УДК 528.5

А. В. ГОЖИЙ, В. А. ОВЧИННИКОВ

ПОЗИЦИОННЫЙ КОНТАКТНЫЙ МИКРОМЕТР АСТРОНОМИЧЕСКОГО УНИВЕРСАЛА

Общие замечания. Всем способам астрономических определений времени и широты, в основе которых лежит регистрация прохождений звезд вне меридиана и вне элонгации, присущ один общий недостаток — видимое косое движение изображений звезд в поле зрения трубы инструмента. Под косым движением обычно понимают несовпадение видимого пути движения изображения звезды в поле зрения трубы инструмента с направлением перемещения подвижной нити микрометра. Видимое косое движение изображений звезд значительно усложняет наблюдения и служит одной из причин появления в результатах наблюдений ошибок инструментального характера, а в ряде случаев оно значительно ограничивает выбор звезд при составлении программ наблюдений.

Понятно, что во всех случаях наблюдений вне меридиана и вне элонгации приходится решать задачу освобождения результатов наблюдений от влияния видимого косого движения изображений звезд в поле зрения. Наиболее радикальное решение этой задачи — устранение самого косого движения. Однако в некоторых случаях можно избавиться от влияния на результаты наблюдений видимого косого движения изображений звезд в поле зрения, не устраняя самого косого движения. Этого можно достичь, производя регистрацию моментов прохождений звезд в поле зрения симметрично относительно определенной точки поля зрения трубы. К сожалению, область применения способа симметричной регистрации прохождений весьма ограничена. Он дает хорошие результаты только в тех частных случаях наблюдений, когда позиционные углы наблюдаемых пар или групп звезд примерно равны и не достигают значительной величины. Такому случаю наблюдений соответствует определение поправки часов по способу Цингера, так как в этом способе наблюдаются пары звезд, позиционные углы которых примерно одинаковы и не превышают 65° в средних широтах. Подробности методики таких наблюдений изложены в работах [2, 3]. Что же касается общих случаев наблюдений звезд вне меридиана и вне элонгации, когда позиционные углы наблюдаемых пар или групп звезд не равны между собой, то здесь осуществить исключение влияния на результаты наблюдений видимого косого движения изображений звезд в поле зрения трубы, не устранив самого видимого косого движения, практически невозможно.

Устранить видимое косое движение изображения звезды в поле зрения трубы инструмента — значит совместить направление видимого пути движения изображения звезды в поле зрения с направлением пере-

мещения подвижной нити микрометра. Обычно такое совмещение выполняют способом компенсации азимутального смещения изображения звезды в поле зрения вращением инструмента по азимуту. При этом вращение инструмента по азимуту рекомендуется осуществлять [4] с помощью специального электромоторного привода [1].

Мы испытали еще один возможный способ исключения видимого косого движения изображений звезд в поле зрения трубы инструмента. Это способ совмещения видимого пути движения изображения звезды в поле зрения с направлением перемещения подвижной нити микрометра путем соответствующего поворота коробки микрометра вокруг оси, примерно совпадающей с оптической осью микрометра. Для совмещения указанных направлений микрометр должен быть повернут на такой угол, чтобы линия направления перемещения подвижной нити микрометра была параллельна касательной к суточной параллели наблюдаемой звезды. Другими словами, микрометр должен быть повернут от своего первоначального положения (подвижная нить параллельна горизонту) на угол, равный позиционному углу наблюдаемой звезды. Чтобы иметь возможность выполнять такую операцию, необходимо обычный микрометр превратить в позиционный. Настоящая заметка и посвящена краткому описанию некоторых узлов позиционного контактного микрометра, изготовленного в Полтавской гравиметрической обсерватории. Указанный микрометр изготовлен на базе обычного окулярного микрометра астрономического универсала. Обычный окулярный микрометр был снабжен контактным устройством, ручным приводом для вращения барабана микрометра обеими руками, приспособлением для изменения угла между подвижной нитью и неподвижной сеткой нитей, шкалой позиционных углов, устройством для совмещения геометрического центра сетки нитей с центром вращения микрометра. Был также изменен вид сетки нитей микрометра, а сам микрометр сделан вращающимся вокруг оси, примерно совпадающей с его оптической осью. Первые три перечисленные устройства сделаны по типу аналогичных устройств контактного микрометра типа ЦНИИГАиК [4]. Остальные устройства, а также изменения, внесенные в микрометр, описаны ниже.

