

УДК 524.7-323.2

**Предварительные результаты астрометрических  
ПЗС-наблюдений внегалактических источников  
на рефлекторе АЗТ-8 Харьковской обсерватории**

П. Н. Федоров, Ф. П. Величко, В. С. Филоненко

Астрономическая обсерватория Харьковского Национального университета  
61022, Харьков, ул. Сумская, 35

*Представлены первые результаты астрометрических ПЗС-наблюдений оптических компонентов внегалактических радиоджеров списка ERS. Приведены точностные характеристики наблюдений в системе координат матрицы в зависимости от звездной величины.*

*ПОПЕРЕДНІ РЕЗУЛЬТАТИ АСТРОМЕТРИЧНИХ ПЗС-СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПОЗАГАЛАКТИЧНИХ ДЖЕРЕЛ НА РЕФЛЕКТОРІ АЗТ-8 ХАРКІВСЬКОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ, Федоров П. М., Величко Ф. П., Філоненко В. С. — Представлені перші результати астрометричних ПЗС-спостережень оптичних компонентів позагалактичних радіоджерел списку ERS. Наведено точностні характеристики спостережень в системі координат матриці в залежності від зоряної величини.*

*PRELIMINARY RESULTS OF ASTROMETRIC CCD OBSERVATIONS OF EXTRAGALACTIC SOURCES WITH THE AZT-8 REFLECTOR OF THE KHARKIV OBSERVATORY, by Fedorov P. N., Velichko F. P., Filonenko V. S. — First results of astrometric CCD observations and processing of optical counterparts of the ERS extragalactic radio sources are presented. Characteristics of the accuracy of observations in the chip frame of reference as a function of stellar magnitude are given.*

Решение проблемы связи между оптической и радиосистемами координат в астрометрии стало особенно актуальным в последние годы. Это связано с созданием высокоточного каталога HIPPARCOS, а также принятием 23-й Генеральной ассамблеей МАС решения о введении международной небесной опорной системы координат ICRF, базирующейся на положениях более 600 внегалактических радиоджеров (ERS), полученных методами РСДБ [3].

Существующие способы установления связи между различными системами координат, различающимися по блеску в оптическом диапазоне примерно на 10 звездных величин, в основном предполагают использование методики многоступенчатой привязки через промежуточные системы координат  $12^m$ — $14^m$ ,  $16^m$ — $18^m$ .

В рамках договора между Николаевской астрономической обсерваторией (НАО) и Астрономической обсерваторией Харьковского национального университета предполагается определить положения оптических компонентов внегалактических радиоисточников, наблюдаемых на АЗТ-8, в системе опорного каталога, создаваемого по наблюдениям на аксиальном меридианном круге (АМК) НАО. Указанный каталог будет содержать положения опорных звезд до  $17^m$ , расположенных в окрестностях внегалактических радиоисточников [2].

С этой целью в Харьковской обсерватории в течение 1997—1999 гг. проводились наблюдения площадок неба размером ( $10.5' \times 8.0'$ ), содержащих оптические компоненты внегалактических радиоисточников из списка ERS. Наблюдения выполнялись с помощью ПЗС-камеры ST-6, расположенной в ньютоновском фокусе рефлектора АЗТ-8 ( $D = 70$  см,  $F = 2.819$  м). Количество пикселей в матрице равно  $375 \times 242$ , размеры одного пикселя —  $23$  мкм  $\times$   $27$  мкм, общая линейная площадь составляет  $8.63$  мм  $\times$   $6.53$  мм =  $56.3$  мм<sup>2</sup>. Емкость одного кадра —  $181500$  байт, тепловой ток пикселя равен  $2e^-/с$  при  $-50$  °С.

Охлаждение матрицы осуществляется термоэлементами Пельтье, при этом перепад температуры по отношению к внешней может достигать  $50$  °С. Максимум квантовой эффективности ( $70$  %) приходится на длину волны  $\lambda = 0.67$  мкм. Управление прибором и выполнение наблюдений осуществляется с помощью ПК «Пентиум Р60».

Наблюдаемые площадки, в зависимости от продолжительности экспозиции, могут содержать от нескольких десятков до сотен звезд. Кадр с экспозицией  $5$ — $8$  мин содержит звезды до  $21^m$ . Наблюдения внегалактических источников проводятся в  $\pm 2^h$  от кульминации.

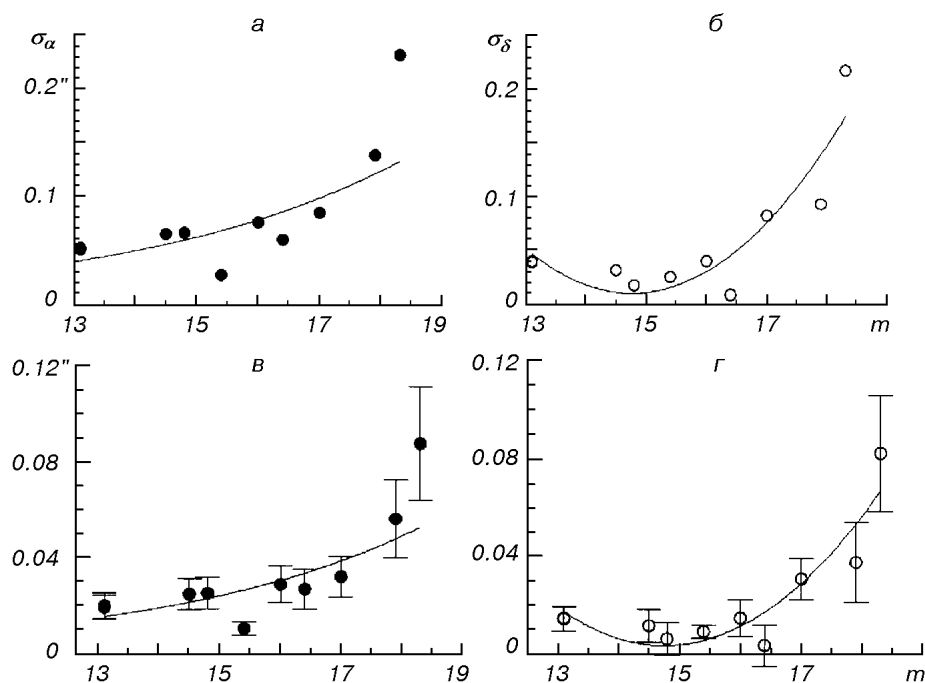
Поскольку Николаевский опорный каталог в настоящее время не завершен, отождествление звезд в площадках осуществлялось с помощью каталога USNO-A2.0 [4].

