

Б. Н. ДЬЯКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ В ЗАПОЛЯРЬЕ

С продвижением массовых астроопределений на Север становится очевидным, что мы не имеем подходящего инструмента для астроопределений в широтах больше 70° в наиболее благоприятное для наблюдений летнее время. Зимние наблюдения с инструментом АУ-2/10" в массовом порядке нельзя проводить в результате недостаточной их точности и трудностей организации работы. Однако в настоящее время на производстве, кроме АУ-2/10", начинают использовать зарубежные инструменты ДКМ-3А и ВИЛЬД-Т4.

В 1971 г. мы провели опытные наблюдения инструментом ДКМ-3А фирмы «КЕРН» параллельно с производственными наблюдениями универсалом АУ-2/10". Район работ — центральная и северная часть Красноярского края до широты 73° . В 1972 г. в нашей экспедиции на полевых работах с помощью двух инструментов ВИЛЬД-Т4 были выполнены астроопределения на 12 пунктах на севере Красноярского края и Якутской АССР на широте 73° — 74° . Этот район отличается повышенной влажностью, частыми туманами, осадками и малым количеством дней с положительной температурой. В апреле наблюдения проводились, например, при температурах от -25° до -32° (!), а в июле—августе — от 0° до $+10^\circ$. Полярный день начинается в тех местах в начале мая и в середине августа. Солнце впервые за лето касается горизонта.

Результаты исследований инструмента ДКМ-3А № 134830 и наблюдений с ним приведены в нашей статье (см. «Геодезия и картография», № 9, 1972 г.). На наш взгляд, ДКМ-3А удобнее всего использовать в средних широтах в горно-таежной местности; при этом можно обходиться без гелиотрописта и наблюдать земной предмет (визирный цилиндр) с помощью биссектора, а звезду — одиночной нитью. В заполярных же областях ДКМ-3А не имеет преимуществ перед универсалом АУ-2/10", так как не позволяет определять широту по зенитным расстояниям звезд без замены малоточного уровня при вертикальном круге ($\approx 10''$) на более точный.

Астрономический универсал ВИЛЬД-Т4 — в полном смысле универсал, так как он имеет точно разделенный вертикальный круг и уровень при нем с ценой деления около $2'',5$. ВИЛЬД-Т4 — это оптический инструмент, массивный, устойчивый, с хорошей зрительной трубой. Перечислим некоторые его особенности, обеспечивающие преимущества перед АУ-2/10":

а) высокая разрешающая способность трубы: ночью (после захода Солнца) довольно уверенно наблюдаются звезды от 4-й до 6-й величины, а звезды ярче 4-й величины даже неудобно наблюдать (они кажутся слишком большими);

б) исключительно высокая точность нанесения штрихов на горизонтальном и вертикальном лимбах, о чем говорят схождение азимутов внутри одной видимости ($1,0$ — $1'',5$), и схождение широт, опреде-

ленных по измеренным разностям зенитных расстояний с помощью вертикального круга (1,0—1",5);

в) хорошая устойчивость, большая длина горизонтальной оси трубы (около 350 мм), возможность наблюдения звезд на любых зенитных расстояниях, что особенно удобно для азимутальных способов определения времени;

г) хорошая продуманность конструктивных деталей, так, например, провод от хронографа подсоединяется к корпусу инструмента и т. д.

Однако в поле зрения трубы центральный неподвижный штрих — лишний, мешающий наблюдениям. Кроме того, в конструкции ВИЛЬДА-Т4 сохранены открытые цапфы, которые в сырую погоду покрываются влагой и обледеневают так же, как и в АУ-2/10". Открытые скользящие контакты тоже обледеневают, из-за чего может нарушаться освещение кругов и поля зрения и прерываться цепь «микрометр—хронограф». В средних широтах или при наблюдениях на севере в теплое время года эти недостатки не проявляются, но в Заполярье они являются серьезной помехой.

ВИЛЬД-Т4 имеет одну особенность, связанную с подвесным уровнем. Проверять параллельность оси уровня и горизонтальной оси трубы у него неудобно, так как приходится переносить уровень с одной стороны инструмента на другую; следовательно, существует опасность сбить уровень и поверку до конца не выполнить. При выполнении же второй поверки (равенства подставок) при повороте алидады на 180° эта неисправность уровня будет компенсироваться искусственно создаваемым неравенством подставок.

