

УДК 524.3—325.2

## Уравнение блеска в собственных движениях звезд каталога АГКЗ и его зависимость от цвета звезд

Н. В. Харченко

Для всех звезд из каталога АГКЗ определена ошибка уравнения блеска собственных движений. Она зависит от цвета звезд и неодинакова для различных участков неба, наблюдаются ее сезонные изменения. Приведены значения ошибок уравнения блеска собственных движений всей совокупности звезд и звезд разных спектральных классов.

*MAGNITUDE EQUATION OF THE STELLAR PROPER MOTIONS FROM THE CATALOGUE AGK3 AND ITS VARIATION WITH STELLAR COLOUR, by Kharchenko N. V.—For all stars from the catalogue AGK3 the magnitude equation of the proper motions is determined. It depends on stellar colours and is different for various sky regions and seasons. The values of the magnitude equation of the proper motions for all stars as well as for stars of various spectral classes are presented.*

В настоящее время каталог АГКЗ [4] является самым полным и наиболее используемым для астрометрических работ в северной полусфере неба. Точность результатов, получаемых на его основе, существенно зависит от учета ошибок его данных, в частности уравнения блеска (УБ) собственных движений звезд. Эта ошибка по всему каталогу исследована в [3] для звезд ярче  $7^m$  и в [5] для звезд ярче  $9.5^m$ . Кроме того, имеются работы по определению УБ в отдельных областях неба. В каталоге АГКЗ кроме астрометрических характеристик звезд даны спектральные классы, что дает возможность исследовать изменения УБ в зависимости от цвета звезд.

С помощью разработанного в ГАО АН УССР метода [2] можно определять УБ собственных движений звезд по данным только исследуемого каталога в любых интервалах звездных величин, содержащих достаточное количество звезд. Этот метод применен к собственным движениям всех звезд АГКЗ, что позволило наиболее полно исследовать их УБ.

Вся северная полусфера разделена на площадки шириной по склонению  $8^\circ$  и по прямому восхождению приблизительно таких же размеров. Размеры площадок выбраны так, чтобы даже в самых бедных участках неба в каждой из них содержалось несколько сотен звезд. Это необходимо для уверенного применения метода. В каждой из 285 областей определено УБ собственных движений звезд по координатам  $x$  и  $y$ . При этом звезды, полное собственное движение которых более  $0.04''/\text{год}$ , отбрасывались. На рис. 1 приведены результаты, усредненные по всему каталогу. Для сравнения там же дано УБ по [3, 5]. Видно, что УБ собственных движений звезд АГКЗ имеет сложный вид, причем для ярких и слабых звезд его знаки различны.

Для звезд ярче  $6.5^m$  полученные результаты хорошо сходятся с данными [3], которые выведены из сравнения собственных движений звезд, содержащихся в каталогах АГКЗ и FK4. В [5] для более слабых звезд УБ собственных движений получены из сравнения каталогов АГКЗ и АГКЗRN. В этой же работе показано, что система собственных движений АГКЗRN хорошо представляет систему FK4 (с ошибкой не хуже  $\pm 0.002''/\text{год}$ ). Тем не менее из рис. 1 видно, что, хотя значения УБ в

$\mu_y$ , полученные в [5], хорошо сходятся с данными нашей работы и стыкуются с результатами работы [3], этого нельзя сказать об УБ в  $\mu_x$ .

При этом разрыв в области  $m = 6.5^m$  между  $\mu_x^{AGK3} - \mu_x^{FK4}$  [3] и  $\mu_x^{AGK3} - \mu_x^{AGK3RN}$  [5] составляет  $0.0020''/\text{год}$ , что находится на пределе точности представления системы FK4 в каталоге AGK3RN. Соответственно и по отношению к полученному значению УБ<sub>x</sub> эта величина из [5] имеет противоположный знак.

