

УДК 524.3

**Поправки прецессионных постоянных
по собственным движениям звезд
в областях неба с галактиками**

С. П. Рыбка

На основании сравнения собственных движений звезд АГКЗ и полученных относительно галактик на двойном длиннофокусном астрографе ГАО АН УССР ($D=40$ см, $F=5.5$ м) найдены значения поправок прецессионных постоянных: $\Delta k = -0.0044'' \pm 0.0012''$ в год, $\Delta n = +0.0039'' \pm 0.0011''$ в год.

CORRECTIONS TO PRECESSION CONSTANTS FROM STELLAR PROPER MOTIONS IN THE AREAS WITH GALAXIES, by Rybka S. P.— Proper motions with reference to the galaxies obtained with the long-focus astrograph ($D=40$ cm, $F=5.5$ m) and compared with those in АГКЗ yield $\Delta k = -0.0044'' \pm 0.0012''$ per year, $\Delta n = +0.0039'' \pm 0.0011''$ per year.

Как известно, в результате сравнения собственных движений звезд в системе фундаментального каталога и собственных движений этих же звезд в системе галактик можно получить поправки прецессионных постоянных. На практике для этой цели используются собственные движения звезд каталога АГКЗ, опорной системой которого является каталог FK4. Каталог АГКЗ содержит достаточное число звезд в каждой из площадок каталогов собственных движений звезд относительно галактик. Поправки прецессионных постоянных Δk и Δn определяются из решения уравнений:

$$\Delta \mu_x = \Delta k \cos \delta + \Delta n \sin \alpha \sin \delta, \quad \Delta \mu_y = \Delta n \cos \alpha, \quad (1)$$

где $\Delta \mu_x$, $\Delta \mu_y$ — разности между собственными движениями звезд АГКЗ и теми, которые определены относительно галактик; α , δ — экваториальные координаты звезд. Поправки постоянной прецессии в прямом восхождении Δk и склонении Δn связаны с поправкой лунно-солнечной прецессии Δp_1 известными соотношениями:

$$\Delta k = \Delta p_1 \cos \varepsilon - \Delta E, \quad \Delta n = \Delta p_1 \sin \varepsilon, \quad (2)$$

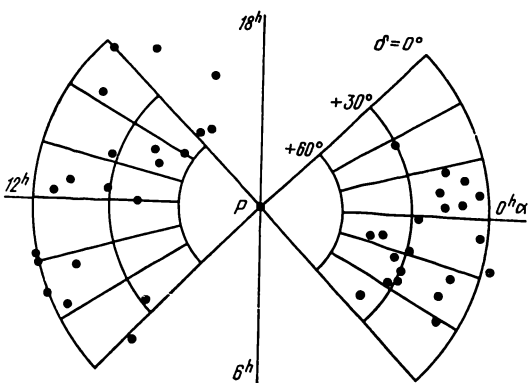
где ε — наклон плоскости эклиптики к плоскости экватора; $\Delta E = \Delta q + \Delta e$, Δq — поправка к прецессии от планет; Δe — неизвестная дополнительная величина, которая интерпретируется как движение равноденствия.

Точность определения неизвестных в этом методе зависит от точности разностей $\Delta \mu_x$, $\Delta \mu_y$, а следовательно, необходима высокая точность как фундаментальных собственных движений звезд, так и определенных относительно галактик. Наиболее благоприятными условиями определения поправок является наличие звезд в зонах, где прямое восхождение близко к 0^h или 12^h , а склонение $\delta = 0^\circ$.

Значения поправок прецессионных постоянных, полученных различными авторами на основе анализа разностей собственных движений звезд АГКЗ и собственных движений этих же звезд, выведенных относительно галактик, собраны в табл. 1. Для сравнения в таблице также приводятся некоторые определения этих величин по собственным движениям звезд в системах фундаментальных каталогов. Из со-

поставления данных табл. 1 видно, что в ряде случаев значения поправок прецессионных постоянных значительно расходятся, особенно Δk . Поэтому, несмотря на многочисленные определения, задача вывода поправок прецессионных постоянных остается актуальной.

