

УДК 524.3

**Распространение системы положений
и собственных движений AGK3 на звезды ярче 12^m
в окрестностях галактик**

С. П. Рыбка

На основании наблюдательного материала, полученного на двойном длиннофокусном астрографе ГАО АН УССР ($D=40$ см, $F=5.5$ м) в 15 площадках с галактиками определены положения и собственные движения 592 звезд ярче 12^m в системе AGK3. Средняя квадратичная ошибка положений звезд на эпоху наблюдений 1982.1 — $\epsilon_{\alpha} \cos \delta = \pm 0.20''$, $\epsilon_{\delta} = \pm 0.18''$, собственных движений — $\epsilon_{\mu_{\alpha}} \cos \delta = \pm 0.0106''$ в год, $\epsilon_{\mu_{\delta}} = \pm 0.0095''$ в год.

EXPANSION OF THE AGK3 SYSTEM TO THE POSITIONS AND PROPER MOTIONS OF BRIGHT STARS IN THE VICINITY OF GALAXIES, by Rybka S. P.— The accurate positions and proper motions of 592 bright stars ($m < 12^m$) in the vicinity of 15 areas with galaxies are determined from the plates taken with the long-focus astrograph. The accuracy of star positions is $\epsilon_{\alpha} \cos \delta = \pm 0.20''$, $\epsilon_{\delta} = \pm 0.18''$ (1982.1), that of proper motions is $\epsilon_{\mu_{\alpha}} \cos \delta = \pm 0.0106''$ per year, and $\epsilon_{\mu_{\delta}} = \pm 0.0095''$ per year.

В ГАО АН УССР ведется многолетняя работа по определению собственных движений звезд относительно галактик. Для этого используются пластинки, снятые на двойном длиннофокусном астрографе обсерватории ($D=40$ см, $F=5.5$ м) с промежутком около 20 лет. Этот фотографический материал можно использовать и для вывода точных положений звезд [5], что несомненно повысит его ценность. Есть пример определения таких данных в площадках с галактиками южного неба [8].

Цель данной работы заключается в определении положений и собственных движений ярких звезд в окрестностях некоторых галактик и оценке их точности. Для этого обработаны измерения координат звезд ярче 12^m в пределах 0.6° от центров 36 пластинок первых и вторых эпох, снятых с двумя экспозициями: часовой и пятиминутной. На пластинках длиннофокусного астрографа обсерватории при часовой выдержке получают звезды до 14.5^m , при пятиминутной — до 12.3^m . Использование таких пластинок позволяет повысить точность определяемых положений и собственных движений звезд вследствие увеличения количества их изображений и более надежного учета ошибок уравнения блеска, необходимость исключения которых следует из [2, 6].

Для редукиции измерений пластинок обеих эпох в качестве опорных применялись координаты и собственные движения звезд каталога AGK3. Предварительно эти координаты приводились на эпоху наблюдения каждой пластинки, а затем преобразовывались в стандартные при помощи известных соотношений. Точность положений AGK3 на среднюю эпоху наблюдения этого каталога (1958.9) составляет $\pm 0.2''$ и на современную эпоху $\pm 0.3''$ (вследствие ошибок собственных движений звезд). Среднее количество опорных звезд на пластинке равно 10.

В соответствии с практикой, принятой при работе с длиннофокусными астрографами, использовались линейные соотношения между измеренными на пластинках координатами звезд (x, y) и их стандартны-

ми координатами (ξ, η) . Координаты x, y и ξ, η относились к оптическому центру, положение которого полагалось в геометрическом центре пластинок. Погрешность принятого таким образом положения оптического центра мало повлияет на результаты обработки негативов. Согласно выводам [3], пределы допустимой неопределенности координат оптического центра для поля радиусом 0.6° могут достигать размеров этого поля. Поэтому применение линейных формул для связи измеренных и стандартных координат звезд вполне оправдано. Чтобы более надежно учесть ошибки уравнения блеска в вычисляемых положениях звезд, применялся метод кратных экспозиций [2], в котором эти формулы записываются одновременно для изображений звезд обеих экспозиций:

$$\begin{aligned}\xi_i &= ax_{ij} + by_{ij} + c_j + d(D_{ij} - D_0), \\ \eta_i &= a'x_{ij} + b'y_{ij} + c'_j + d'(D_{ij} - D_0),\end{aligned}\quad (1)$$

где i — номер звезды, j — номер экспозиции, D_{ij} — диаметры изображений звезд при разных экспозициях, D_0 — средний диаметр. Предварительно измеренные координаты звезд для короткой экспозиции приводятся к часовой при помощи линейных формул, учитывающих поворот и сдвиг между экспозициями.

