

УДК: 524.3

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БЛИЗКИХ И ДАЛЕКИХ  
ЗВЕЗД КАТАЛОГА HIPPARCOS

Е.В.ДРОБИТЬКО, В.В.ВИТЯЗЕВ

Поступила 18 декабря 2002

Принята к печати 10 января 2003

Проведен кинематический анализ собственных движений звезд главной последовательности и звезд-гигантов класса светимости III. Для уверенного разделения всех параметров модели Огородникова-Милна был применен новый метод, основанный на представлении собственных движений звезд в системах координат, полюса которых находятся на каждой из трех главных осей галактического триэдра. Получены решения по звездам разных спектральных классов. Обнаружено, что главная последовательность разделяется на две зоны (близкие и далекие звезды) с довольно резкой границей  $B - V = 0.5$ . Показано, что эффект Паренаго может быть связан с различной удаленностью от Солнца звезд главной последовательности.

1. *Введение.* В 1939г. П.П.Паренаго [1] обнаружил, что основные кинематические характеристики звезд главной последовательности (скорость и координаты апекса движения Солнца, а также полуоси эллипсоида распределения остаточных скоростей) зависят от спектрального класса звезд. При этом для звезд от типа В до F все кинематические характеристики показывают небольшое возрастание, в спектральном типе F происходит резкое изменение всех кинематических характеристик, затем у звезд-карликов типов G, K, M эти характеристики остаются без существенных изменений. Таким образом главная последовательность оказывается разделенной на две части. Первая - состоящая из звезд спектральных классов В, А, F, вторая - F, G, K, M. Впоследствии это явление приобрело название *эффект Паренаго*, а в зарубежной научной литературе - *разрыв Паренаго* (Parenago's discontinuity).

Эффекту Паренаго посвящена огромная литература, однако до сих пор ему не найдено исчерпывающее объяснение. Из последних работ в этом направлении следует отметить статью Денена и Бинни [2], в которой по результатам обработки 11865 звезд, полученных объединением кинематически несмещенных выборок, существование эффекта подтверждается. Для изучения полного поля скоростей звезд помимо собственных движений требуется знание лучевых скоростей. К сожалению, отсутствие наблюдательной программы по определению лучевых скоростей в миссии HIPPARCOS не позволяет использовать в полном объеме высокоточные измерения собственных движений и параллаксов звезд еще

для 100 тыс. звезд. Тем не менее, значения параллаксов звезд, измеренных на миллисекундном уровне точности (радикально новое достижение астрометрии последних лет), позволяет по-новому взглянуть на эффект Паренаго, поскольку теперь можно уверенно разделять звезды одного и того же спектрального класса на гиганты и карлики, а также локализовать в трехмерном пространстве группы звезд, собранные по общему признаку. Такому подходу в изучении эффекта Паренаго и посвящена настоящая работа.

2. *Анализ собственных движений звезд с помощью алгоритма поворотов.* Для кинематического анализа собственных движений звезд нами была использована трехмерная модель Огородникова-Милна [3], дополненная членами, описывающими движение Солнца относительно выбранного центроида звезд. В рамках этой модели для собственных движений звезд по долготе имеем

$$\mu_l \cos b = \sum_{i=1}^7 L_i f_i(l, b), \quad (1)$$

где

$$L_i = \{U, V, \omega_1 - M_{23}^+, \omega_2 + M_{13}^+, \omega_3, M_{11}^+, M_{12}^+\}, \quad (2)$$

$$f_1(l, b) = \sin l, \quad f_2(l, b) = -\cos l, \quad f_3(l, b) = -\sin b \cos l, \quad f_4(l, b) = -\sin b \sin l,$$

$$f_5(l, b) = \cos b, \quad f_6(l, b) = -\frac{1}{2} \cos b \sin 2l, \quad f_7(l, b) = \cos b \cos 2l.$$

Аналогичные уравнения для собственных движений звезд по широте имеют следующий вид:

$$\mu_b = \sum_{i=1}^{10} L'_i f'_i(l, b), \quad (3)$$

где

$$L'_i = \{U, V, W, \omega_1, \omega_2, M_{11}^+, M_{33}^+, M_{12}^+, M_{13}^+, M_{23}^+\}, \quad (4)$$

$$f'_1(l, b) = \sin b \cos l, \quad f'_2(l, b) = \sin b \sin l, \quad f'_3(l, b) = -\cos b, \quad f'_4(l, b) = \sin l,$$

$$f'_5(l, b) = -\cos l, \quad f'_6(l, b) = -\frac{1}{2} \sin 2b \cos^2 l, \quad f'_7(l, b) = \frac{1}{2} \sin 2b,$$

$$f'_8(l, b) = -\frac{1}{2} \sin 2b \sin 2l, \quad f'_9(l, b) = \cos 2b \cos l, \quad f'_{10}(l, b) = \cos 2b \sin l.$$

