

УДК 52 – 13(083.8)

Г. А. Иванов, А. И. Яценко

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

**Идентификационный список звезд с большими
собственными движениями (версия 3.0).
Калибровка звездных величин**

На основе оригинальных определений собственных движений звезд каталога ФОНАК1.1, каталогов HIPPARCOS, «Tycho-2», UCAC2, UCAC3, PPMX, CMC (STAR 11), PPM, GCVS, NPM1, NPM2, XZ80Q, PUL2, PUL3, NLTT, LHS, PM2000 (Bordeaux), XCI и других литературных источников составлен идентификационный список свыше 2 млн звезд с большими (0.04 /год) собственными движениями: (<ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/astro/c-ihpms3>).

ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ СПИСОК ЗІР З ВЕЛИКИМИ ВЛАСНИМИ РУХАМИ (версія 3.0). КАЛІБРУВАННЯ ЗОРЯНИХ ВЕЛИЧИН, Іванов Г. О., Яценко А. І. — На основі оригінальних визначень власних рухів зір каталога ФОНАК1.1, каталогів HIPPARCOS, «Tycho-2», UCAC2, UCAC3, PPMX, CMC (STAR 11), PPM, GCVS, NPM1, NPM2, XZ80Q, PUL2, PUL3, NLTT, LHS, PM2000 (Bordeaux), XCI та інших літературних джерел складено ідентифікаційний список понад 2 млн зір з великими (0.04 /рік) власними рухами (<ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/astro/c-ihpms3>).

THE CROSS INDEX LIST OF STARS WITH HIGH PROPER MOTIONS (version 3.0) CALIBRATION OF MAGNITUDES, by Ivanov G. A., Yatsenko A. I. The cross index list of over 2000000 stars with high proper motions (no less than 0.04 /year) is compiled on the basis of original determinations from the catalogue FONAK1.1, of data from the catalogues HIPPARCOS, «Tycho-2», UCAC2, UCAC3, PPMX, CMC (STAR 11), PPM, NPM1, NPM2, XZ80Q, PUL2, PUL3, GCVS, NLTT, LHS, PM2000 (Bordeaux), XCI as well as of the data from about 770 other published sources (<ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/astro/c-ihpms3>).

На основе оригинальных определений собственных движений звезд каталога ФОНАК1.1, каталогов HIPPARCOS, «Tycho-2», UCAC2,3,

PPMX, CMC (STAR 11), PPM, GCVS, NPM1, NPM2, XZ80Q, PUL2, PUL3, NLTT, LHS, PM2000 (Bordeaux) XC1 и 770 других литературных источников составлен каталог звезд с большими собственными движениями (суммарное значение по обеим координатам 0.04 /год и больше). Таких звезд в зоне охвата по склонению от -2.5° до $+90^\circ$ и предельной звездной величины 16^m (для кратных систем — спутники до 17^m) в нашем списке оказалось свыше 2 млн. Эти звезды представляют определенный интерес при проведении различных звездно-статистических работ, и в частности для определения функции светимости в окрестности Солнца, определения координат апекса Солнца, калибровки шкалы звездных величин и решения других задач.

Калибровка звездных величин B_j, V_j каталога «Tycho-2». Из списка звезд с большими собственными движениями было отобрано около 5200 звезд с величинами B, V, R, I, J, H, K , определенных с погрешностью не хуже $\pm 0.05^m$. Из них 2490 были найдены в каталоге «Tycho-2». Дополнительно 2460 звезд отождествлены из трех каталогов [4–6]. Найденные коэффициенты перевода с ошибкой 0.05^m системы B_{jt}, V_{jt} к B_j, V_j практически не улучшили систему B_{jt} и V_{jt} , видимо, из-за больших случайных ошибок B_t, V_t , достигающих для отдельных звезд ($11 \dots 12^m$) значений $0.5 \dots 0.7^m$.

Калибровка звездных величин R_k каталогов UCAC и PPMX. Для этих каталогов уже были получены значения R -величин [3] с использованием величин J, H каталога 2MASS и галактических координат (каталог PPMX), а также R_i -величин, базирующихся на наблюдениях в оптическом диапазоне, выполненных на одном инструменте (каталоги UCAC2,3) с точностью до 0.5^m . Нами была предпринята попытка улучшить систему R -величин.

