]

$$m_B = 15 \cos \delta \cos q \operatorname{cosec} z \cdot m_T = 15 V_A m_T, \quad (1)$$

где V_A — скорость изменения азимута светила; m_T — средняя квадратическая погрешность момента прохождения.

При наблюдениях методом «глаз—ухо» погрешность m_T , как и систематическая часть погрешности метода наблюдения Солнца, может достигать нескольких десятых секунд времени, вследствие чего погрешность в азимуте составляет несколько секунд дуги [4].

Уменьшения погрешности m_T и, следовательно, повышения точности результата можно достичь применением более совершенных методов регистрации моментов наблюдений и соответствующих методик наблюдений. Так, применение контактного микрометра позволяет на целый порядок уменьшить личную погрешность наблюдателя, характерную для наблюдений прохождений светил через неподвижные нити сетки методом «глаз—ухо». Значительно, почти в два раза уменьшается случайная погрешность. Повышение точности по сравнению с методом «глаз—ухо» возможно также при наблюдениях способом «глаз—клавиша» [3, 4]. Случайные погрешности момента наблюдения в случае применения контактного микрометра и метода «глаз—клавиша» примерно одинаковы. Так, средняя квадратическая погрешность наблюдения одного момента прохождения края Солнца через вертикальную нить, полученная из обработки 100 приемов по методу «глаз—клавиша», составляет $0,16^s$, а с применением контактного микрометра — $0,13^s$. Заметим, что погрешность азимутальных наблюдений звезд в меридиане приблизительно такая же.

Исходя из изложенного разработана и реализована методика определения азимута по часовому углу Солнца, предусматривающая получение результата с точностью, сравнимой с определениями азимута земного предмета по программе 1 класса. Наблюдения выполняли с астрономического столба по стороне длиной около 5 км методом «глаз—клавиша» и применением контактного микрометра. Использовался астрономический теодолит АУ-2/10, контактный хронометр, маркопечатающий хронограф. Общая программа наблюдений и последовательность действий при исполнении одного приема аналогичны соответствующим операциям способа определения азимута по часовому углу Полярной:

прием сигналов времени;

производство наблюдений по определению азимута заданного направления;

прием сигналов времени.

Промежуток времени между первым и вторым приемами сигналов времени составлял 2...4 ч.

Прием определения азимута методом «глаз—клавиша» выполнялся в следующем порядке.

Первое положение прибора (первый полуприем)

1. Наблюдение земного предмета: четыре наведения окулярным микрометром главной трубы с отсчитыванием барабана микрометра; отсчеты по микроскоп-микрометрам горизонтального круга.

2. Наблюдение правого края Солнца: отсчеты уровня и его переключка; пять наблюдений прохождения края Солнца через вертикальную нить, последовательно устанавливаемую на пяти центральных оборотах винта микрометра, с отсчетами по барабану микрометра; отсчеты по микроскопам горизонтального круга; отсчеты уровня.

3. Наблюдение левого края Солнца, как в п. 2.

4. Наблюдение земного предмета, как в п. 1.

Затем следовал перевод трубы через зенит и выполнялись аналогичные операции второго полуприема.

Такая последовательность приема при использовании контактного микрометра. Прослеживание краев Солнца осуществлялось на двух центральных оборотах винта.

При реализации предлагаемой методики результат одного приема получаем из 20 визирований краев Солнца способом «глаз—клавиша» и из 40, если применялся контактный микрометр.

Одновременно с определением азимута по Солнцу проводили наблюдения по определению азимута того же направления по часовому углу Полярной по программе I класса. Предусматривалось чередование приемов наблюдений Солнца с приемами наблюдений Полярной. Примерно половина наблюдений выполнена с совмещением в приеме наблюдений Солнца и Полярной.

Наблюдения Солнца и Полярной обрабатывали на мини-ЭВМ «Искра-1256» с применением известных формул определения азимута по часовому углу светила. Место севера при обработке наблюдений по Солнцу соответствует формуле

$$M_{N_i} = N_i - (A_{\odot i} + \Delta A_w) \pm R_{\odot i} \operatorname{cosec} z_i, \quad (2)$$

где ΔA_w — поправка за ускорение; i ($i=1, 2, 3, 4$) — порядковый номер наблюдения Солнца в приеме.

На протяжении 1,5 мес выполнено 50 приемов наблюдений по Солнцу (из них 35 методом «глаз—клавиша») и 52 — по Полярной. Получены следующие средние арифметические значения азимута земного предмета:

по Солнцу $a=209^{\circ}29'28,13''$ со средней квадратической погрешностью одного приема $m=1,81''$;

по Полярной $a=209^{\circ}29'28,34''$, $m=1,89''$.

Наблюдения Солнца обрабатывали так же с учетом весов отдельных приемов, равных $\sin^2 z$. Получено $a=209^{\circ}29'28,33''$ со средней квадратической погрешностью единицы веса $m=1,46''$.

При обработке наблюдений по Солнцу в значение его прямого восхождения, выбираемого из астрономического ежегодника, вводилась поправка, приведенная в [2].

В значениях азимута не учтено влияние лично-инструментальной разности. Ее определение и учет можно выполнять так же, как и при определении условного или геодезического азимута [4].

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности применения способа определения азимута по часовому углу Солнца для высокоточных определений.

1. Васильев В. Г. Определение азимута земного предмета по Солнцу. М., 1971.
2. Петров Г. М. Результаты предварительного исследования прямых восхождений Солнца, полученных в Николаеве на пассажном инструменте в 1960—1968 гг. // Изв. Пулковской ГАО. 1971. № 189—190. С. 151—153.
3. Русин М. И., Сидорик Р. С., Муха В. И. О возможности контроля гиротеодолитных определений по наблюдениям Солнца. М., 1983. С. 10. Рукопись деп. в ВИНТИ. № 12 (146) 924.
4. Уралов С. С. Курс геодезической астрономии. М., 1980.