Шкала позиционных углов. Вращение микрометра. Шкала позиционных углов необходима для отсчитывания угла поворота микрометра от некоторого первоначального положения. Выбор точности отсчета по такой шкале определяется величиной допустимой погрешности в установке микрометра по шкале в определенное положение, которая равна разности значений расчетного угла поворота (позиционного угла наблюдаемой звезды) и фактически наблюдаемого. Однако возможная погрешность в установке угла характеризуется не одной лишь точностью данной шкалы. Кроме ошибки отсчета, погрешность в установке микрометра на данный угол (позиционный угол наблюдаемой звезды) зависит еще от некоторых других ошибок. Сюда следует отнести возможные ошибки в установке угла по шкале за: смещение нульпункта шкалы, ее эксцентриситет, неточную установку инструмента по азимуту и по высоте. В предположении, что перечисленные ошибки не превосходят 10, 5, 2 *мин* дуги соответственно, а допустимая погрешность в установке угла равна 20′, требуемую точность отсчета по шкале можно принять равной 3—5′. При радиусе шкалы 4—5 *см* такую точность отсчета обеспечивают многие типы круговых шкал.

Мы использовали в качестве шкалы позиционных углов круговую шкалу, основу которой составляет червячная пара — червячная шестерня *4* и червячный винт *1* (рис. 1). Шестерня *4* посажена с малым эксцентриситетом на полую ступенчатую ось *2*, которая жестко соеди-

нена с тубусом *5*. Червячный винт крепится на держателе *6*, который при помощи зажимного винта *7* соединен с осью *2*. Если зажимный винт открепить, то держатель *6* вместе с червячным винтом *1* и шестерней *5* можно поворачивать вокруг оси *2*. Система крепления червячного винта *1* на держателе *6* предусматривает возможность вывода червячного винта из зацепления с шестерней. Это позволяет быстро производить повороты микрометра на большие углы. Поворот шестерни *4* и жестко соединенной с ней коробки микрометра *3* вокруг оси *2* на малые углы осуществляется вращением червячного винта *1*.

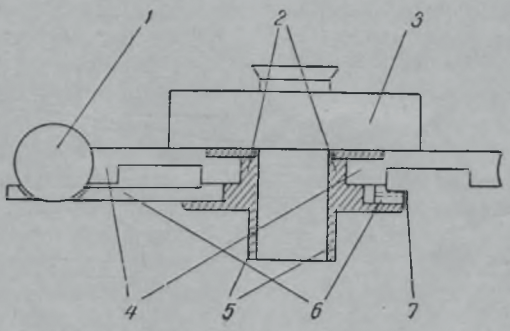

Рис. 1. Схема продольного разреза оси вращения микрометра.

Один оборот червячного винта соответствует повороту шестерни на один зубец, что в угловой мере составляет 2°. Именно через такой интервал нанесены деления на внешнем краю шестерни. Оцифровка шкалы произведена через 10° в двух направлениях. Приближенная установка коробки микрометра на заданный угол поворота производится по индексу, скользящему по краю шестерни, а точная — по индексу счетного барабана. Окружность счетного барабана разделена на 90 делений. Цена одного деления равна 1′,3.

Устройство для совмещения геометрического центра сетки нитей с центром вращения микрометра. Отмечаемый с помощью контактного микрометра момент прохождения изображения звезды в поле зрения трубы инструмента соответствует моменту нахождения этого изображения в некоторой точке поля зрения, которую можно назвать центром регистрации. Грубо эта точка определяется как место нахождения изображения звезды в поле зрения в момент контактирования опознавательного контакта в середине регистрации. Но так как момент контактирования опознавательного контакта всегда примерно соответствует прохождению подвижной нити через геометрический центр сетки нитей, этот последний приближенно можно считать и центром регистрации.