В эти уравнения входят следующие параметры:  $U, V, W$  - компоненты скорости движения Солнца в галактической системе координат;  $M_{ij}^+, i, j=1, 2, 3$  - элементы симметричной матрицы локальной деформации поля скоростей;  $\omega_i, i=1, 2, 3$  - компоненты угловой скорости твердотельного вращения системы звезд вокруг осей галактического триэдра.

По своему физическому смыслу элементы матрицы деформации поля скоростей  $M^+$  можно разбить на две группы. Первая - это недиагональные

компоненты  $M_{pq}^+$ ,  $p \neq q$ , которые задают деформацию поля скоростей соответственно в плоскости Галактики при  $p=1$ ,  $q=2$ , а также в перпендикулярных плоскостях при  $p=1$ ,  $q=3$  и при  $p=2$ ,  $q=3$ .

Вторая группа - это диагональные элементы. Они определяют скорость расширения системы звезд вдоль осей прямоугольной галактической системы координат. К сожалению, по собственным движениям звезд невозможно определить абсолютным способом расширение или сжатие звездной системы. В том случае, если звездная система имеет вращение только в плоскости Галактики, два параметра матриц вращения и деформации играют особую роль, поскольку они отождествляются с коэффициентами Оорта  $A$  и  $B$ :

$$M_{12}^+ \equiv P = A/k; \quad M_{21}^- \equiv \omega_3 \equiv Q = B/k,$$

где  $k=47.4$  - множитель для перевода ["/век] в [км/с клк]. Поэтому в дальнейшем, следуя Клубе [4], мы будем считать, что  $M_{22}^+ = 0$ . В таком случае определяемые из кинематических уравнений (1), (3) величины  $M_{11}^+$  и  $M_{33}^+$  становятся равносильными  $M_{11}^+ = M_{11}^* - M_{22}^+$  и  $M_{33}^+ = M_{33}^* - M_{22}^+$ . Тем самым, получая численные значения параметров  $M_{11}^+$  и  $M_{33}^+$ , мы имеем возможность судить о расширении системы звезд с точностью до постоянной, которая определяет скорость расширения в направлении, перпендикулярном направлению на центр Галактики. Таким образом, из 12 параметров, входящих в уравнения (1) и (3), только 11 параметров могут быть определены по собственным движениям звезд.

Несмотря на то, что коэффициенты  $L_i'$  однозначно определяют искомые кинематические параметры, уравнение (3) использовать в нашей задаче нецелесообразно. Это объясняется двумя причинами: во-первых, компонента угловой скорости  $\omega_3$  вообще не входит в это уравнение, во-вторых, параметры  $M_{11}^*$ ,  $M_{33}^*$  и  $M_{12}$  связаны с функциями, пропорциональными  $\sin(2b)$  и, следовательно, будут определяться очень ненадежно из-за сильной концентрации звезд к галактической плоскости.

Иную картину мы имеем в случае уравнения (1). Действительно, все искомые параметры-компоненты скорости твердотельного вращения, компоненты расширения и деформации системы звезд - в каждой из трех систем координат определяются через функции, пропорциональные  $\cos b$ . Такая функция дает надежное определение искомых параметров, несмотря на галактическую концентрацию звезд. Тем не менее, уравнение (1) позволяет определить только 5 из 11 параметров модели Огородникова-Милна. Для получения остальных параметров мы используем алгоритм поворотов, предложенный В.В.Витязевым [5]. Этот алгоритм основан на том, что в рамках модели Огородникова-Милна все три главные плоскости галактической системы координат равноправны. Поэтому можно поставить задачу об определении аналогичных параметров в двух оставшихся плоскостях

-  $XZ$  и  $YZ$ . Для этого нужно повернуть галактическую систему координат на  $90^\circ$  сначала вокруг оси  $Y$ , а потом вокруг оси  $X$  и определить в этих новых системах сферические координаты и собственные движения относительно основных плоскостей, перпендикулярных плоскости Галактики. Описание таких преобразований координат и собственных движений звезд дается ниже.