Используя найденные из (1) постоянные пластинок, вычисляли стандартные координаты всех определяемых звезд отдельно для двух экспозиций, а затем усредняли и преобразовывали в сферические по известным формулам.

Таблица 1. Данные о редукии астронегативов

Номер площадки [1]	Количество пластинок	Количество опорных звезд	Количество определяемых звезд	Вторая эпоха наблюдения	Разность эпох, годы
1	4	6	55	1982.7	20.5
3	2	6	22	1982.7	28.0
7	2	14	79	1974.7	19.0
12	4	17	84	1982.4	19.5
65	2	11	33	1982.2	20.0
73	2	12	32	1982.2	23.1
76	2	6	23	1984.3	21.1
89	2	10	31	1984.2	22.9
92	2	8	23	1983.4	24.1
94	2	17	26	1984.3	23.0
113	2	13	31	1980.4	22.3
126	2	9	41	1980.4	25.1
133	4	15	43	1981.4	21.5
155	2	7	18	1982.6	19.9
157	2	7	51	1983.7	23.0

В результате на пластинках первых и вторых эпох определены положения 592 звезд ярче 12^m в пределах 0.6° от центров 15 площадок с галактиками. Некоторые сведения о редукии астронегативов приводятся в табл. 1. Полученные положения звезд отнесены к одной системе (АГКЗ) и одному равноденствию (1950.0). Сравнив эти положения и разделив их на разность эпох, мы вычислили собственные движения звезд. Точность определяемых таким образом положений и собственных движений звезд оценивалась следующим образом. В случае линейных соотношений между измеренными и стандартными координатами звезд можно получить случайную ошибку их положений, например прямого восхождения α [4]:

$$\epsilon_\alpha^2 = (\epsilon_m^2 + \epsilon_r^2) \sec^2 \delta, \quad (2)$$

где ϵ_m — ошибка измерений, ϵ_r — ошибка редукии.

$$\varepsilon_r^2 = \varepsilon_a^2 x^2 + \varepsilon_b^2 y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_d^2 (D - D_0)^2, \quad (3)$$

где ε_a , ε_b , ε_c , ε_d — ошибки постоянных в (1). Точность определения склонения ε_δ может быть определена аналогичным образом, без множителя $\sec^2 \delta$ в (2).

Средние квадратичные ошибки собственных движений звезд вычисляются на основе точности определения их положений в первую (ε_1) и вторую (ε_2) эпоху наблюдений:

$$\varepsilon_\mu^2 = (\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2) / \tau^2, \quad (4)$$

где τ — разность эпох.

В формулах (2), (3) и (4) все необходимые данные для оценки точности положений и собственных движений звезд определяются при редукции, кроме ε_m . Значения ε_m находили из сравнения измеренных координат изображений одних и тех же звезд при различных экспозициях. По этим исследованиям средняя квадратичная ошибка среднего из измеренных координат изображений, полученных с экспозициями 1^m и 5^m, составляет по всем пластинкам первой эпохи 2.2 мкм, по пластинкам второй — 3.4 мкм. Используя эти данные и результаты редукции негативов, в каждой из областей неба по формулам (2), (3), (4) вычисляли ошибки определения положений и собственных движений звезд. В среднем для первой эпохи наблюдений (1960.1) $\varepsilon_\alpha \cos \delta = \pm 0.129''$, $\varepsilon_\delta = \pm 0.119''$, для второй эпохи наблюдений (1982.1) $\varepsilon_\alpha \cos \delta = \pm 0.198''$, $\varepsilon_\delta = \pm 0.175''$, $\varepsilon_{\mu_\alpha} \cos \delta = \pm 0.0106''$, $\varepsilon_{\mu_\delta} = \pm 0.0098''$ в год. Точность вычисленных положений звезд оценивалась также по сходимости результатов для одних и тех же звезд на разных пластинках областей 1, 12, 133. В результате найдено, что такие оценки близки к полученным по формулам (2), (3), (4).

Для ясности дальнейшего изложения введем следующие обозначения: AGK3'_p — расширенный каталог положений и собственных движений звезд в системе AGK3, полученный в данной работе; AGK3' — звезды AGK3 в этом каталоге.