Обработка наблюдений с целью получения координат избранного объекта в системе опорного каталога проводилась с помощью программы «Astrometrica 3.2». Эта программа позволяет определять координаты центра светового пятна (аналогично методике определения центра тяжести фигуры), используя порог «поток от фона неба  $+3\sigma$ ». Для определения постоянных пластинки использовались  $12$  опорных звезд примерно такого же блеска, как и определяемый объект, и равномерно распределенных вокруг него.

Специально для оценки точности почти каждая площадка наблюдалась последовательно  $5$ — $10$  раз с интервалом несколько минут. При этом изображение объекта проецировалось на ПЗС-матрицу на протяжении всего времени экспозиции вследствие движения телескопа за суточным вращением небесного свода (так называемый кадровый режим). По  $12$  опорным звездам каждого кадра площадки определялись постоянные пластинки, а затем экваториальные координаты определяемого объекта. Вычислялась средняя квадратичная ошибка (СКО) определения координат.

При такой методике получения точностных характеристик ошибки опорного каталога не имеют значения, поскольку полученные СКО отражают лишь внутреннюю точность положений в системе координат матрицы. Предварительный анализ показывает, что эта внутренняя точность достаточно высока и хорошо согласуется с данными [5, 6].

На рисунке представлены типичные зависимости точности определения координат (в системе матрицы) от звездной величины. Некоторые различия точности по  $\alpha$  и  $\delta$  могут быть объяснены погрешностями часового механизма телескопа (изображения вытягивались по  $\alpha$ ) и разными геометрическими



Типичные средние квадратичные ошибки определения координат внегалактических радиосточников в зависимости от звездной величины: *a, б* — СКО одного наблюдения  $\alpha$  и  $\delta$ ; *в, г* — ошибки среднего значения  $\alpha$  и  $\delta$  из последовательного ряда ПЗС-сканов

размерами пикселя ( $1.7'' \times 2.0''$ ).

В силу разных причин почти все наблюдения были выполнены вблизи полнолуния, что существенно ухудшало отношение сигнал/шум и не позволило получить зависимости точности до  $20^m - 21^m$ .

Получить другие, более информативные оценки точности, нам не удалось, поскольку существующие каталоги не всегда годятся даже для отождествления слабых звезд (например, GSC). Для получения этих точностных характеристик мы рассчитываем использовать каталог опорных звезд, который в ближайшее время должен быть завершен в Николаевской обсерватории. Кроме того, в настоящее время проводятся работы по уточнению учета аббераций главного зеркала АЗТ-8 и собственных ошибок матрицы.

Очевидно, что для максимально точной обработки наблюдений программу «Astrometrica 3.2» нельзя будет использовать. При окончательной обработке следует также обратить внимание на процедуру определения фотометрического центра изображения звезд и улучшения разрешения изображений. Определение координат центра симметричного изображения предполагается выполнять с использованием метода двумерного Гауссова приближения [6] или других методов, например, метода уравнивания площадей гистограммы [1].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Использование рефлектора АЗТ-8 с ПЗС-приемником вполне целесообразно для определения астрометрических положений и собственных движений звезд и внегалактических объектов вплоть до  $20^m$ .

2. Оценки точности, полученные в работе, хорошо согласуются с приведенными в литературе.

1. *Карякина Л. Г., Конин В. В., Погоний А. Д., Пряничкова Э. А.* Фотоэлектрический микрометр Николаевского меридианного круга // Проблемы астрометрии: Тр. конф. — М.: Изд-во Моск. ун-та., 1984.—С. 201—205.
2. *Ковальчук А. Н., Пинигин Г. И., Процюк Ю. И., Шульга А. В.* ПЗС-аксиальный меридианный круг Николаевской астрономической обсерватории // Современные проблемы и методы астрометрии и геодинамики: Тр. конф. — С.-Петербург, 1996.—С. 91—96.
3. *IAU, Resolution B2: On the International Reference System (ICRS)* // Transactions of the IAU.—1998.—Vol. XXIII B.—P. 39.
4. *Monet D., Bird A., Canrián B., et al.* USNO-A V2.0. A catalog of Astrometric Standards. — US Naval Observatory Flagstaff Station, 1998.—CD-ROM distribution (<http://usno.navy.mil/nofs/>).
5. *Pinigin G., Shulga A., Fedorov P., et al.* The axial meridian circle of the Nikolaev astronomical observatory // Astron. and Astrophys. Transactions.—1995.—8.—P. 161—163.
6. *Stone Ronald C., Monet David G., Monet Alice K. B., et al.* The Flagstaff astrometric scanning transit telescope (FASTT) and star positions determined in the extragalactic reference frame // Astron. J.—1996.—111, N 4.—P. 1734—1735.

Поступила в редакцию 14.02.00