Повернем основную галактическую систему координат  $(X, Y, Z)$  вокруг оси  $Y$  на угол  $\theta = \pi/2$ . Преобразование координат можно записать в виде:

$$\begin{bmatrix} \cos b' \cos l' \\ \cos b' \sin l' \\ \sin b' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos b \cos l \\ \cos b \sin l \\ \sin b \end{bmatrix}. \quad (5)$$

При таком повороте исходная система координат  $(X, Y, Z)$  перешла в систему координат  $(X' = -Z, Y, Z' = X)$ . В этой новой системе координат долготы будут отсчитываться в плоскости  $(X', Y)$ , а широты - в плоскости  $(X', Z')$  в соответствии с формулами

$$\sin b' = \cos b \cos l, \quad \operatorname{tg} l' = \sin l / \operatorname{tg} b. \quad (6)$$

Дифференцируя эти уравнения по времени, для "новых" собственных движений имеем

$$\mu_b \cos b' = -\mu_b \sin b \cos l - \mu_l \sin l \cos b, \quad (7)$$

$$\mu_l \cos b' = \mu_b [\cos b \sin l' - \sin b \sin l \cos l'] + \mu_l \cos b \cos l \cos l'. \quad (8)$$

Теперь повернем основную галактическую систему координат  $(X, Y, Z)$  вокруг оси  $X$  на угол  $\theta = \pi/2$ . В этом случае преобразование координат имеет вид:

$$\begin{bmatrix} \cos b'' \cos l'' \\ \cos b'' \sin l'' \\ \sin b'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos b \cos l \\ \cos b \sin l \\ \sin b \end{bmatrix}. \quad (9)$$

При втором повороте исходная система координат  $(X, Y, Z)$  перешла в систему координат  $(X, Y'' = Z, Z'' = -Y)$ . В этой второй системе координат долготы будут отсчитываться в плоскости  $(X, Y'')$ , а широты - в плоскости  $(X, Z'')$ . Новые координаты могут быть вычислены по формулам

$$\sin b'' = -\cos b \sin l, \quad \operatorname{tg} l'' = \operatorname{tg} b / \cos l. \quad (10)$$

Для "новых" собственных движений во второй системе координат аналогично получаем

$$\mu_b \cos b'' = \mu_b \sin b \sin l - \mu_l \cos b \cos l, \quad (11)$$

$$\mu_l \cos b'' = \mu_b [\sin b \cos l / \sin l'' + \cos b \cos l''] + \mu_l \cos b \sin l \sin l''. \quad (12)$$

Смысл коэффициентов  $L$ , при решении основного кинематического

уравнения в системах координат  $(X, Y, Z)$ ,  $(X', Y, Z')$ ,  $(X, Y'', Z'')$  показан в табл.1.

Таким образом, решая уравнение (1) в системе координат  $(X, Y, Z)$ ,  $(X', Y, Z')$  и  $(X, Y'', Z'')$ , мы получаем все 11 параметров нашей задачи.

Таблица 1

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ  $L_i$  ПРИ РЕШЕНИИ  
УРАВНЕНИЯ (1) В СИСТЕМАХ КООРДИНАТ  
 $(X, Y, Z)$ ,  $(X', Y, Z')$  И  $(X, Y'', Z'')$

	Система $(X, Y, Z)$	Система $(X', Y, Z')$	Система $(X, Y'', Z'')$
$L_1$	$U$	$U$	$-W$
$L_2$	$V$	$W$	$V$
$L_3$	$\omega_1 - M_{23}^+$	$\omega_1 + M_{23}^+$	$-\omega_3 - M_{12}^+$
$L_4$	$\omega_2 + M_{13}^+$	$\omega_3 - M_{12}^+$	$\omega_2 - M_{13}^+$
$L_5$	$\omega_3$	$-\omega_2$	$\omega_1$
$L_6$	$M_{11}^+$	$M_{11}^+ - M_{33}^+$	$M_{33}^+$
$L_7$	$M_{12}^+$	$M_{13}^+$	$-M_{23}^+$

### 3. Наблюдательные данные. Из 118218 звезд каталога HIPPARCOS

были сделаны выборки звезд, удовлетворяющих следующим условиям:

- Звезда не должна входить ни в одну из 5 категорий кратных звезд.
- Звезда должна принадлежать главной последовательности или звездам-гигантам. Принадлежность определялась вхождением в область, границы которой отстоят на  $0^m.075$  от линии, определяемой эмпирическим соотношением

$$M_V = 11.87(B-V) - 10.41(B-V)^2 + 4.83(B-V)^3, \quad (13)$$

задающим по данным Михаласа и Бинни "среднюю линию" главной последовательности диаграммы Герцшпрунга-Рассела при  $-0.32 \leq (B-V) \leq 1.61$  [6]. В свою очередь линия

$$M_V = -0.943 + 9.513(B-V) - 11.727(B-V)^2 + 3.671(B-V)^3 \quad (14)$$

соответствует звездам класса светимости III при  $-0.32 \leq (B-V) \leq 1.80$  [5]. Область вхождения была определена как множество таких точек (звезд) на диаграмме Герцшпрунга-Рассела так, что длина нормали, проведенной через них, не превышает половину ширины определяемой области. Из уравнения нормали

$$Y - y_* = -\frac{(X - x_*)}{f'(x)},$$

где  $X, Y$  - координаты точки эмпирической кривой (13), (14);  $x_*, y_*$  - координаты точки (звезды), через которую проводится нормаль. Определяя

$X, Y$ , находим расстояние от точки (звезды) до кривой как  $s = \sqrt{(x_0 - X)^2 + (y_0 - Y)^2}$ . Данное расстояние не должно превышать в нашем случае  $0^m.075$ , иначе звезда исключается из выборки.

- Звезды, для которых  $\sigma_x/\pi > 33\%$ , были отброшены,  $\sigma$  - средне-квадратическая ошибка определения параллакса.

- Звезды с тангенциальными скоростями больше 80 км/с были исключены.

Выборки звезд главной последовательности и звезд-гигантов были разбиты на подвыборки по показателю цвета (табл.2). Вычисления параметров модели Огородникова-Милна проводились для каждой подвыборки. Ошибки для звезд-гигантов класса III из области [0.56, 0.7] получаются очень большие

Таблица 2

**РАЗБИЕНИЕ ДАННЫХ НА ВЫБОРКИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЦВЕТА. В СТОЛБЦЕ "r" - СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ ДЛЯ КАЖДОЙ ВЫБОРКИ**

Главная последовательность			Звезды-гиганты класса III				
r, пк	B-V	N	r, пк	B-V	N		
279.77	-0 <sup>m</sup> .32	-0 <sup>m</sup> .12	475	319.65	-0 <sup>m</sup> .32	0	516
277.33	-0.12	0	1326	275.33	0	0.18	661
223.33	0	0.12	2267	226.64	0.18	0.38	621
170.54	0.12	0.25	2642	215.88	0.38	0.56	176
135.11	0.25	0.36	1748	231.61	0.56	0.7	25
116.86	0.36	0.43	1761	199.24	0.7	0.92	192
101.69	0.43	0.5	2104	205.59	0.92	0.98	437
87.47	0.5	0.6	2560	228.49	0.98	1.06	622
73.98	0.6	0.7	1582	244.90	1.05	1.12	220
63.23	0.7	0.8	700	249.93	1.12	1.26	315
51.58	0.8	0.95	535	270.89	1.26	1.41	195
42.19	0.96	1.15	569	265.56	1.41	1.54	123
28.73	1.15	2.0	747	288.86	1.54	2.0	125
126.16	-0.32	2.0	29197	229.50	-0.32	2.0	17465

из-за малого числа звезд, попадающих в данную подвыборку. Эта область в таблице выделена другим шрифтом. На графиках результаты для данной подвыборки не отображены.

4. *Координаты апекса и скорость движения Солнца.* Использование собственных движений звезд каталога HIPPARCOS дает немного иную картину эффекта Паренаго [1] для главной последовательности.

Есть два основных отличия в результатах для координат апекса Солнца. Во-первых, это бльшие значения  $L$  и более широкий диапазон для  $L$ : от  $7.5^\circ$  до  $48^\circ$  для результатов Паренаго и от  $35^\circ$  до  $83^\circ$  для выборок по данным HIPPARCOS. Средние значения наших решений лучше удовлетворяют принятым значениям галактических координат стандартного

апекса:  $L=56^\circ$  и  $B=+23^\circ$ . Результаты расчета для  $B$  в среднем соответствуют данным Паренаго. Следует только отметить, что для  $B$  эффект скачка не так ярко выражен, как в случае  $L$ . Во-вторых, это большой разброс значений: у Паренаго максимальная разница двух соседних точек не более  $18^\circ$ , по нашим результатам  $26^\circ$ . Причем следует заметить, что для наших данных это соответствует границе двух областей, на которой и происходит скачок, как будет показано ниже.