Большой интерес представляет исследование УБ звезд различных цветов. Для этого взяты три выборки звезд: спектральных классов O,

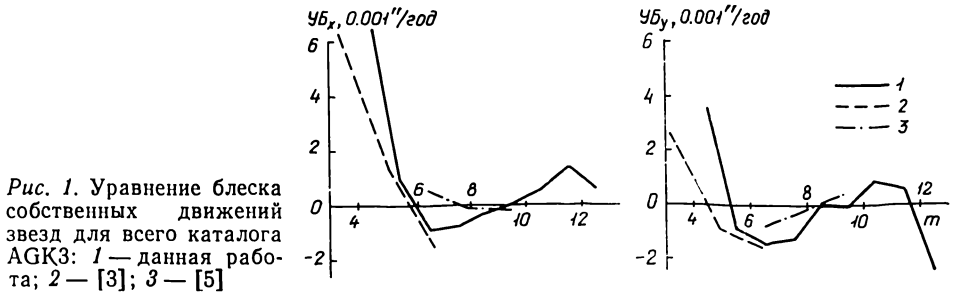


Рис. 1. Уравнение блеска собственных движений звезд для всего каталога AGK3: 1 — данная работа; 2 — [3]; 3 — [5]

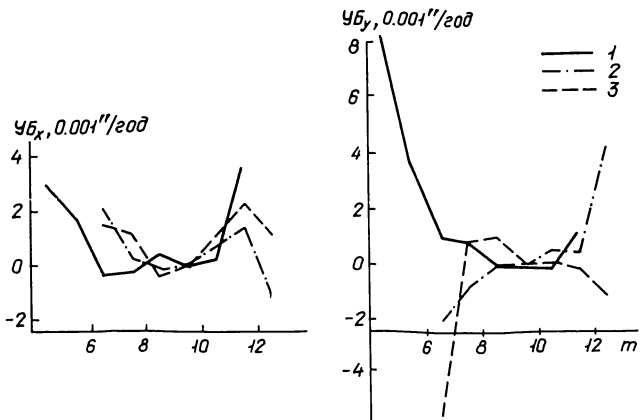


Рис. 2. Уравнение блеска собственных движений звезд различных спектральных классов: 1 — O, B, A; 2 — F, G; 3 — K, M

B, A; F, G и K, M. Различие в среднем показателе цвета  $(B - V)_0$  между соседними выборками составляет  $0.6^m$ . Звезды AGK3 достаточно близкие, и межзвездное покраснение для них не столь велико, чтобы это различие существенно изменилось. УБ для звезд каждой выборки вычислялось так же, как и для всей совокупности. Из рис. 2 видно, что имеются существенные различия УБ собственных движений звезд разных спектральных классов, особенно для ярких звезд.

Далее УБ линейно интерполировалось на интервале звездных величин  $\Delta m = 6 - 12^m$  и принималось, что  $\overline{УБ} = \delta УБ / \delta m$ . Исправленные собственные движения звезд определяются по формуле

$$\mu_{\text{испр}} = \mu_{\text{кат}} + (m - m_0) \overline{УБ},$$

где  $m_0$  — звездная величина опорных звезд с нулевым значением УБ, принятая для AGK3 равной  $9.5^m$ .

Чтобы показать независимость  $\overline{УБ}$  от способа разделения сферы на отдельные площадки, сделано еще одно независимое разделение, при котором размеры площадок составили приблизительно  $5 \times 5^\circ$ . Вычислены коэффициенты корреляции  $r_x, r_y$  между значениями  $\overline{УБ}$ , полученными по площадкам размером  $5 \times 5^\circ$  и  $8 \times 8^\circ$ . Оказалось, что  $r_x = +0.34 \pm$

$\pm 0.04$ ,  $r_y = +0.43 \pm 0.03$ . Критерий  $t$  на 1 %-ном уровне значимости при количестве степеней свободы более 100 равен 2.58 [1], а для полученных результатов  $t_x = 8.98$ ,  $t_y = 11.70$ . Таким образом, коэффициенты корреляции значимы, что свидетельствует о независимости значений  $\overline{УБ}$  от способа разделения всей области на отдельные площадки.

