

А. Ф. КАНТОРОВ, В. М. КОЛТУНОВ
 К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ШИРОТЫ
 ФОТОГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

В практике полевых астрономо-геодезических определений фотографический метод экспериментально апробирован при определении долготы по способу Лингера и широты по способу Пезио-ва [1—3]. Для этой цели использован астрономический теодолит АУ 2/10, снабженный фотографической насадкой [1], а также усовершенствованный полевой программный хронорегистратор [4]. Астрономический теодолит с фотографической насадкой пред-

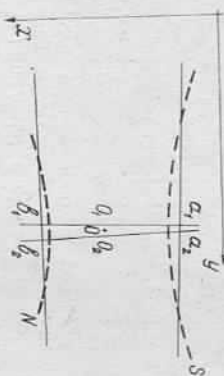


Рис. 1. Схема, поясняющая принцип обработки негатива.
 S — след южной звезды, N — след северной звезды, точка O — географический центр негатива, $a_1 b_1 = l_1$, $a_2 b_2 = l_2$, $a_1 O_1 \approx a_2 O_2 = l_1$, $b_1 O_1 \approx b_2 O_2 = l_2$.

ставлял собой оптическую систему с эквивалентным фокусным расстоянием $F_s = 2,51$ м и относительным отверстием $D/F_s = 1/46$. На фотопленке *ORWO NP-27* удавалось регистрировать звезды до 4,5 величины.

В июле 1985 г. выполнены экспериментальные широтные определения по способу Талькотта с фотографической регистрацией прохождения звезд. При этом применялись астрономический теодолит УВ 2/2 с фотографической насадкой ($F_s = 2,36$ м), полевой хронорегистратор и аэрофотопленка Изонанхром, тип. 29. Обшая светочувствительность системы повысилась до 5,2 звездной величины.

Результатом проведенного эксперимента стали девять приподнятых для измерений астрономических наблюдений четырех пар Талькотта в течение трех ночей. Обе звезды каждой пары экспонировали на один кадр — следы звезд на негативах представлялись пунктирными линиями (рис. 1). Перед началом и в конце наблюдений выполняли привязку шкалы времени хронорегистратора к шкале координированного времени *UTC*.

Измерение негативов выполняли с помощью микроскопа УИМ-23. Для каждого следа измеряли координаты X и Y десяти точек, расположенных симметрично относительно меридиана. По методу наименьших квадратов определяли уравнение аппроксимирующей прямой для каждого следа. Вычисляли координату X_m , Y_m точки на линии следа звезды, соответствующей моменту прохождения звезды через меридиан $T_m = a$. Затем определяли уравнение прямой, проходящей через точку (X_m, Y_m) перпендикулярно следу звезды (аппроксимирующей прямой), и вычисляли рас-

ке таблицы для оценки влияния сглаживания высот уровенной поверхности по упомянутым трапециям даны среднеквадратические разности высот, вычисленные по моделям (БФ, 16×16) аналогично расчетам для третьей колонки.

Рассматривая таблицу, обратим внимание на то, что обнаруживается тенденция в уменьшении среднеквадратических разностей высот уровенных поверхностей в зависимости от увеличения числа точечных масс или уменьшения размеров оснований сферич-

Таблица 4

Среднеквадратические разности высот уровенных поверхностей, полученных по сравнимым моделям селенопотенциала			
$(БФ, 16 \times 16) - (МТМ-73)$		$(БФ, 16 \times 16) - (БФ, 16 \times 16)$ интегрально-дискретное	
σ ($30 \times 30^\circ$), М	σ ($10 \times 10^\circ$), М	σ ($30 \times 30^\circ$), М	σ ($30 \times 30^\circ$), М
44	77	27	37
$(БФ, 16 \times 16) - (МТМ-163)$			
σ ($20 \times 20^\circ$), М	σ ($10 \times 10^\circ$), М	σ ($20 \times 20^\circ$), М	σ ($20 \times 20^\circ$), М
38	55	22	32

ческих пирамид. Таким образом, подтверждается вывод [1], что при аппроксимации гравитационного поля планеты совокупностью потенциалов точечных масс точность повышается с увеличением числа точечных масс. Однако, судя по данным табл. 3, определенной закономерности в значениях Δs_{ij} в зависимости от числа точечных масс в моделях МТМ не обнаруживается. Это дает основание сделать вывод, что при построении моделей точечных масс для целей прогнозирования орбит ИСД необходимы другие критерии оценки модели в процессе определения ее параметров, а возможно и другой подход в их вычислении. Описание гравитационного поля планеты совокупностью потенциалов точечных масс имеет неконструктивный характер, выражающийся прежде всего в невозможности построения универсальной модели. Следовало бы, необходимо подбирать алгоритм и выполянить построение модели точечных масс с учетом конкретной цели ее применения.

1. Марченко А. Н. О некоторых теоретических аспектах представления геопотенциала потенциалом системы точечных масс // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотоосъемка. 1982. № 3. С. 51—57. 2. Церковский А. Д., Волжанин С. Д. Об одном методе построения модели точечных масс гравитационного поля планеты // Письма в Астрономический журнал. 1984. Т. 10. № 7. С. 549—553. 3. Bills B. G., Ferrari A. J. A harmonic analysis of Inat gravity // J. Geophys. Res. 1980. V. 85. № 2. P. 1013—1025.

