

УДК 523.24:524.6-327

Г. А. Иванов, А. И. Яценко

Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
03680 ГСП Киев, ул. Академика Заболотного, 27

Определение координат апекса Солнца по звездам с большими собственными движениями

По звездам с большими собственным движениями ($\mu \geq 100$ мсд/год) компилятивного каталога-списка, созданного в ГАО НАН Украины, определены координаты апекса Солнца для звезд различных спектральных классов.

ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ АПЕКСУ СОНЦЯ ЗА ЗОРЯМИ З ВЕЛИКИМИ ВЛАСНИМИ РУХАМИ, Іванов Г. О., Яценко А. І. — За зорями з великими власними рухами ($\mu \geq 100$ мсд/рік) компілятивного каталогу-списку, створеного у ГАО НАН України, визначені координати апекса Сонця для зір різних спектральних класів.

THE DETERMINATION OF SOLAR APEX FROM HIGH PROPER MOTION STARS, by Ivanov G. A., Yatsenko A. I. — Position of solar apex was determined using high proper motion stars ($\mu \geq 0.1''/\text{yr}$) of various spectral type from the compiled list-catalogue of astrometrical and astrophysical data, which was created in the Main Astronomical Observatory of National Academy of Science of Ukraine.

Введение. Работа по созданию списка-каталога звезд с большими собственными движениями для северного неба ($\delta > 3^\circ$) ведется в ГАО НАН Украины с 1990-х гг. Ее результатом является список всех известных данных о собственных движениях звезд, превышающих 40 мсд/год. Все эти данные сведены, по возможности, в единую систему положений и собственных движений для равноденствия J2000.0 и дополнены доступной сопутствующей информацией (фотометрия, спектры и т. д.) [3].

Следует отметить, что точность положений и собственных движений в этом компилятивном каталоге превосходит точность данных, приведенных в оригинальных обзорах звезд с большими собственными движениями. Действительно, довольно грубые определения, содержащиеся в каталогах Лейтена и др., были заменены современными данными HIPPARCOS и TYCHO или уточнены путем усреднения данных нескольких источников: (ACT, CMC, FONAC [4], NPM1, PPM).

Стало традицией дополнять исследование точности астрометрических каталогов определением кинематических параметров Солнца по отношению к центроидам звезд различных спектральных классов. Это дает возможность дополнительно оценить точность каталога и возможность его применения для решения задач звездной астрономии.

Методика определения координат апекса Солнца. При определениях кинематических параметров движения Солнца в пространстве и параметров вращения Галактики используется кинематическая модель Ковальского — Эри или трехмерная модель Огородникова — Милна. При этом звезды с большими собственными движениями, как правило, отбрасываются, поскольку их наличие в решении может значительно исказить искомые параметры.

Однако в работе [2] был предложен метод использования звезд с большими собственными движениями для определения координат апекса Солнца. Метод имеет два преимущества:

- используются самые близкие к Солнцу звезды;
- не требуется знание расстояний до звезд.

Поскольку используются большие собственные движения, основной вклад в них вносит движение Солнца в пространстве, и можно пренебречь влиянием вращения Галактики. Также предполагается, что распределение пекулярных движений звезд и ошибок определения собственных движений подчиняются случайному закону распределения. Тогда собственные движения рассматриваемых звезд лежат на больших кругах небесной сферы, полюса которых тяготеют к большому кругу, один из полюсов которого близок к апексу Солнца.

В работе [2] приводятся формулы для координат полюса собственного движения звезды:

$$A_i = \alpha_i - \arctg(\tg\theta_i \sin\delta_i) \pm 90^\circ, \quad (1)$$

$$D_i = \arctg[-\ctg\delta_i \cos(A_i - \alpha_i)], \quad (2)$$

где α_i и δ_i — экваториальные координаты звезды, θ_i — позиционный угол ее собственного движения.

Вследствие наличия пекулярной составляющей, ошибок собственных движений и др. угловое расстояние χ_i полюса собственного движения звезды от апекса Солнца не будет в точности равняться 90° , и может быть найдено из выражения

$$\cos\chi_i = \sin D \sin D_i + \cos D \cos D_i \cos(A_i - A). \quad (3)$$

Уравнение (3) является нелинейным относительно неизвестных координат апекса Солнца A , D . После линеаризации мы получим в качестве условных уравнений для определения поправок ΔA , ΔD к предварительным значениям координат A_0 , D_0 апекса Солнца выражение:

$$\begin{aligned} & \cos D \cos D_i \sin(A_i - A) \Delta A_1 + \\ & + [\cos D \sin D_i - \sin D \cos D_i \cos(A_i - A)] \Delta D_1 = \cos\chi_0. \end{aligned} \quad (4)$$

Неизвестные A , D находятся методом последовательных приближений:

$$A_1 = A_0 + \Delta A_1, \quad D_1 = D_0 + \Delta D_1,$$

$$A_2 = A_1 + \Delta A_2, \quad D_2 = D_1 + \Delta D_2$$

и т. д.