Для более детального исследования  $\overline{УБ}$  собственных движений звезд слабее  $6^m$  эта ошибка определялась в разных зонах неба. На рис. 3 приведено распределение  $\overline{УБ}_{x,y}$  по прямому восхождению для

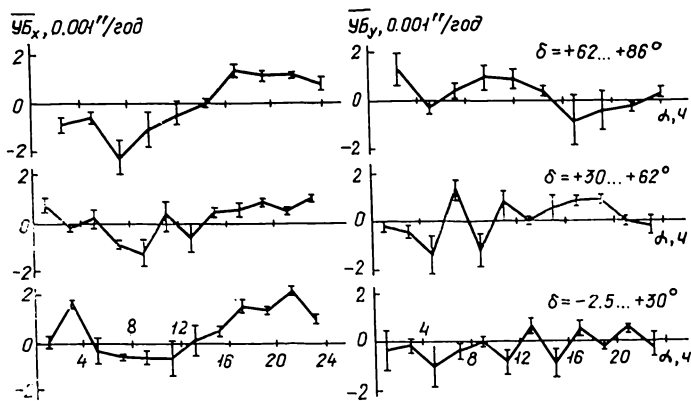


Рис. 3. Изменение уравнения блеска всех звезд с прямым восхождением для различных зон склонений

разных зон склонения. На рис. 4 представлены аналогичные результаты для звезд различных спектральных классов. По координате  $x$  очень отчетливо проявляется сезонная зависимость изменения  $\overline{УБ}$ , по координате  $y$  такая зависимость менее заметна.

Эти результаты представлены периодическими функциями вида

$$\overline{УБ}(\alpha) = A \sin(\alpha + \varphi) + C,$$

параметры которых  $A$ ,  $\varphi$ ,  $C$  определены способом наименьших квадратов и приведены в таблице. Для разных зон неба и спектральных

Значение параметров периодической функции, представляющей сезонные изменения уравнения блеска

Спектральный класс звезд	$A_x$	$A_y$	$\varphi_x$ , ч	$\varphi_y$ , ч	$C_x$	$C_y$
$\delta = +62...+86^\circ$						
Все	$14.7 \pm 2.0$	$5.2 \pm 2.7$	$11.6 \pm 0.2$	$0.0 \pm 0.6$	$-0.6 \pm 1.5$	$+2.3 \pm 2.0$
O, B, A	$10.7 \pm 2.8$	$9.9 \pm 6.5$	$9.3 \pm 0.3$	$18.5 \pm 0.6$	$+3.1 \pm 2.0$	$+2.5 \pm 4.4$
F, G	$10.0 \pm 3.5$	$7.3 \pm 2.3$	$9.4 \pm 0.4$	$11.7 \pm 0.4$	$-1.2 \pm 2.5$	$-3.4 \pm 1.7$
K, M	$14.0 \pm 4.8$	$9.6 \pm 1.5$	$4.9 \pm 0.3$	$6.7 \pm 0.1$	$-3.6 \pm 3.3$	$-7.6 \pm 1.0$
$\delta = +30...+62^\circ$						
Все	$8.0 \pm 2.0$	$6.1 \pm 3.3$	$9.2 \pm 1.0$	$13.6 \pm 2.1$	$+1.8 \pm 1.4$	$0.7 \pm 2.3$
O, B, A	$14.2 \pm 2.4$	$8.6 \pm 3.2$	$6.3 \pm 0.7$	$14.4 \pm 1.4$	$-1.6 \pm 1.7$	$+3.1 \pm 2.2$
F, G	$9.6 \pm 2.7$	$10.1 \pm 0.8$	$8.3 \pm 1.1$	$16.7 \pm 0.3$	$+0.6 \pm 1.9$	$+7.0 \pm 0.9$
K, M	$10.7 \pm 1.2$	$5.9 \pm 1.2$	$11.1 \pm 0.4$	$10.4 \pm 0.8$	$+2.3 \pm 0.8$	$-6.3 \pm 0.9$
$\delta = -2.5...+30^\circ$						
Все	$11.7 \pm 2.6$	$3.4 \pm 2.3$	$9.5 \pm 0.8$	$11.3 \pm 2.6$	$+5.3 \pm 1.8$	$-2.2 \pm 1.7$
O, B, A	$27.8 \pm 2.9$	$11.5 \pm 2.4$	$6.2 \pm 0.4$	$11.8 \pm 0.8$	$+6.8 \pm 2.0$	$-2.3 \pm 5.4$
F, G	$5.9 \pm 2.5$	$0.4 \pm 2.0$	$8.3 \pm 1.6$	$11.3 \pm 18.2$	$+4.2 \pm 1.8$	$+2.4 \pm 1.4$
K, M	$12.7 \pm 4.3$	$7.6 \pm 3.4$	$9.6 \pm 1.3$	$20.6 \pm 1.7$	$+3.7 \pm 3.4$	$+0.7 \pm 2.4$

Примечание. Параметры  $A_x$ ,  $A_y$ ,  $C_x$ ,  $C_y$  выражены в  $0.0001''/\text{год}$  на  $1^m$ .

