

О ПРИМЕНЕНИИ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО СПОСОБА ОТСЧЕТА ЛИМБА НА ВЕРТИКАЛЬНЫХ КРУГАХ

А. С. Харин

(ГАО АН УССР, г. Киев)

Практика показывает, что разработка и внедрение принципиально новых типов меридианных инструментов, например горизонтальных, значительно задерживается не только из-за необходимости проверки новых принципов, но также из-за того, что отладка большого количества совершенно новых узлов, в частности узлов автоматизации, требует зачастую многих лет. Значительно быстрее внедрение отдельных элементов автоматики проходит на базе старых уже проверенных конструкций, примером чего может служить распространение фотоэлектрической регистрации прохождений звезд на пассажных инструментах Службы времени и фотографического способа отсчета лимба на меридианных кругах. Поэтому кажется вполне рациональным налаживать и отрабатывать на старых проверенных инструментах, конечно, при условии, что это не потребует существенной их переделки. Такая практика позволит, во-первых, увеличить возможности старых инструментов, а во-вторых, оправдавшие себя новшества можно было бы в дальнейшем использовать и в принципиально новых конструкциях.

Мы хотели бы обратить внимание на один способ фотографирования лимба, осуществление которого на вертикальном круге значительно уменьшит работу по получению зенитных расстояний и увеличит их точность. Предлагаемый способ может быть осуществлен на каждом из существующих вертикальных кругов путем изготовления специальных фотокамер.

В настоящее время на единственном в мире фотографическом вертикальном круге, созданном в Пулкове*, для фотографирования лимба используется в принципе такой же метод, как и на фотографических меридианных кругах. При наблюдении звезды в двух положениях лимб фотографируется до и после поворота трубы на разных кадрах. Затем оба кадра отдельно измеряются, и только после этого вычисляется зенитное расстояние звезды по формуле

$$Z = \pm \frac{1}{2} (M - N), \quad (1)$$

где M и N — отсчеты круга при двух положениях инструмента. Теперь допустим, что фотографирование производится оба раза на одном и том же кадре. Тогда мы получим картину, показанную на рис. 1, а, где M_{i-1} , M_i , M_{i+1} — номинальные значения штрихов того участка лимба, который фотографировался при первом положении трубы, а N_{i-1} , N_i , N_{i+1} — при втором. Измерив непосредственно на кадре расстояние a или b , найдем зенитное расстояние звезды по формуле

$$Z = \pm \frac{1}{2} (M_i - N_i \pm a)$$

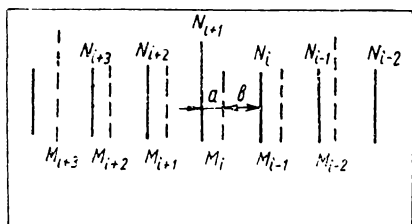
или

$$Z = \pm \frac{1}{2} (M_i - N_{i+1} \pm a) \quad (2)$$

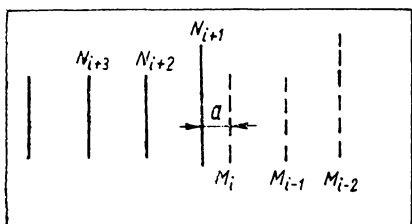
соответственно.

* Зверев М. С. — Изв. ГАО в Пулкове, XXII, 1, № 166, 21—37, 1960.

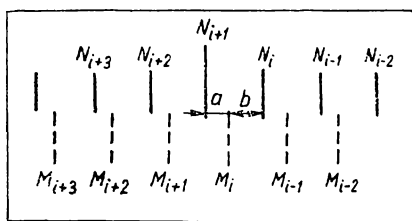
Осуществление этой идеи не представляло бы труда, если бы лимб был со светящимися штрихами на непрозрачном, темном фоне. Тогда мы могли бы пользоваться обычным фотографическим устройством, опуская протяжку пленки между наблюдениями одной и той же звезды при двух положениях круга. Для обычных металлических лимбов с темными штрихами на светлом фоне этого осуществить нельзя. В этом случае можно сконструировать фотокамеру, которая имела бы перед плоскостью фльма передвижную или перекидную ширму, закрывающую одну половину кадра во время экспозиции при первом положении кадра и другую половину при втором.



а



б



в

Рис. 1. Схема расположения изображений штрихов при фотографировании на одном кадре двух участков лимба:

a — без ширмы; b — ширма параллельна штрихам; δ — ширма перпендикулярна штрихам.