Итерации прекращаются после того, как найденные значения поправок

Галактические координаты апекса Солнца для звезд различных спектральных классов

Sp	μ , мсд/год	L	B	Средние		Количество звезд
				квадратичные	ошибки	
A	$\geq 500^*$	14.2°	-2.9°	3.9°		66
B	≥ 100	27.0	+7.0	2.2		207
B	≥ 200	30.3	-13.1	5.8		39
F	$\geq 500^*$	5.3	+0.7	3.9		111
	≥ 100	28.0	+4.7	0.8		2234
	≥ 200	42.1	+3.5	2.0		480
G	$\geq 500^*$	34.6	+5.6	3.4		321
	≥ 100	36.4	+6.5	0.6		5106
	≥ 200	35.8	+6.0	1.0		1553
K	$\geq 500^*$	51.6	+7.6	3.5		932
	≥ 100	35.5	+6.1	0.5		4872
	≥ 200	37.8	+5.2	0.8		2459
M	$\geq 500^*$	43.6	+5.7	3.8		1999
	≥ 100	33.4	+7.6	0.7		2688
	≥ 200	32.7	+7.1	0.8		2122
WD	≥ 100	32.1	+5.8	1.5		432
	≥ 200	31.9	+6.7	2.2		250
Все звезды	$\geq 500^*$	44.0	+7.0	3.7		3603
	≥ 100	33.6	+5.9	0.3		15539
	≥ 200	35.7	+6.4	0.4		6903

* — по данным [1]

ΔA , ΔD становятся меньше какого-то заданного предела, например средних квадратичных ошибок их определения из решения методом наименьших квадратов уравнений типа (4). На практике это условие достигается уже после пяти итераций. В качестве нулевого приближения были использованы результаты [1], найденные по всем звездам. Нужно отметить, что для определения неизвестных A , D в работе [2] применен метод численного решения системы нелинейных уравнений, а в работе [1] — точный аналитический метод.

Результаты. Результаты наших вычислений приведены в таблице, где для сравнения показаны аналогичные данные из работы Т. А. Агекяна и др. [1]. Решение уравнений (4) для различных классов звезд проводилось методом наименьших квадратов с весами. Веса назначались пропорционально величине полного вектора собственного движения μ (аналогичная система весов была применена и в работе [1]). Были получены варианты решения, когда рассматривались звезды с величинами модулей собственных движений $\mu \geq 100$ мсд/год*, а также для $\mu \geq 200$ мсд/год.

Из таблицы видно, что значения галактических координат апекса Солнца из разных определений хорошо согласуются между собой, за исключением решений [1] для групп звезд спектрального класса А, F и К. Также особняком стоит полученное в данной работе решение для звезд спектрального класса В ($\mu \geq 200$ мсд/год). Оно, скорее всего, является ошибочным из-за малого количества звезд, отобранных для решения.

Благодаря большому количеству звезд для других спектральных классов, полученные нами оценки ошибок неизвестных меньше, чем в работе [1]. При отбрасывании части звезд с относительно малыми собственными движениями (решения для $\mu \geq 200$ мсд/год) видна тенденция приближения

* Редакция рекомендует для обозначения секунд дуги употреблять буквенные обозначения:
1" = 1 сд = 10^3 мсд = 10^6 мксд

наших результатов к определениям [1]. В целом же наши определения являются более однородными и не показывают такого большого разброса для координат апекса Солнца, как в работе [1]. Различие координат апекса Солнца для звезд различных спектральных классов может быть объяснено различием кинематики локальных центроидов звезд этих групп.

Как мы уже отмечали, координаты апекса Солнца, полученные нами, хорошо согласуются с определениями [1]. При этом был использован метод, специально разработанный Т. А. Агебяном и др. [2] для звезд с большими собственными движениями. Сами же наборы звезд, а также точность использованных данных существенным образом отличались. Однако если сравнить наши результаты с результатами, полученными по звездам с малыми собственными движениями ($\mu < 50$ мсд/год) с применением трехмерных кинематических моделей, то проявляются явные отличия. Галактические долготы апекса, приведенные в работах [5, 6] плавно увеличиваются примерно от 42° до 70° , а широты уменьшаются от 25° до 18° с изменением спектральных классов звезд от В до М. Таким образом, по звездам с большими собственными движениями галактические долготы апекса в среднем на $20\text{--}25^\circ$, а галактические широты — примерно на 15° меньше, чем по звездам с $\mu < 50$ мсд/год.

Естественен вывод, что звезды с большими собственными движениями, являясь наиболее близкими к Солнцу, движутся иначе, чем более отдаленные объекты тех же спектральных классов, а это проявляется в отличиях координат апекса Солнца, найденных по этим группам звезд.

1. Агебян Т. А., Мельничникова А. Ю., Попович Г. Определение координат апекса Солнца по отношению к звездам различных спектральных классов // Астрон. журн.—1998.—75, № 1.—С. 152—154.
2. Агебян Т. А., Попович Г. Новый метод определения апекса Солнца // Астрон. журн.—1993.—70, № 1.—С. 122—126.
3. Иванов Г. А. Каталог звезд с большими собственными движениями (версия 1) // Кинематика и физика небес. тел.—2005.—21, № 2.—С. 156—158.
4. Кислюк В. С., Яценко А. И., Иванов Г. А. и др. ФОНАК: астрографический каталог программы ФОН // Кинематика и физика небес. тел.—2000.—16, № 6.—С. 483—496.
5. Рыбка С. П. Кинематика карликов в окрестностях Солнца по данным каталога «Tycho-2» // Кинематика и физика небес. тел.—2004.—20, № 2.—С. 133—141.
6. Mignard F. Local Galactic kinematics from Hipparcos proper motions // Astron. And Astrophys.—2000.—354, N 2.—P. 522—536.

Поступила в редакцию 18.04.05