В настоящее время автором составлен каталог абсолютных собственных движений 6321 звезды в 42 площадках неба с галактиками. Он получен в результате обработки 61 пары пластинок, снятых на



двойном длиннофокусном астрографе ГАО АН УССР ($D=40$ см, $F=5.5$ м) со средней разностью эпох 22 года. Средняя квадратичная ошибка относительных собственных движений звезд в каталоге составляет $\pm 0.006''$ в год, редукиций абсолютизации, полу-

Распределение площадок каталога по экваториальным координатам α и δ (P — полюс мира)

ченных по галактикам, — $\pm 0.003''$ в год. При выводе редукиций абсолютизации «собственные движения» галактик в близких по координатам площадках объединялись в группы, а затем усреднялись. Площадки выбирались так, чтобы по возможности способствовать наиболее благоприятным условиям определения поправок прецессионных постоянных и обеспечить достаточную их точность. Как видно из рисунка, равное количество площадок сосредоточено вблизи $\alpha=0^h$ и $\alpha=12^h$, а склонение их не превышает $+60^\circ$. Каталог содержит 426 ярких звезд от 12^m до 8^m , собственные движения которых имеются также и в АГКЗ. Средняя фотографическая звездная величина этих звезд 10.0^m .

Собственные движения звезд каталога исправлены за ошибку уравнения блеска (УБ) различными методами [6]. Использовались статистические методы с применением вековых параллаксов звезд, полученных с исключением крупных собственных движений [1] и без исключения таковых [10], а также метод, основанный на данных исследуемого каталога [8]. Как показано в [6], ошибки УБ, полученные статистическим методом с использованием малых вековых параллаксов, хорошо согласуются с найденными последним методом. В то же время применение вековых параллаксов, основанных на всех без исключения звездах, приводит к значительным отклонениям значений ошибок УБ от найденных вышеуказанными методами. Таким образом, основываясь на результатах этих исследований, можно было изучить влияние раз-

Таблица 1. Поправки прецессии по данным различных каталогов (в $0.0001''$ в год)

Каталог	$\Delta k \pm e$	$\Delta l \pm e$	Литературный источник
FK4	-19 ± 7	$+44 \pm 6$	[13]
АГКЗ	-32 ± 1	$+51 \pm 1$	[11]
АГКЗ	-36 ± 2	$+44 \pm 2$	[9]
АГКЗ—Гулково	$+43 \pm 12$	$+41 \pm 12$	[7]
АГКЗ—Ташкент	-16 ± 17	$+43 \pm 17$	[4]
АГКЗ—Москва	-8 ± 16	$+37 \pm 14$	[3]
АГКЗ—Лик. observ.	-78 ± 9	$+31 \pm 7$	[14]
АГКЗ—Лик. observ. _{испр}	-34 ± 11	$+38 \pm 6$	[12]
АГКЗ—Голосеево	-44 ± 12	$+39 \pm 11$	Данная работа

личных методов учета УБ в собственных движениях звезд на вывод поправок постоянных прецессии.

Для определения поправок прецессионных постоянных из решения уравнений (1) составлялись разности собственных движений общих с каталогом АГКЗ звезд, которые усреднялись по отдельным площадкам. Средним разностям приписывались веса в зависимости от количества пар пластинок, разности эпох, числа звезд и галактик. Неизвестные Δk и Δn находились способом наименьших квадратов из совместного по координатам x и y решения уравнений (1). Выполнялось три варианта решений: I — с учетом УБ при помощи вековых параллаксов звезд, основанных на малых собственных движениях звезд; II — с учетом УБ при помощи вековых параллаксов звезд, полученных по всем без исключения звездам; III — без учета УБ. Кроме того, получены решения по двум группам площадок: вблизи $\alpha=0^h$ и $\alpha=12^h$.