Возможны два варианта расположения ширмы по отношению к штрихам: параллельное им или перпендикулярное. Очевидно, что ни один из этих вариантов не позволяет получить на одном кадре полностью оба участка лимба. В первом случае на левой половине кадра получают старшие штрихи одного из участков лимба, а на правой половине — младшие штрихи другого участка (рис. 1, б). Во втором варианте на кадре оказывается верхняя часть штрихов одного участка и нижняя часть штрихов другого (рис. 1, в). Таким образом, в первом случае можно измерить расстояние между самым младшим из штрихов левой половины кадра и самым старшим из штрихов правой половины и вычислить зенитное расстояние по второй из формул (2). Во втором случае можно использовать любую из формул (2) в зависимости от того, какое расстояние измерено — a или b .

Штрихи могут иметь искривления, а расстояния между ними в разных участках по высоте штриха различны из-за их радиального расположения на лимбе. Кроме того, нить или щель измерительной машины так же может иметь наклон. Имея в виду все это, следует считать, что второй вариант несколько хуже первого, хотя первый также не свободен от недостатков. Недостатком здесь является, например, то, что расстояние измеряется не между наиболее близкими штрихами, как это можно сделать во втором варианте, а только между младшим штрихом одного участка лимба и старшим штрихом другого. Это расстояние может достигать в неблагоприятных случаях почти $4'$. Кроме того, поскольку разность между двумя ближайшими штрихами всегда измеряется в центральной части кадра, то масштаб придется определять только по штрихам, расположенным на его краях.

Следовательно, если окажется, что масштаб для различных участков кадра различен, то в зенитных расстояниях могут появиться систематические ошибки. Первый из этих недостатков можно исправить, начиная наблюдения всегда с того положения круга, которое при пре-

дыдущем наблюдении этой звезды было последним, как это и делается обычно при наблюдениях на вертикальном круге. Для исследования же ошибки масштаба следует провести специальные определения. Если окажется, что эта ошибка действительно велика, то придется получать специальные масштабные снимки, на которых масштаб измеряется также в центральной части кадра.

Как видно из изложенного, для вычисления зенитного расстояния по предлагаемому способу измерения на кадре придется делать только между соседними штрихами. Индекс вообще не нужен. Отсюда следует, что конструкция микроскопов в этом случае может быть значительно упрощена. Вместо двух объективов

(рис. 2), один из которых в настоящее время используется для построения изображения штрихов в плоскости индекса, а другой передает оба эти изображения на пленку, достаточно оставить только один объектив, который сразу строит бы изображение штрихов лимба на пленке. Очевидно, что в связи с упрощением конструкции микроскопа уменьшится также и количество юстировочных работ. Упрощение схемы, однако, не снижает требований к стабильности. Объектив и фотокамера в новом микроскопе должны быть закреплены на барабане не менее надежно, чем первый объектив и индекс в старом. Их смещения за время наблюдения одной звезды (1—2 мин) не должны превышать долей микрона. Замена старых микроскопов, однако, — не обязательное требование.

В заключение можно еще раз подчеркнуть, что основное преимущество предлагаемого метода — прежде всего значительное сокращение работы по вычислению зенитных расстояний, а также и увеличение точности из-за устранения фотометрической неоднородности, существующей сейчас при измерении расстояний между штрихами и индексом. Можно также отметить, что новый метод не нарушает дифференциального характера измерений — основного принципа, заложенного в абсолютном методе определения зенитных расстояний на вертикальном круге.

В настоящее время в механической мастерской ГАО АН УССР закончено изготовление фотографического устройства, в котором осуществлен описанный метод регистрации (см. статью К. Е. Скорика в настоящем сборнике).

Очевидно также, что описанная методика фотографирования лимба могла бы найти применение не только на вертикальных кругах, но также и в некоторых геодезических инструментах, например в теодолитах с фотографической регистрацией отсчетов.

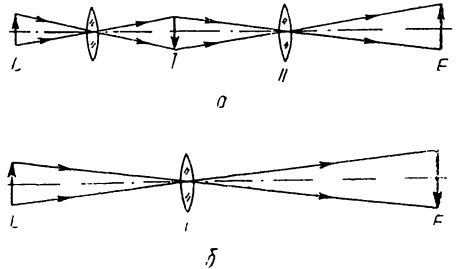


Рис. 2. Две схемы микроскопов для фотографирования лимба:

а — обычная схема; б — новая схема.

ON APPLICATION OF PHOTOGRAPHIC RECORDING OF CIRCLE READINGS

A. S. KHARIN

Summary

Circle readings are made at the positions of the instrument during the observations of a star with the vertical circle. A new method of photographic recording, proposed by the author, enables the two parts of the graduated circle to be photographed at one sequence of a film. In such a way the work for determination of zenith distances could be considerably reduced as the inhomogeneity of the circle division lines and the index would not hamper the measurements.