Что же касается проявления эффекта, то также можно выделить две группы, особенно хорошо это заметно на графике  $L$ . Одну - со средним значением параметров около  $40^\circ$ , другую -  $66^\circ$ . Паренаго выделил группы проведением средней линии. Он определил, что диапазон, на котором и происходит резкое изменение значений координат апекса и кинематических характеристик, соответствует спектральному классу  $F$ . По нашим результатам такой скачок для  $L$  происходит около точки  $B-V=0.43$ , что соответствует для главной последовательности спектральному классу  $F5$ .

Для звезд-гигантов не получается выделить две группы. Во всем диапазоне  $B-V$  результаты ведут себя или достаточно однородно (компонента

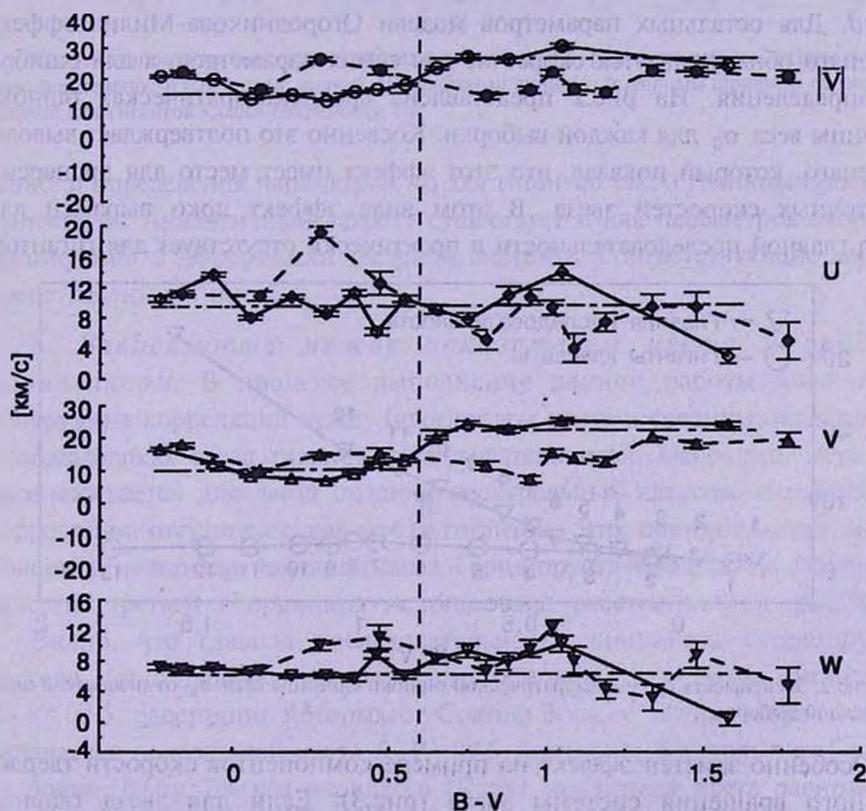


Рис. 1. Пространственная скорость движения Солнца и ее компоненты относительно групп звезд главной последовательности (сплошные линии). Штриховыми линиями и жирным шрифтом обозначены данные для гигантов класса светимости III.

скорости  $U$ ) или стохастично ( $L$ ). Поэтому можно сказать, что для гигантов эффект Паренаго отсутствует. Это относится как к координатам апекса, так и к компонентам пространственной скорости.

Что же касается пространственной скорости для главной последовательности, то можно наблюдать картину, аналогичную описанной для координат апекса. Здесь "классический" эффект проявляется только для компоненты  $V$  пространственной скорости (рис.1). Так как вращение вокруг галактической оси есть основная часть движения звезд наших выборок, то аналогично эффект проявляется и для общей пространственной скорости движения Солнца. Следует отметить, что в ранее упомянутой работе Динена и Бинни [2] указывается на наличие эффекта только для компоненты  $V$  и дисперсии скорости пространственного движения Солнца.

Таким образом, можно сказать, что по данным каталога HIPPARCOS эффект Паренаго для координат апекса и пространственной скорости движения Солнца имеет место только для звезд главной последовательности.

**5. Компоненты скоростей вращения и деформации системы звезд.** Для остальных параметров модели Огородникова-Милна эффект Паренаго обнаруживается скорее не для самих параметров, а для ошибок их определения. На рис.2 представлена среднеквадратическая ошибка единицы веса  $\sigma_0$  для каждой выборки. Косвенно это подтверждает выводы Паренаго, который показал, что этот эффект имеет место для дисперсии остаточных скоростей звезд. В этом виде эффект ярко выражен для звезд главной последовательности и практически отсутствует для гигантов.