Таблица 2. Поправки прецессионных постоянных (в $0.0001''$ в год)

I вариант		II вариант		III вариант		Примечание
$\Delta k \pm e$	$\Delta n \pm e$	$\Delta k \pm e$	$\Delta n \pm e$	$\Delta k \pm e$	$\Delta n \pm e$	
-44 ± 12	$+39 \pm 11$	-46 ± 16	37 ± 16	-153 ± 21	$+80 \pm 21$	Все площадки $\bar{\alpha} \approx 0^h$ $\bar{\alpha} \approx 12^h$
-40 ± 17	$+30 \pm 16$	-134 ± 18	$+78 \pm 16$	-141 ± 29	$+146 \pm 28$	
-46 ± 16	$+49 \pm 16$	$+41 \pm 19$	$+6 \pm 19$	-184 ± 27	-5 ± 26	

Результаты определения поправок прецессионных постоянных вместе с их средними квадратичными ошибками приводятся в табл. 2. Надо отметить, что значения неизвестных Δk и Δn , найденные без применения весов, не имеют значительных отличий от содержащихся в табл. 2. Как видно по данным этой таблицы, только в первом варианте решения значения поправок прецессии, найденные по отдельным группам площадок, хорошо согласуются между собой и соответствуют полученным по всем площадкам. Существенные различия аналогичных значений Δk , Δn во втором варианте можно объяснить наличием так называемого фиктивного УБ. Такая ошибка появляется при статистическом методе учета УБ с применением вековых параллаксов звезд, определенных без исключения крупных собственных движений звезд [2, 3, 5]. В этом случае систематические ошибки собственных движений звезд могут быть представлены в виде [6]:

$$\Delta_x = \Delta\rho \cdot P_x, \quad \Delta_y = \Delta\rho \cdot P_y, \quad (3)$$

где $\Delta\rho$ — разности вековых параллаксов звезд 10^m по данным [1] и [10]; P_x , P_y — параллактические множители. Величина разности вековых параллаксов зависит от галактической широты звезд и составляет $+0.001''$ в год (в среднем для интервала широт $0-5^\circ$); $+0.011''$ в год ($26-49^\circ$); $+0.016''$ в год ($50-85^\circ$). При стандартном положении апекса Солнца множители P_x , P_y принимают значения:

$$P_x = 0.866 \cos \alpha, \quad P_y = -0.866 \sin \alpha \sin \delta - 0.5 \cos \delta. \quad (4)$$

Учитывая, что при данном распределении площадок по небу значения $\sin \alpha \sin \delta$ малы, из (1) получим приближенные соотношения, описывающие влияние систематических разностей (3) на вывод поправок постоянных прецессии:

$$D(\Delta k) \approx [\Delta_x \cos \delta] / [\cos^2 \delta], \quad D(\Delta n) \approx [\Delta_y \cos \alpha] / [\cos^2 \alpha] \quad (5)$$

или, учитывая (3) и (4) и полагая $\sin \alpha \sin \delta = 0$ в (4):

$$\begin{aligned} D(\Delta k) &\approx 0.866 [\Delta\rho \cos \delta \cos \alpha] / [\cos^2 \delta], \\ D(\Delta n) &\approx -0.5 [\Delta\rho \cos \delta \cos \alpha] / \cos^2 \alpha. \end{aligned} \quad (6)$$

Так как большинство рассматриваемых площадок расположены на галактических широтах от 40° до 60° , разности $\Delta\rho$ носят почти постоянный характер. Вследствие этого из соотношений (6) видно, что влияние систематических разностей Δ_x , Δ_y на вывод поправок Δk и Δn значительно ослабевает при таком распределении площадок, когда $[\cos \alpha] \rightarrow 0$, а с ростом $[\cos \alpha]$ оно возрастает (табл. 2, II вариант). Действительно, при данном распределении площадок $[\cos \alpha] = +2.4$, по группам площадок вблизи $\alpha = 0^h$ и $\alpha = 12^h$ эта сумма равна соответственно $+19.9$ и -17.5 . Систематические ошибки собственных движений звезд АГКЗ не могут вызвать существенных различий в значениях поправок прецессионных постоянных, полученных по отдельным группам площадок, так как они входят одинаковым образом в решения всех вариантов, а в I — таких расхождений не наблюдается. Более значительную роль играют остаточные ошибки УБ из-за некорректного учета этой ошибки в собственных движениях звезд.