В случае наблюдений при неподвижном по отношению к инструменту микрометре указанные точки поля зрения тоже являются неподвижными. Однако если в процессе наблюдений коробка микрометра поворачивается, то неподвижной по отношению к инструменту будет только точка пересечения оси вращения микрометра с плоскостью сетки нитей. В дальнейшем эту точку мы будем называть центром вращения микрометра. Как центр регистрации, так и геометрический центр сетки нитей позиционного микрометра будут неподвижными точками поля зрения только в том случае, когда они совпадают с центром вращения. В любом другом случае эти точки будут подвижными точками поля зрения.

Геометрическим местом положений центра регистрации при различных положениях коробки микрометра будет окружность с центром в центре вращения. Поскольку центр регистрации позиционного контактного микрометра не занимает неизменного положения при наблюдении различных звезд, результаты наблюдений следует относить не к нему, а к центру вращения — точке поля зрения, которая при поворотах микрометра занимает неизменное положение. Чтобы поправки за приведение результатов наблюдений звезд от центра регистрации к центру

вращения были невелики, нужно хотя бы приближенно совместить центр вращения с геометрическим центром сетки нитей, который в свою очередь приближенно совмещен с центром регистрации. Такую операцию нетрудно выполнить, если конструкция микрометра допускает возможность перемещения сетки нитей в двух взаимно-перпендикулярных направлениях по отношению к центру вращения микрометра. В качестве одного из таких направлений удобно взять направление перемещения рамки микрометра. В дальнейшем это направление перемещения геомет-

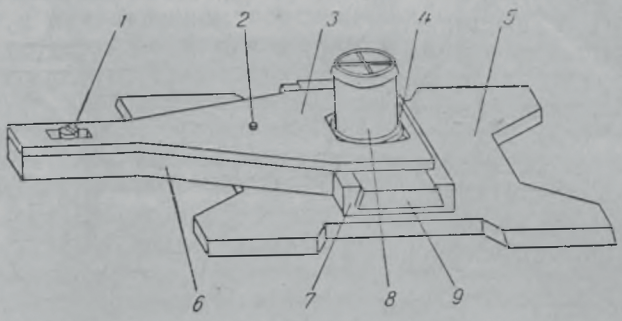

Рис. 2. Схема устройства для поперечного перемещения сетки нитей.

рического центра сетки нитей будем называть продольным перемещением, а направление перемещения, перпендикулярное к направлению движения рамки, — поперечным перемещением.

Продольное перемещение сетки нитей можно осуществлять как обычно, передвигая вдоль направляющих типа «ласточкин хвост» плату *5*, на которой крепится стаканчик с сеткой нитей (рис. 2). Возможность поперечного перемещения сетки нитей была достигнута за счет изменения способа крепления на плате *5* стаканчика *8*, несущего сетку нитей. В нашем случае стаканчик крепится не на основной плате *5*, а на дополнительной плате *9*, которая может перемещаться в направляющих *7* типа «ласточкин хвост» в направлении, перпендикулярном направлению движения рамки микрометра. Направляющие *7* соединены на резьбе с платой *5* и жестко с водильцем *6*. Передвижение платы *9* в направляющих *7* производится с помощью рычага *3*, который расположен в верхней части водильца *6*. Рычаг соединен с водильцем осевым винтом *2*. Оба конца рычага имеют вырезы. В вырезе внешнего конца перемещается эксцентрик, имеющийся под шляпкой винта *1*. В вырезе внутреннего конца рычага помещается основание *4* стаканчика *8*, несущего сетку нитей.

При повороте винта с эксцентриком рычаг поворачивается на малый угол вокруг оси *2*, вследствие чего его внутренний конец с вырезом испытывает перемещение. А поскольку в вырезе внутреннего конца рычага помещено основание *4* стаканчика *8*, то перемещение конца рычага влечет за собой перемещение стаканчика *8* вместе с платой *9* в направляющих *7*. Таким образом, действуя винтом *1* и винтом, передвигающим плату *5* в ее направляющих, мы можем перемещать стаканчик *8*, а стало быть, и сетку нитей в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Наличие в микрометре такого несложного приспособления позволяет совмещать геометрический центр сетки нитей с центром вращения микрометра с погрешностью до нескольких секунд дуги.