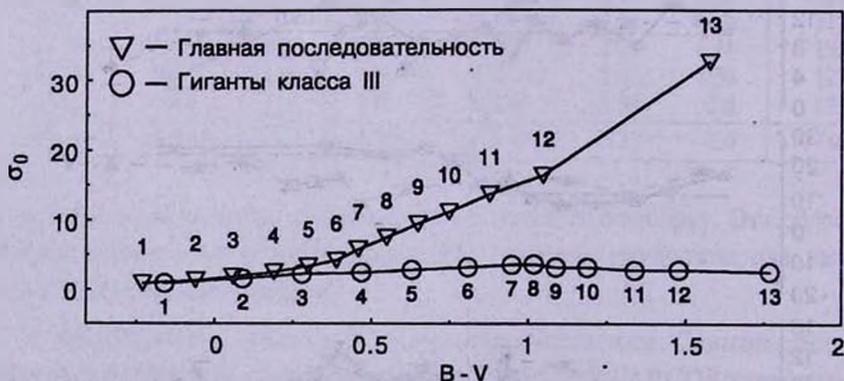


Рис.2. Зависимость среднеквадратической ошибки единицы веса  $\sigma_0$  от показателя цвета для каждой выборки.

Особенно заметен эффект на примере компонентов скорости твердотельного вращения системы звезд (рис.3). Если для звезд главной последовательности мы можем указать четкую границу, приходящуюся на показатель цвета 0.60-0.75, начиная с которой резко возрастают

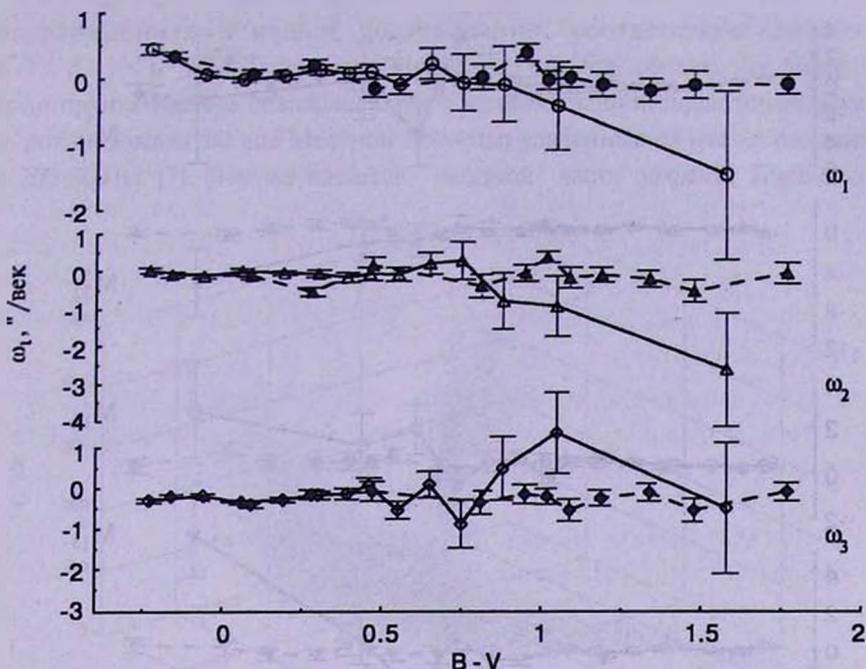


Рис.3. Компоненты скорости твердотельного вращения, рассчитанные по звездам главной последовательности (сплошные линии). Штриховыми линиями и жирным шрифтом обозначены данные для гигантов класса светимости III.

ошибки определения параметров, то для гигантов такой границы просто не существует. Аналогичный эффект существует и для параметров скорости расширения и деформации звездной системы. Соответствующие данные представлены на рис.4.

6. *Зависимость между показателем цвета и средним параллаксом.* В процессе выполнения данной работы нами была обнаружена корреляция между показателем цвета и средним параллаксом в подвыборках звезд главной последовательности. Особенно четко это прослеживается для звезд поздних спектральных классов. Но подобная корреляция отсутствует для звезд-гигантов. Это обстоятельство может пояснить нестандартная диаграмма Герцшпрунга-Рассела, на которой в качестве третьей координаты использовано расстояние (см. рис.5).