С этой целью из 5200 звезд было отобрано 4565 звезд с известными значениями величин V, R, I, J, H, K . Причем значения R, I приведены в системах Джонсона (J), Козинса (C), Крона (K, свыше 90 % звезд). В нашем списке 154 звезды имели значения R_k, R_c , а 58 — R_k, R_j . По найденным значениям коэффициентов перевода с ошибками $\pm 0.07^m, \pm 0.12^m$ соответственно все значения были переведены в систему R_k . Затем по значениям R_k, J, H, K для 4565 звезд были определены коэффициенты перевода с точностью $\pm 0.22^m$ эмпирически подобранных уравнений вида

$$R_k = d_1 + d_2 \cdot \sin e_l + d_3 \cdot [(H - K) - (J - K)]^2 + d_4 \cdot (H - K)^2 + d_5 \cdot (J - H) + d_6 \cdot J + R_m \quad (1)$$

и $\pm 0.24^m$ — для уравнения вида

$$R_k = d_1 + d_2 \cdot \sin e_l + d_3 \cdot J + d_4 \cdot H + d_5 \cdot K + R_m, \quad (2)$$

где e_l — галактическая долгота, J, H, K — величины из ближнего ИК-диапазона каталога 2MASS, R_m — среднее значение величины R .

При решении уравнений коэффициент, зависящий от галактической широты, оказался несущественным. Попутно определялись значения $I_k (\pm 0.11^m)$ и $V_j (\pm 0.31^m)$.

Используя дополнительно фотоэлектрический каталог 4500 звезд [7], для определения значений R (после отбора осталось 230 в основном ярких звезд) мы определили R_j с точностью $\pm 0.33^m$. Из нашего списка, включающего 4565 звезд, было найдено 2866 звезд, общих с каталогом PPMX и 1657 — с каталогом UCAC2. После исключения систематических ошибок получена случайная ошибка определения R : $\pm 0.46^m$ и $\pm 0.37^m$ соответственно.

Затем был предпринят анализ результатов, полученных на основе уравнения (1). Мы приняли, что значения разностей $|R_k - R_{\text{выч}}|$, превышающие 3^m , являются ошибочными. Далее из отобранных 4565 звезд для определения связи между значениями R и J, H, K были образованы три группы звезд, разбитых по спектрам и показателям цвета так, как показано в табл. 1. Затем вычислялись средние разности $R - J, J - H, J - K, H - K$ и их ошибки.

Определение R_k для звезд каталога PPMX, UCAC2,3 проводилось в несколько этапов. На первом этапе после вычисления значений R_k с использованием коэффициентов уравнений (1) и (2) отбирались проблемные звезды со значениями R_k , превышающими разности $R - J, J - H, J - K, H - K$, подобранные эмпирически. Например, принималось, что значения $R - J$ не должны быть больше $+3.7^m$ и меньше -0.7^m . Использование коэффициентов уравнения (1) с квадратичными членами как раз и позволяло выявить звезды, для которых значения R_k иногда достигали нескольких десятков звездных величин, что для нашего случая нереально. Доля таких звезд (в нашем случае интервал по прямому восхождению 2 ч) составляла 1–4 %.

На втором этапе использовались коэффициенты уравнения (2), и для проблемных звезд, отобранных на первом этапе, выполнялась следующая процедура. К значениям разностей $R - J, J - H, J - K, H - K$ добавлялись или отнимались значения 2 (все эти действия выполнялись одновременно для трех групп звезд). Если разности не укладывались в эти границы, тогда решались уравнения (3) и определяли R_k для проблемных звезд в предположении ошибочности значений K , т. е. без разностей $H - K, J - K$; если звезда осталась проблемной — без разностей $J - H, H - K$ (ошибка в значении H), и наконец, J . Затем выполнялись условия второго этапа, но с расширением границ разностей 2 вместо значений 2 принимались значения 3 , и так далее.

Таблица 1. Распределение звезд, использованных для связи систем, по спектральным характеристикам и показателям цвета

Sp	n	$R - J$	$J - H$	$J - K$	$H - K$
O – F4, WD	94	0.81^m	0.18^m	0.23^m	0.05^m
F5 – K4	1187	1.38	0.44	0.55	0.11
K5 и далее	3126	2.15	0.59	0.80	0.20
		$\pm 0.49^m$	$\pm 0.13^m$	$\pm 0.16^m$	$\pm 0.07^m$