Следует отметить, что продольное перемещение сетки нитей таким образом, как это делаем мы, нельзя считать вполне удачным, поскольку

в этом случае мы лишаемся возможности регулировать величину коллимации. Мы вынуждены были прибегнуть к такому варианту вследствие невозможности в наших условиях осуществить более радикальную переделку коробки микрометра. Вообще же говоря, при совмещении геометрического центра сетки нитей с центром вращения микрометра продольное перемещение сетки нитей должно осуществляться независимо от перемещения платы *5* в ее направляющих.

Сетка нитей. Один из возможных вариантов сетки нитей позиционного контактного микрометра схематически показан на рис. 3. В данном случае сетка нитей состоит из двух взаимно-параллельных биссекторов AA' и BB', перпендикулярного им биссектора RR', неподвижной нити OO' и подвижной нити (пунктирная линия). Как и в обычном микрометре, здесь биссекторы AA' и BB' служат для определения мертвого хода винта микрометра. Ширина каждого координатного биссектора — около 50 *мк*, а расстояние между ними — около 1000 *мк*. Биссектор RR' является рабочим биссектором. Его ширина равна примерно 40 *мк*. После поворота микрометра на угол, равный позиционному углу наблюдаемой звезды, изображение звезды в поле зрения должно перемещаться вдоль этого биссектора. Отсчету 00°00′ по шкале позиционных углов соответствует вертикальное положение биссектора. Неподвижная нить OO' необходима для обозначения геометрического центра сетки нитей. Геометрическим центром сетки нитей считается точка пересечения неподвижной нити OO' со срединой рабочего биссектора RR'.

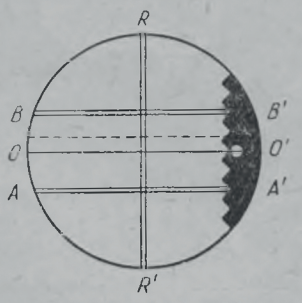

Рис. 3. Схема сетки нитей микрометра.

Сетка нитей, изображенная на рис. 3, удобна для наблюдений моментов прохождений звезд через определенные круги небесной сферы. Если же данный экземпляр микрометра используется и для других целей, то его сетка нитей может быть и видоизменена. Например, в нашем образце позиционного контактного микрометра параллельно рабочему биссектору натянуто еще 10 одиночных нитей, расстояние между которыми — около 200 *мк*. Это дает возможность использовать микрометр в наблюдениях по способу Талькотта.

Подготовка позиционного контактного микрометра к наблюдениям, определение постоянных микрометра, наблюдения с ним. Регулировка позиционного контактного микрометра и наблюдения с ним выполняются следующим образом. Прежде всего производят совмещение геометрического центра сетки нитей с центром вращения микрометра. При наличии в микрометре соответствующего устройства такое совмещение может быть выполнено как после установки микрометра на инструмент, так и до этого на инструментальном микроскопе в лабораторных условиях. В первом случае совмещение производится по неподвижному удаленному точечному источнику света (мире), а во втором — по кресту нитей микроскопа.

Процесс совмещения состоит в следующем. В одном из крайних положений микрометра (отсчет по шкале позиционных углов $+90°$ или $-90°$) геометрический центр сетки нитей совмещается с изображением миры или крестом нитей микроскопа. Затем микрометр поворачивают вокруг его оси вращения ровно на 180°. Если при этом геометрический центр сетки нитей сместится с изображения миры (креста нитей микроскопа), то это смещение устраняют, передвигая с помощью соответствующих винтов платы *5* и *9*, на которых крепится стаканчик с сеткой нитей (рис. 2).