Видно, что главная последовательность диаграммы Герцшпрунга-Рассела четко делится на две части. Первая - это ветвь гигантов с  $B - V < 0^m.5$ , расстояние которых от Солнца больше 100 пк, вторая - ветвь карликов с показателем цвета  $B - V > 0^m.5$ , удаленность которых от Солнца не более 100 пк. Звезды же класса III для показателя цвета равномерно распределены по расстоянию в диапазоне от 100 пк до 300 пк. Причем следует заметить, что звезд-гигантов класса III, расположенных ближе,

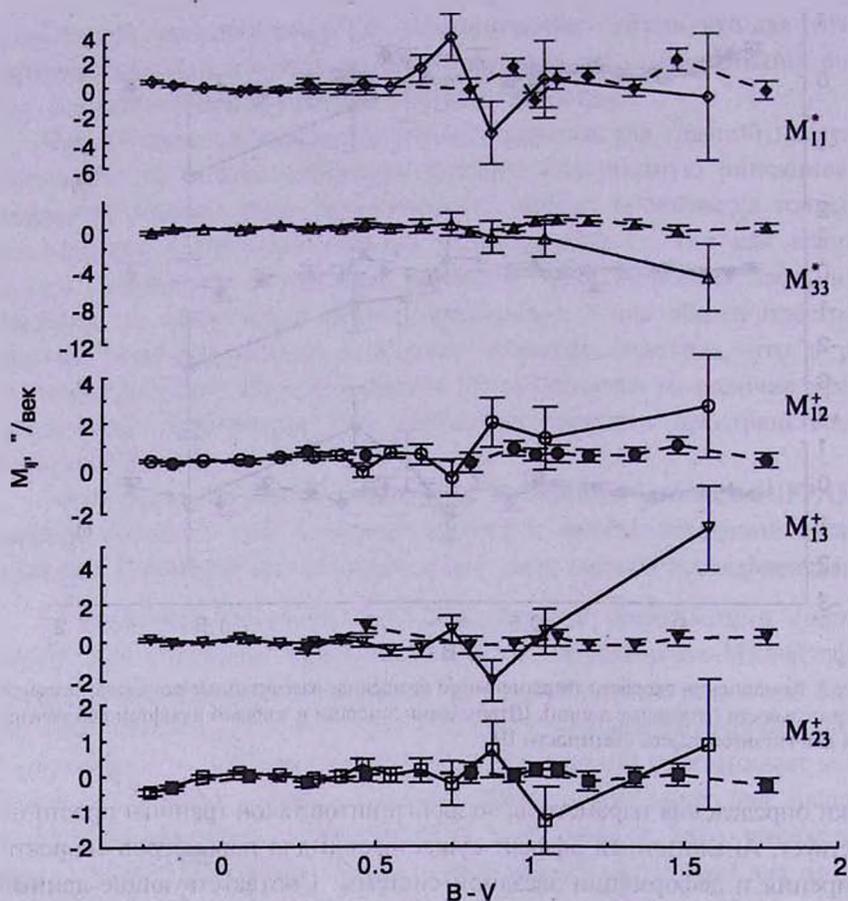


Рис.4. Компоненты скорости деформации звездной системы, рассчитанные по звездам главной последовательности (сплошные линии). Штриховыми линиями и жирным шрифтом обозначены данные для гигантов класса светимости III.

чем 100 парсек, практически нет.

Разделение главной последовательности по расстояниям до звезд с граничной точкой  $B - V = 0^m.5$  и отсутствие подобного разделения для звезд класса III является возможным объяснением эффекта Паренаго как эффекта селекции звезд в используемом каталоге.

**7. Заключение.** Основные результаты нашего исследования носят предварительный характер, однако можно сказать, что так называемый эффект Паренаго является более сложным явлением, чем считалось раньше. Прежде всего, его следует разделить на "солнечную" и "звездную" части.

Использование современного, гораздо более обильного и точного наблюдательного материала подтверждает данные, полученные Паренаго более полувека назад. Область, на которой происходит изменение кинематических параметров, определенная в работе Паренаго и

подтвержденная в нашем исследовании, соответствует диапазону ( $0^m.3 < B - V < 0^m.75$ ). Любопытно отметить, что эта область на диаграмме Гершпрунга-Рассела совпадает с тем участком главной последовательности, где локализованы звезды Местной системы, удаленные от нас на расстояния до 200-300 пк [7]. Что же касается "звездной" части эффекта Паренаго, то