стояние между точками пересечения этой прямой аппроксимирующих прямых — следов обеих звезд. Среднее арифметическое из двух полученных таким образом расстояний $L = (L_1 + L_2)/2$ исправляли поправкой за дисторсию оптической системы по формуле

$$L' = L + d \cdot \text{abs}(l_1^2 - l_2^2),$$

где d — коэффициент дисторсии; l_1, l_2 — расстояния от геометрического центра негатива до аппроксимирующих прямых (см. рис. 1).

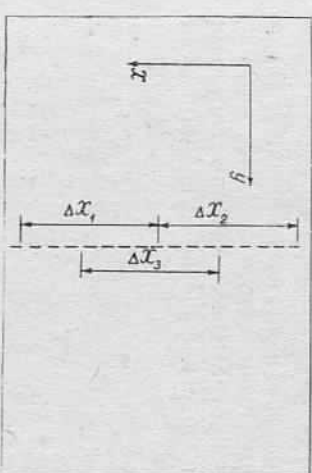


Рис. 2. Схема к определению коэффициента дисторсии по результатам измерений следа звезды в элонгации.

шкалы времени хронорегистратора, используется алгоритм, принятый при обработке наблюдений на постоянных нитях. В этом случае необходимо определить расстояния между точками каждого следа, которые вычисляются по известной формуле $f = 15\Delta t \cos \delta$, где Δt — временной интервал между двумя точками следа звезды, а δ — склонение звезды.

Исследования отдельных снимков звезд, экспонированных в меридиане и в элонгациях, показали, что использованная оптическая система характеризуется ощутимой дисторсией. Вычисление коэффициента дисторсии d производили по формуле [5]

$$d = \frac{(\Delta X_1 + \Delta X_2)/2 - \Delta X_3}{3\Delta X_3 \cdot m(1-m)} \cdot \frac{1}{3F_0^2}$$

где $\Delta X_i, i=1, 2, 3$ — это расстояния между точками следа одной звезды в элонгации, взятыми через равные промежутки времени (рис. 2). Величина $m = \text{Oa}/\text{ab}$. В результате вычислений получено значение $d = 0,16 \cdot 10^{-3}$ мм/мм².

При определении масштаба негативов по результатам обработки снимков звезд в элонгациях к измерениям принимались 10 точек каждого следа в центре снимка, где погрешностями дисторсии можно пренебречь. Получено значение масштаба $M = 87,4$ "/мм.

Окончательное значение шириты (девять пар Талькотта, $\varphi = 5,35''$) по внутренней сходимости характеризуется средней квадратической ошибкой $\sigma_{\varphi} = 0,18''$, что удовлетворяет требованиям действующей инструкции [6] $\sigma_{\varphi} \leq 0,30''$. Значение шириты этого пункта из визуальных определений по программе первого

класса — $\varphi = 5,50'' \pm 0,30''$. Сводные данные результатов фотографических определений шириты приводятся в таблице.

В заключение программы Талькотта фотографическим способом реализации программы наблюдения слабых звезд. Решение этой проблемы возможно путем применения более светочувствительных фотоматериалов или уменьшением эквивалентного фокусного расстояния оптической системы F_0 астрономического теодолита (либо совместно обоими способами). Нетрудно подсчитать, что выигрыш

Сводные данные результатов определения шириты фотографическим методом

№	Дата	Номер звезды по АЕ, яркость		
		S	N	φ
1	23/24.07.85 г.	486—4,0 ^m	495—4,3 ^m	4,62''
2	"	515—3,9	725—4,9	4,83
3	"	545—4,6	550—4,6	5,40
4	24/25.07.85 г.	454—4,3	460—4,9	5,19
5	"	486—4,0	495—4,3	5,94
6	"	515—3,9	725—4,9	5,90
7	"	545—4,6	550—4,6	4,63
8	25/26.07.85 г.	515—3,9	725—4,9	5,82
9	"	545—4,6	550—4,6	5,84

$\varphi_0 = 5,35''$

в одну звездную величину требует уменьшения F_0 в $\sqrt{2,5}$ раз. Однако необходимо учитывать, что уменьшение F_0 допустимо в определенных пределах, так как этот процесс приводит к более мелкому масштабу снимка, что имеет свои отрицательные последствия.

1. Коваленко В. А., Колзунов В. М. Об опытных астрономических наблюдениях фотографическим способом // Геодезия и картография. 1976. № 3. С. 22—26.
2. Коваленко В. А. Об обработке фотографических наблюдений одной звезды // Геодезия, картография и аэрофотогеодезия. 1981. Вып. 34. С. 43—48.
3. Коваленко В. А., Колзунов В. М. О некоторых погрешностях фотографического метода полевых астроопределений // Геодезия, картография и аэрофотогеодезия. 1983. Вып. 38. С. 40—46.
4. Колзунов В. М., Гончаренко Ю. Я. Полевой программный хронорегистратор для астрономических наблюдений фотографическим способом // Геодезия и картография. 1977. № 8. С. 13—17.
5. Курс астрофизики и звездной астрономии. М., 1973. Т. 1. 6. Руководство по астрономическим определениям. М., 1984.

Статья поступила в редакцию 02.04.86.