Значения поправок часов по каждой паре, полученные

№ пар	Позиционный микрометр						
	1966						
	12.IX	13.IX	14.IX	29.IX	4.X	5.X	8.X
405	+0,107		+0,087		+0,119		+0,064
449		+0,066		+0,049		+0,086	
410	—		,088		,083		,135
454		,076		,176		,086	
416	,204		,111		,173		,113
460		,078		,061		,166	
419	,137		,186		,085		,049
467		,144		,155		,204	
422	,160		,083		,138		,053
473		,078		,180		,143	
429	,142		,186		,168		,103
478		,089		,130		,197	
433	,187		,148		,062		,097
482		,156		,181		,156	
439	,104		,189		,111		,082
488		,106		,093		,184	
Среднее арифметическое	+0,149	+0,099	+0,135	+0,128	+0,117	+0,153	+0,087

Описанную операцию повторяют до тех пор, пока при вращении микрометра геометрический центр сетки нитей не будет заметно смещаться с изображения миры (креста нитей микроскопа). Совпадение указанных точек означает, что центр вращения микрометра приближенно совмещен с геометрическим центром сетки нитей. Далее с геометрическим центром приближенно совмещают центр регистрации микрометра путем перестановки контактного барабана (при прохождении подвижной нити через геометрический центр контактирует опознавательный контакт).

После установки микрометра на инструмент приступают к регулировке шкалы позиционных углов. Шкала должна быть установлена таким образом, чтобы отсчету 00°00′ по шкале соответствовало вертикальное положение рабочего биссектора. Для этого, установив по шкале отсчет 00°00′ и открепив зажимной винт *7* держателя червячного винта (рис. 1), наводят трубу инструмента на удаленный неподвижный точечный источник света (миру). Далее, поворачивая микрометр вокруг оси *2*, его ставят в такое положение, чтобы при перемещении трубы по зенитному расстоянию изображение миры в поле зрения перемещалось вдоль рабочего биссектора. Найдя такое положение, закрепляют зажимной винт держателя. На этом и заканчивается приближенная установка рабочего биссектора в вертикальное положение. Чтобы произвести более точную установку шкалы позиционных углов, необходимо определить из наблюдений миры или звезды в элонгации величину смещения нуля шкалы, а затем исключить эту величину соответствующей перестановкой счетного барабана червячного винта.

Как уже отмечалось выше, устройство для совмещения геометрического центра сетки нитей с центром вращения микрометра позволяет лишь приближенно совместить указанные центры. Поэтому на практике все-таки возникает необходимость приведения результатов наблюдений от центра регистрации к центру вращения. Такую редукцию можно выполнить, если известен радиус окружности, которую описывает геомет-

с помощью позиционного и обычного микрометров

Обычный микрометр						
год						
12.IX	13.IX	14.IX	29.IX	4.X	5.X	8.X
$+0^{s},057$	$+0^{s},185$	$+0^{s},190$	$+0^{s},146$	$+0^{s},183$	$+0^{s},184$	$+0^{s},131$
,152	,240	,108	,175	,118	,130	,102
,110	,124	,158	,168	,028	,152	,081
,157	,192	,198	,183	,161	,146	,077
,075	,120	,129	,076	,215	,180	,119
,111	,162	,196	,168	,134	,168	,048
,088	,246	,219	,233	,077	,080	,162
,025	,075	,067	,087	,219	,160	,116
$+0^{s},097$	$+0^{s},168$	$+0^{s},158$	$+0^{s},154$	$+0^{s},142$	$+0^{s},150$	$+0^{s},104$

рический центр сетки нитей вокруг центра вращения, и расстояние между геометрическим центром сетки и центром регистрации. Упомянутый радиус удобнее всего определять на инструментальном микроскопе путем измерения проекций радиуса на координатные оси микроскопа при различных положениях микрометра. Расстояние между геометрическим центром сетки нитей и центром регистрации определяется как разность отсчетов по счетному барабану, соответствующих положениям подвижной нити в этих центрах.