классов звезд эти параметры значимо различаются. Это свидетельствует о том, что при учете УБ нельзя пренебрегать не только его изменениями в зависимости от расположения области на небе, но и цветами звезд. Вид зависимостей  $\overline{UB}(\alpha)$  таков, что учет УБ в собственных движениях АГКЗ максимально влияет на значения поправок постоянной прецессии. Пренебрежение УБ и его изменениями с цветом

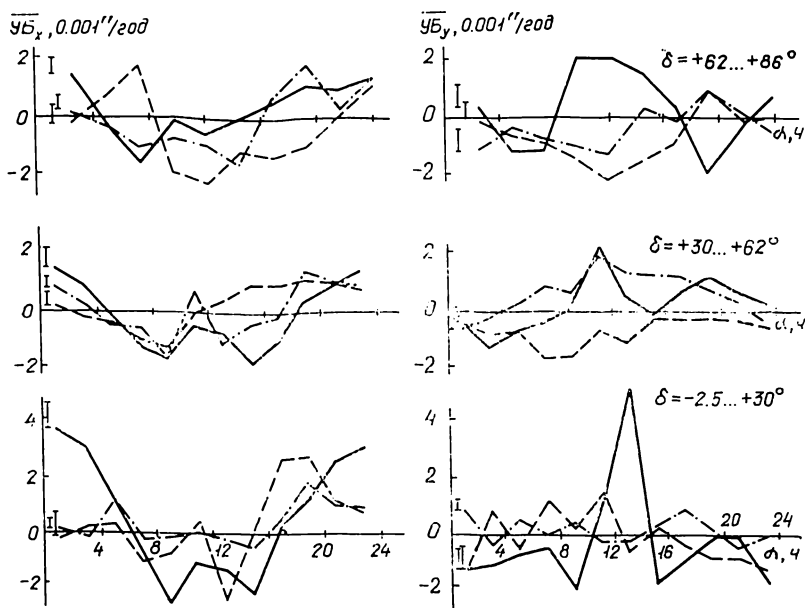


Рис. 4. Изменение уравнения блеска с прямым восхождением для звезд различных спектральных классов. Условные обозначения см. на рис. 2. Вертикальными черточками показаны значения средней квадратичной ошибки

звезд может привести к ошибкам в скоростях звезд, особенно больших светимостей — до 10—20 км/с.

При учете УБ для звезд слабее  $6^m$  можно пользоваться усредненными результатами (рисунки 3, 4) или параметрами сглаженного представления  $\overline{UB}$  (таблица). Для более ярких звезд надо применять значения, полученные в среднем по всему каталогу в данной работе или [3], так как в отдельных площадках из-за малого количества ярких звезд УБ их собственных движений определяется ненадежно. При работе со звездами в ограниченной области неба не составляет труда определить значение УБ по используемой здесь методике, которое может отличаться от сглаженного в силу сложности природы УБ и зависимости его от многих факторов.

Автор благодарит В. Н. Андрука за помощь в вычислениях.

1. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений.— М.: Физматгиз, 1961.— 479 с.
2. Харченко Н. В. Учет уравнения блеска при определении собственных движений звезд // Астрометрия и астрофизика.— 1984.— Вып. 52.— С. 3—8.
3. Asteriadis G. Determination of precession and galactic rotation from proper motions of AGK3 // Astron. and Astrophys.— 1977.— 56, N 1/2.— P. 25—38.
4. Dieckvooss W., Heckmann O., Koh H. et al. Star catalogue of position and proper motions north  $-2.5^\circ$  declination.— Hamburg; Bergedorf: Bad Godesberg, 1975.— Vol. 1—8.
5. Schwan H. The systems of the positions and proper motions in the star catalogues AGK3, AGK3RN and N30 // Astron. and Astrophys.— 1985.— 149, N 1.— P. 50—56.