Таблица 2. Содержание записи о каждой звезде

Позиция	Формат	Единица измерения	Примечание
1	a1		1, 2, 3 — информация о звезде записана в двух и более строках
2	a1		1 — флаг точности положения
3—4	I2	ч	Часы, прямое восхождение (равноденствие и эпоха 2000.0)
5—6	I2	мин	Минуты, прямое восхождение
7—8	I2	с	Секунды, прямое восхождение
9	a1		1 — флаг точности положения
10—11	i2	град	Градусы, склонение (равноденствие и эпоха 2000.0)
12—13	i2	мин	Минуты, склонение
14—15	i2	с	Секунды, склонение
16	A1		Тип кратной системы
17—18	A2		Кратная система
19	A2		1 — флаг неопределенности номера AC2000
20—21	I2		13 — код AC2000
22—31	I10		Номер AC2000
32	A1		1 — флаг неопределенности номера UCAC2, UCAC3
33—34	I2		5 — код UCAC2, UCAC3
35—44	I10		Номер UCAC2, UCAC3
45	a1		1 — флаг неопределенности номера GSC
46—47	I2		1 — код GSC
48—57	I10		Номер GSC
58	a1		1 — флаг неопределенности номера звезды из каталога, авторского списка
59—60	i2		Код каталога, авторского списка звезд
61—70	I10		Номер звезды
71—148	a1, i2, i10		См. позицию 58, 59—60, 61—70

На третьем этапе для оставшихся проблемных звезд использовались коэффициенты уравнения (2) и обеспечивалось выполнение аналогичных условий второго этапа, но только без разностей $R - J$, т. е. без использования значений R_k , и с расширением границ, превышающих 3 .

Если первоначально количество проблемных звезд составляло 14 % (в выбранном нами интервале по прямому восхождению), то после окончательного решения — до 0.6 %.

В каталог включены астрометрические данные (галактические и экваториальные координаты, собственные движения, оценки звездных величин) и астрофизические характеристики (звездные величины в системе V, B, U, R, I, J, K, H , радиальные скорости, спектры, классы светимости, металличность; метки кратности системы, переменности звезд и другие характеристики). Для удобства пользования приведены номера звезд из различных каталогов, авторских списков звезд и номера основных источников, которые послужили основой для создания

каталога. На данный момент каталог включает коды 66 каталогов и авторских списков звезд.

Идентификационный список представлен массивом 2000000 звезд, упорядоченных по прямому восхождению и размещенных на сайте <ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/astro/c-ihpms3>. Информация о каждой звезде записана в цифровом целочисленном виде одной строкой. Максимальное количество номеров, отводимых на одну звезду из каталогов и авторских списков, не превышает десяти — если больше, то количество строк увеличивается на единицу (см. табл. 2).

В версии 1.0 идентификационный список содержал 515100 номеров звезд [1], в версии 1.1 — 591900, в версии 2.0 [2] — 1005200, в версии 3.0 — свыше 2000000 номеров; причем по три номера содержат около 70000 звезд, 4 номера — 11500, 5 номеров — 6600, 6 номеров — 9000, 7 номеров — 11100, 8 номеров — 9900, 9 номеров — 7500, 10 номеров — 3500, 11 номеров — 1215, 12 номеров — 525, 13 номеров — 290, 14 номеров — 190, 15 номеров — 125, 16 номеров — 66, 17 номеров — 20, 18 номеров — 8, 19 номеров — 1, 20 номеров — 1.

Если звезда имеет номер по каталогу BD, то он записан в позициях 58—70 (см. табл. 2), если HD — в позициях 71—83. Номера звезд из других каталогов и авторских списков записаны произвольно в позициях, отводимых на номера, в том числе и на позициях 58—70 и 71—83 при отсутствии номера BD и HD. Если информация о звезде записана на двух и более строках, то во второй и последующих строках значение склонения записано как 0. Идентификационный список будет регулярно пополняться.

1. *Иванов Г. А.* Кросс-идентификация звезд с большими собственными движениями // Кинематика и физика небес. тел.—2002.—**18**, № 3.—С. 287—288.
2. *Иванов Г. А.* Идентификационный список звезд с большими собственными движениями (версия 2.0) // Кинематика и физика небес. тел.—2008.—**24**, № 2.—С. 164—166.
3. *Пискунов А. Э., Харченко Н. В., Чупина Н. В.* Оптическое расширение инфракрасного каталога 2MASS // Письма в Астрон. журн.—2008.—**34**, № 4.—С. 285—295.
4. *Hauck B., Nitschelm C., Mermilliod M., Mermilliod J.-C.* The General Catalogue of Photometric Data (GCPD) // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1990.—**85**.—P. 989.—(II/167).
5. *Mermilliod J.-C.* Catalogue of homogeneous means in the *UBV* system. — Universite de Lausanne, Institut d'Astronomie, 1991.— (II/168).
6. *Mermilliod J.-C.* *UBV* Photoelectric catalogue: Data 1986—1992 // Bull. Inf. CDS.—1994.—**45**.—P. 3.—(II/193).
7. *Morel M., Magnenat P.* *UBVRJJKLMNH* Photoelectric Photometric Catalogue // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1978.—**34**.—P. 477.—(II/7A).

Поступила в редакцию 29.03.10