При этом, если наклонность по отсчетам уровня и получится равной нулю, то в действительности она не будет равна нулю и исказит отсчеты по горизонтальному кругу. Тогда в разности КЛ—КП, а значит и в коллимацию, вычисляемую по Полярной, войдет дополнительная ошибка, и разность $c_{\text{зп}} - c_{\text{пол}}$ может намного превысить допуск «Инструкции» в 5".

Чтобы избежать этого, необходимо перед наблюдениями определять коллимацию по Полярной следующим способом:

а) наведение при КЛ на Полярную подвижного штриха, установленного на отсчет «нуль» по барабану микрометра, с помощью микрометренного винта алидады, отсчет времени T_1 до 1^с и отсчет по горизонтальному кругу M_L' ,

б) такое же наблюдение Полярной при КП и получение отсчетов T_2 и M_R ,

в) наблюдение Полярной при КЛ и получение отсчетов T_3 и M_L'' . Удобно эти наблюдения производить через 1^м так, чтобы 1-е и 3-е наблюдения были с точностью до 1^с симметричны по времени относительно 2-го наблюдения. Вычисляется $c_{\text{пол}}$ по следующим простым формулам:

$$M_L = \frac{1}{2}(M_L' + M_L''); \quad (1) \quad c_{\text{пол}} = \frac{M_L - M_R \pm 180^\circ}{2 \operatorname{cosec} z} \quad (2)$$

Ниже приводится пример вычисления коллимации по Полярной

	T	M	Вычисления	
КЛ	9 ^h 7 ^m 40 ^s	180°46'32"	M_L	47' 14"
КП	8 40	46 18	$M_R \pm 180^\circ$	46 18
КЛ	9 40	47 56	$M_L - M_R \pm 180^\circ$	+ 0 56
z		17°39'	$\operatorname{cosec} z$	+ 3,3
$c_{\text{зп}}$		6",2	$c_{\text{пол}}$	+ 8",5

Предлагается, что разность отсчетов по уровню при КП и КЛ не больше 1^м и, следовательно, ошибка $c_{\text{пол}}$ за счет наклонности не больше 0",3.

Применявшийся хронограф Favad царапающего типа имеет два металлических пера, приводимых в действие реле, срабатывающим при поступлении импульса из внешней цепи «микрометр—хронограф» или «хронометр—хронограф». Постоянство скорости протяжки ленты обеспечивается применением камертонного регулятора. Бумажная лента шириной около 15 мм имеет специальное восковое покрытие и расширяется на стеклянном масштабе, прилагаемом к хронографу; точность расшифровки около $0^s,01$.

Хронометр средний, типа СР фирмы Philippe (Женева), с суточным ходом около $0-1^s$, причем влияние температуры на ход довольно существенно: летом при среднесуточной температуре выше нуля суточный ход был близок к нулю, а весной и осенью при среднесуточных температурах ниже нуля ход менялся, достигая -1^s . За период наблюдений (4—6 час.) при относительно постоянной температуре стабильность хода была очень высокой (колебание часовых ходов не превышало $0^s,01$, то есть лежало на пределе точности расшифровки ленты). Питание хронометра (и хронографа) осуществляется от батарей типа «Марс», вставляемых в корпус прибора.

Хронометр шел по среднему гринвичскому времени. Поэтому в процессе наблюдений по способу Деллена определялась не поправка часов, а поправка к приближенной долготе пункта, так что получалось «определение долготы по способу Деллена». Секундные сигналы записывались на ленту хронографа тем же пером, к которому подключается микрометр инструмента. Это позволяет не учитывать параллакс перьев, так как он исключается, если одно перо постоянно записывает время от хронометра, а другое — сигналы времени от приемника и импульсы от контактного микрометра.

Следует добавить, что непосредственно к хронографу нельзя подключить ни хронометр, ни приемник, поэтому от радиоприемника сигналы подавались через приставку ЦНИИГАиК, а от хронометра — через сконструированное инж. В. И. Гориним электронно-пусковое реле.