Таблица 2. Результаты сравнения каталогов (в 0.0001" в год)

Номер по [1]	AGK3—Пулково			AGK3'—Пулково			AGK3' _p —Пулково		
	Количество звезд	Средние разности		Количество звезд	Средние разности		Количество звезд	Средние разности	
		по x	по y		по x	по y		по x	по y
7	12	+47 ±52	+74 ±43	12	+45 ±50	+73 ±38	46	+84 ±27	+71 ±23
12	13	+44 ±22	-11 ±31	13	+32 ±22	+3 ±27	47	+5 ±15	-10 ±15
73	8	+254 ±61	-89 ±51	8	+242 ±55	-89 ±58	23	+245 ±27	-83 ±31
94	17	+28 ±38	-191 ±37	17	+28 ±38	-200 ±34	21	+26 ±36	-147 ±34
113	13	-39 ±45	-146 ±52	13	-29 ±42	-148 ±46	25	-67 ±30	-115 ±29
133	12	+29 ±44	-71 ±52	12	0 ±30	-90 ±55	34	-49 ±19	-96 ±24
155	6	+144 ±93	-20 ±67	6	+138 ±62	-31 ±64	17	+35 ±40	-34 ±36
157	6	+148 ±99	-24 ±59	6	+144 ±90	-21 ±46	33	+219 ±26	+21 ±26

Собственные движения звезд $AGK3'_p$ сравнивали с аналогичными данными пулковского каталога [7]. Последний содержит собственные движения звезд относительно галактик. Цель этого исследования заключается в том, чтобы оценить точность собственных движений звезд $AGK3'_p$ по внешней сходимости, а также исследовать средние разности $AGK3'_p$ —Пулково. Такие разности, как известно, используются для вывода поправок постоянных прецессии.

Из 592 звезд $AGK3'_p$, 246 звезд оказались общими с пулковским каталогом. Проведено сравнение собственных движений общих для этих каталогов звезд (табл. 2). В этой таблице даются средние по отдельным областям разности $AGK3$ —Пулково, $AGK3'$ —Пулково, $AGK3'_p$ —Пулково и ошибки определения этих разностей. Как видно по данным табл. 2, изменения средних разностей $AGK3'_p$ —Пулково по сравнению с $AGK3$ —Пулково лежат в пределах ошибок их определения, однако точность первых повышается примерно в 1.7 раза. Средняя дисперсия разностей $AGK3'_p$ —Пулково составляет по x $(0.0153'' \text{ в год})^2$, по y — равна $(0.0150'' \text{ в год})^2$. Ошибки собственных движений звезд $AGK3'_p$, полученные на основе этих дисперсий и данных о точности пулковского каталога [7], $\epsilon_\mu = \pm 0.0092'' \text{ в год}$. Эта величина близка к полученной по внутренней сходимости собственных движений звезд.

Кроме того, из сравнения средних разностей $AGK3$ —Пулково и $AGK3'$ —Пулково видно, что система $AGK3$ хорошо сохраняется в каталоге $AGK3'_p$. Эти выводы свидетельствуют о том, что каталог, подобный $AGK3'_p$, но большего объема, можно использовать для вывода поправок постоянных прецессии вместе с каталогами собственных движений звезд относительно галактик.

1. Дейч А. Н., Лавдовский В. В., Фатчихин Н. В. Каталог 1508 внегалактических туманностей в 157 площадках неба зоны от 90° до -5° склонений, избранных для определения собственных движений звезд // Изв. Глав. астрон. обсерватории в Пулкове.— 1955.— 20, № 154.— С. 14—46.
2. Иванов Г. А., Онегина А. Б., Яценко А. И. Учет уравнения блеска с использованием экспозиций разной длительности. II. Исследование уравнения блеска астрографа (40/550) ГАО АН УССР // Кинематика и физика небес. тел.— 1985.— 1, № 1.— С. 11—17.
3. Киселев А. А. О влиянии погрешности принятого положения оптического центра на результаты редукции астрофотографий // Изв. Глав. астрон. обсерватории в Пулкове.— 1960.— 22, № 166.— С. 165—175.
4. Киселев А. А. Теоретические основы фотографической астрометрии // Проблемы астрометрии.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.— С. 44—56.
5. Колчинский И. Г. О целесообразности определения координат звезд и галактик в астрономических программах по собственным движениям // Письма в Астрон. журн.— 1977.— 3, № 9.— С. 429—432.
6. Рыбка С. П. Исследование уравнения блеска собственных движений звезд в площадках неба с галактиками // Кинематика и физика небес. тел.— 1985.— 1, № 4.— С. 67—72.
7. Фатчихин Н. В. Абсолютные собственные движения 14600 звезд в 85 площадках северного неба, полученные по галактикам на пулковском нормальном астрографе // Тр. Глав. астрон. обсерватории в Пулкове.— 1974.— 81.— С. 4—211.
8. Deutsch A. N. Photographic part of the catalogue of faint stars (KSZ) // Publ. Observ. astron. Beograd.— 1982.— N 29.— P. 41—52.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию 29.04.85,
после доработки 24.06.85