Наблюдения на астрономическом универсале с применением позиционного контактного микрометра отличаются от таковых с применением обычного контактного микрометра незначительно. Эти отличия связаны с использованием шкалы позиционных углов. Перед началом наблюдений звезды по шкале устанавливают отсчет, равный позиционному углу наблюдаемой звезды. С появлением изображения звезды в поле зрения трубы его устанавливают на середину рабочего биссектора перемещением инструмента по азимуту. Остальные операции процесса наблюдений на астрономическом универсале с применением позиционного контактного микрометра аналогичны операциям, выполняемым при производстве наблюдений с обычным контактным микрометром [4].

Некоторые результаты наблюдений с позиционным микрометром. Чтобы практически проверить возможность исключения видимого косого движения изображений звезд в поле зрения трубы инструмента с помощью позиционного микрометра, мы произвели серию определений поправки часов по способу Цингера, используя в наблюдениях изготовленный нами позиционный контактный микрометр. Программа наблюдений состояла из двух групп пар Цингера по 8 пар в каждой группе. При составлении программы наблюдений отдавалось предпочтение парам с большим азимутальным смещением изображений звезд в поле зрения, так как для решения нашей задачи результаты наблюдений таких пар более подходящие по сравнению с другими. Две группы пар Цингера наблюдались одна вслед за другой. Причем если при наблюде-

нии пар первой группы микрометр работал как позиционный, то при наблюдении пар второй группы микрометр находился в неизменном по отношению к трубе положении, то есть он выполнял функции обычного контактного микрометра.

На следующий вечер наблюдений все делалось наоборот. Средневесовое значение поправки часов, полученное с помощью позиционного контактного микрометра, оказалось равным $+0^s,124$ со среднеквадратической ошибкой средневесового $\pm 0^s,006$. Средневесовое значение поправки часов, полученной с этим же микрометром, но в случае, когда он выполнял функции обычного контактного микрометра, равно $+0^s,139$ с ошибкой $\pm 0,007$. Вес каждого из значений равен 7. Значения поправок часов по каждой паре приведены в таблице. Сравнивая полученные результаты, нетрудно установить, что в нашем случае и позиционный контактный микрометр, и обычный контактный микрометр позволили получить по способу Цингера результаты одинаковой точности. Правда, затраты времени на сам процесс наблюдений были различными. Это объясняется тем, что применение в наблюдениях позиционного контактного микрометра позволяет сократить продолжительность регистрации прохождения изображения звезды через данный участок поля зрения. В особенности это касается звезд с большим азимутальным смещением в поле зрения. Так, например, на широте 50° звезда со склонением 20° в позиционном угле 50° пройдет участок поля зрения между координатными биссекторами обычного микрометра (4 оборота винта или около 8′) за 54^s. На прохождение такого же участка поля зрения в позиционном контактном микрометре ей понадобится в полтора раза меньше времени — 36^s.

Кроме наблюдений по способу Цингера, позиционный контактный микрометр использовался нами при испытании возможности определения цены оборота винта микрометра по наблюдениям шкальной пары вне меридиана (контактное устройство при этом не использовалось). Как известно, метод шкальных пар — один из самых точных и наименее трудоемких методов определения цены оборота винта микрометра инструментов типа «астрономический универсал», «зенит—телескоп» и др.

При наличии обширной программы шкальных пар, равномерно распределенных по всем часам прямого восхождения, этот метод позволяет производить многократные определения цены оборота винта микрометра в любую ночь на протяжении всего года. Отсутствие же таких программ значительно ограничивает возможности метода шкальных пар. Именно отсутствием подходящей программы шкальных пар, доступных для наблюдений на малых инструментах, объясняется тот факт, что этот весьма простой и точный метод определения цены оборота винта микрометра не получил широкого распространения в геодезической астрономии. Однако многократные определения цены оборота винта микрометра на протяжении ночи можно производить и не располагая обширным списком шкальных пар. Такие определения можно произвести и по одной шкальной паре, если наблюдать ее как в меридиане, так и вне его, то есть в произвольных часовых углах.