С инструментом ВИЛЬД-Т4 проводились: определения широты по способу Талькотта на постоянных нитях и по измерению разностей зенитных расстояний с помощью вертикального круга, определения долготы по способу Деллена, определения азимутов из наблюдений ярких звезд вблизи меридиана и по часовому углу Полярной и определения азимутальной лично-инструментальной разности (АЛИР). Предварительные результаты наблюдений приведены в таблице.

Сводка результатов наблюдений

Инструмент	Вид определения	Широта по способу Талькотта	Широта по измерению разностей зенитного расстояния	Поправка часов по способу Цингера	Поправка часов по способу Деллена	Азимут по час. углу Полярной	Азимут по ярким звездам вблизи меридиана
АУ2/10"	<i>m</i>	$\pm 0,70$	—	$\pm 0,06$	$\pm 0,09$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$
	<i>M</i>	$\pm 0,20$	—	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,35$	$\pm 0,35$
ДКМ-3А	<i>m</i>	$\pm 0,60$	—	$\pm 0,05$	$\pm 0,07$	$\pm 1,2$	$\pm 1,3$
	<i>M</i>	$\pm 0,16$	—	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,30$	$\pm 0,33$
ВИЛЬД-Т4	<i>m</i>	$\pm 0,55$	$\pm 0,52$	—	$\pm 0,06$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$
	<i>M</i>	$\pm 0,16$	$\pm 0,14$	—	$\pm 0,01$	$\pm 0,20$	$\pm 0,23$

Примечание: *m* — ошибка одной пары (одного приема); *M* — ошибка среднего значения по всей программе.

Современное состояние приборостроения в СССР позволяет геодезическому производству ставить вопрос о создании астрономического универсала для работ в полярных районах. Сформулируем требования, которым должен отвечать «полярный астроуниверсал»:

а) массивность и приземистость, большое расстояние между подставками (для хорошей устойчивости по азимуту);

б) высокое качество оптики трубы для уверенного наблюдения звезд не слабее 4,0—4,5 в течение 2—3 час. в сутки в полярный день до широты 85° ;

в) герметичность цапф, опорных роликов и контактов;

г) независимость поведения инструмента от изменений температуры и от повышения влажности;

д) высокое качество изготовления горизонтального и вертикального лимбов, обеспечивающее точность измерения угла одним приемом 0,3—0",5;

е) наличие накладного или подвешенного уровня, не ограничивающего зенитные расстояния наблюдаемых звезд;

ж) малая цена деления уровня при вертикальном круге (около 2");

з) надежность конструкции инструмента, обеспечивающая безотказную работу в течение 8—10 месяцев и возможность его регулировки и мелкого ремонта астрономом в полевых условиях.

Универсал АУ-2/10" удовлетворяет лишь требованиям а и з, ДКМ-ЗА — лишь требованиям в и д, ВИЛЬД-Т4 почти всем требованиям, кроме в и г. Так, например, изменение температуры, давления и влажности приводит к расфокусировке его окулярного микрометра. Были случаи, когда за 10^м покоя фокусировка на звезду полностью нарушалась, а во время наблюдений то и дело приходилось вдвигать или выдвигать окулярный микрометр.

Кроме того, у инструмента № 138339 отпотел изнутри объектив. Испарину удалось удалить за 4 дня просушки, но на объективе с внутренней стороны остался налет и осенью испарина появлялась снова, правда в меньшем количестве. У инструмента № 138344 при температуре наблюдений -30° были замечены систематические колебания долгот по отдельным парам Деллена в зависимости от того, с какого положения (КП или КЛ) начинались наблюдения пары. Вращение алидады у него было более тугое, чем у инструмента № 138339, вероятно, из-за не очень чистой смазки оси. Зажим талькоттовского уровня при отрицательных температурах не срабатывал и приходилось под него подкладывать фольгу, которую при положительных температурах убирают.

Таким образом, из имеющихся инструментов наиболее близок к астроуниверсалу для Заполярья ВИЛЬД-Т4. Взяв его за основу, желательно создать советский полярный астроуниверсал или ускорить выпуск универсала ТА-О5, который помог бы астрономам СССР значительно повысить точность астрономических наблюдений и производительность труда в Заполярье.

Работа поступила 12 февраля 1973 года.
Рекомендована кафедрой космической геодезии и астрономии Львовского политехнического ин-та.