Исходя из вышеизложенного, наиболее вероятными значениями поправок прецессии, полученных по разностям собственных движений звезд нашего каталога и АГКЗ, следует считать $\Delta k = -0.0044'' \pm 0.0012''$ в год, $\Delta n = +0.0039'' \pm 0.0011''$ в год. Они соответствуют найденным по (2) значениям $\Delta\rho_1 = +0.0098''$ в год и $\Delta E = 0.0131''$ в год. Эти поправки хорошо согласуются с полученными Астериадисом непосредственно по собственным движениям звезд АГКЗ, а также с найденными Дюмоном на основе сравнения исправленных собственных движений звезд Ликского каталога и АГКЗ (табл. 1).

В заключение отметим, что улучшение системы абсолютных собственных движений звезд, полученное в результате изучения и объединения различных каталогов Советской программы наблюдений галактик в сводном каталоге, приведет к надежным определениям поправок прецессии.

1. Дейч А. Н. Вековые параллаксы слабых звезд, выведенные из Пулковского каталога собственных движений звезд в площадках Каптейна.— Изв. Глав. астроном. обсерватории в Пулкове, 1947, 17, № 138, с. 2—59.
2. Дейч А. Н. Фотографическая астрометрия.— В кн.: Курс астрофизики и звездной астрономии. М.: Наука, 1973, т. 1, с. 178—271.
3. Пантелеева Л. П. Использование наблюдений галактик на $15''$ астрографе ГАИШ для улучшения систем собственных движений: Автореф. дис. ... к-та физ.-мат. наук.— М., 1976.— 15 с.
4. Рахимов А. Г. Исследование Ташкентского каталога собственных движений звезд относительно галактик.— В кн.: Кинематические и динамические характеристики отдельных звездных систем. Ташкент: Фан, 1978, с. 59—121.
5. Рыбка С. П. Сравнительный анализ фотографических каталогов собственных движений звезд: Автореф. дис. ... к-та физ.-мат. наук.— Киев, 1980.— 14 с.
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. Некоторые результаты определения абсолютных собственных движений относительно галактик в Пулкове.— Астрон. журн., 1970, 47, с. 619—632.
8. Харченко Н. В. Учет уравнения блеска при определении собственных движений звезд.— Астрометрия и астрофизика, 1984, вып. 52, с. 3—8.
9. Asteriadis G. Determination of precession and galactic rotation from proper motion of the AGK3.— Astron. and Astrophys., 1977, 56, N 1, p. 25—38.
10. Binnendijk L. Mean parallaxes of faint stars derived from a combination of the Pulkovo and Radcliff Catalogues of Proper Motions.— Bull. Astron. Inst. Netherl., 1943, 10, N 362, p. 9—18.
11. Diekvoss W. Solar motion and galactic rotation-terms from AGK3 proper motion.— Astron. Nachr., 1967, 290, N 4, p. 141—144.
12. du Mont B. A rediscussion of determination precession and galactic rotation from Lick proper motions referred to galaxies.— Astron. and Astrophys., 1978, 66, N 3, p. 441—451.
13. Fricke W. Precession and galactic rotation derived from fundamental proper motions of distant stars.— Astron. J., 1967, 72, N 10, p. 1368—1379.
14. Vasilevskis S., Klemola A. R.— Ibid., 1971, 76, N 6, p. 509—512.