Так как при наблюдении шкальных пар в произвольных часовых углах возникает необходимость исключения видимого косого движения изображений звезд пары в поле зрения, то такие наблюдения можно осуществить, очевидно, только в случае, если микрометр вращается вокруг оси, примерно совпадающей с его оптической осью, и имеет шкалу позиционных углов. Перед каждым отдельным наблюдением пары микрометр поворачивается на угол, равный параллактическому углу середины пары. После такого поворота микрометра изображения звезд

пары будут перемещаться в поле зрения параллельно подвижной нити микрометра, и, стало быть, разность склонений звезд пары можно измерять так же, как и в меридиане.

Поскольку описанный выше позиционный контактный микрометр позволяет производить указанную операцию, мы и воспользовались им при испытании возможности определений цены оборота винта микрометра по наблюдениям шкальной пары в произвольных часовых углах. Определения производились по наблюдениям шкальной пары *GC* 22 062—22 194 [5]. Разность склонений звезд пары равна 20′50″, а разность прямых восхождений — 6^m. Интервал времени между средним моментом наблюдения второй звезды на одной установке и средним моментом наблюдения первой звезды на следующей установке был взят равным 6^m. Таким образом, в течение часа мы могли пронаблюдать шкальную пару *GC* 22 062—22 194 5 раз. За четыре вечера наблюдений мы пронаблюдали ее 64 раза и получили следующее значение (среднее арифметическое) цены оборота винта микрометра R:

$$R = 114'',911 \pm 0'',005.$$

Чтобы выполнить такую работу, нам понадобилось в общей сложности 13 *ч*, в то время как любой другой метод потребовал бы значительно бóльших затрат времени. Незначительные затраты времени на ведение наблюдений, возможность подстраивать программу наблюдений шкальной пары в произвольном часовом угле к любым другим наблюдениям наряду с простотой обработки наблюдений шкальных пар выдвигают способ определения цены оборота винта микрометра по наблюдениям шкальной пары в произвольных часовых углах в число наиболее эффективных методов определения цены оборота винта микрометра переносных инструментов.

Заключение. В астрономии известны случаи применения позиционных микрометров на инструментах типа «экваториал» при относительных измерениях на небесной сфере. Мы изготовили позиционный микрометр астрономического универсала, чтобы проверить, можно ли применять позиционный микрометр в геодезической астрономии для исключения видимого косого движения изображений звезд в поле зрения, наблюдаемых вне меридиана и вне элонгации. Наблюдения по способу Цингера, а также наблюдения шкальных пар вне меридиана свидетельствуют как будто о том, что для решения такой задачи наш позиционный микрометр вполне пригоден.

Позволяя решать некоторые задачи, недоступные для решения с обычным микрометром, позиционный микрометр вместе с тем обладает всеми качествами обычного микрометра и в случае необходимости может выполнять его функции. Это дает основание говорить о целесообразности замены обычных микрометров астрономических универсалов позиционными. Такая замена, как нам кажется, позволила бы значительно расширить возможности астрономического универсала. В этой связи нам представляется целесообразной разработка рациональной конструкции позиционного микрометра астрономического универсала. Характерными качествами такой конструкции должны быть: 1) устойчивость оси вращения позиционного микрометра как по отношению к самому микрометру, так и по отношению к инструменту в целом; 2) простота осуществления поворотов микрометра на заданный угол; 3) возможность приближенного совмещения геометрического центра сетки нитей с центром вращения микрометра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Н. А. Электромоторный привод для вращения астрономического универсала по азимуту. «Геодезия и картография», № 9. М., 1963.

2. Долгов П. Н. Определение времени по способу Цингера универсальным инструментом с применением саморегистрирующего микрометра и таблицы позиционных углов. Труды ЦНИИГАиК, вып. 24, 1938.

3. Колупаев А. П. Определение астрономических долгот I класса на севере при помощи универсала с контактным микрометром. Труды ЦНИИГАиК, вып. 81. М., 1951.

4. Колупаев А. П., Мауерер В. Г., Старостин А. М. Практическое руководство по геодезической астрономии. Труды ЦНИИГАиК, вып. 148. М., 1962.

5. General Catalogue of 33 342 stars for the epoch 1950, Vol. IV. Washington, D. C., 1937.

Работа поступила
17 февраля 1968 г.