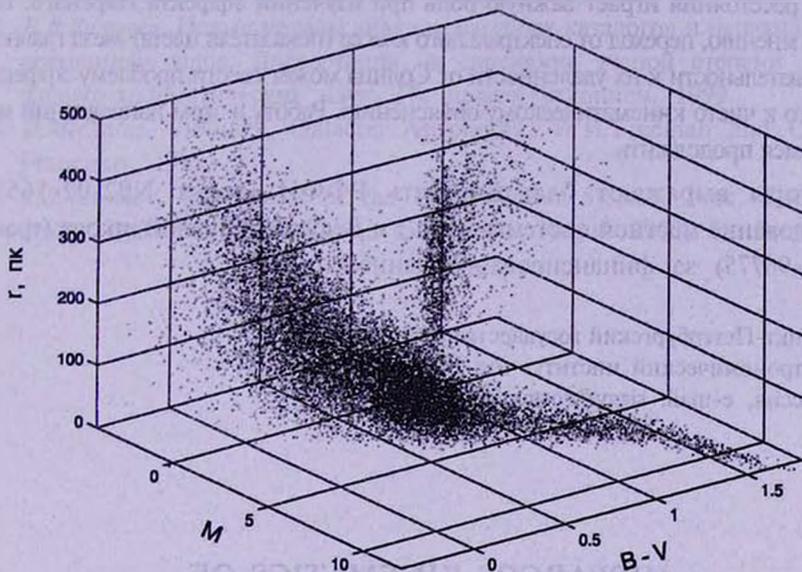


Рис.5. Трехмерная диаграмма Гершпрунга-Рассела. По оси аппликат отложено расстояние до звезды в парсеках.

здесь надо сказать, что использование собственных движений звезд без их лучевых скоростей косвенно подтверждает наличие скачка непрерывности в зависимости пространственных скоростей звезд главной последовательности от их спектрального класса. Более точно наш результат можно сформулировать следующим образом: параметры модели Огородникова-Милна по собственным движениям звезд главной последовательности определяются весьма надежно только для звезд с  $B - V < 0^m.5$ . Для остального участка главной последовательности ( $B - V > 0^m.5$ ) надежность определения этих параметров резко падает. Это обстоятельство тесно связано с распределением звезд главной последовательности в пространстве, то есть с тем, что звезды с ( $B - V > 0^m.5$ ) - это карлики, которые видны только на близких (до 100 пк) расстояниях. Из теоретических соображений следует, что в пределах объема пространства с радиусом 300 пк параметры Оорта должны определяться независимо от расстояний до звезд. Обнаруженное нами противоречие говорит о том, что кинематика близких звезд не следует модели плоского вращения Галактики. В равной степени она противоречит и более общей модели Огородникова-Милна.

Отметим также одно важное обстоятельство. Наш анализ показывает, что эффект Паренаго существует только для звезд главной последовательности и не обнаруживается для гигантов класса III. При этом, в противоположность звездам главной последовательности, гиганты ранних и поздних спектральных классов в нашей выборке распределены в шаровом поясе радиуса 250 пк. Мы видим, что фактор расстояния играет важную роль при изучении эффекта Паренаго. По нашему мнению, переход от спектрального класса (показателя цвета) звезд главной последовательности к их удаленности от Солнца может свести проблему эффекта Паренаго к чисто кинематическому объяснению. Работу в этом направлении мы собираемся продолжить.

Авторы выражают благодарность РФФИ (грант N02-02-16570 "Исследование местной системы звезд") и Ведущей научной школе (грант N00-15-96775) за финансирование данной работы.

Санкт-Петербургский государственный университет,  
Астрономический институт им. В.В.Соболева,  
Россия, e-mail: siggy@dorms.spbu.ru

## HIPPARCOS KINEMATICS OF NEARBY AND DISTANT STARS

E.V.DROBITKO, V.V.VITYAZEVA

The proper motions analysis of the main sequence stars and of the luminosity class III stars listed in the catalogue HIPPARCOS is presented. A new method based on representation of proper motions in coordinate systems whose poles are associated with each of the principal galactic axes is proposed. This method yields complete separation of all parameters of the Ogorodnikoff-Miln's model. The solutions for stars of different spectral classes are obtained. It is found that with respect to parallaxes the main sequence is splitted into two zones (distant and close stars) with rather sharp border at  $B - V = 0.5$ . It is shown that the Parenago's discontinuity may be connected with this effect.

Key words: *stars:kinematics*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *П.П.Паренаго*, Астрон. ж., **27**, 150, 1950.
2. *W.Dehnen, J.Binney*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **298**, 387, 1997.
3. *B. du Mont*, Astron. Astrophys., **61**, 127, 1977.
4. *S.V.M.Clube*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **159**, 289, 1972.
5. *В.В.Витязев*, Новые методы анализа звездных каталогов и неравномерных временных рядов, Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. На правах рукописи, 1999.
6. *D.Michalas, J.Binney*, Galactic Astronomy, W.H.Freeman and Co, San Francisco, 1981.
7. *A.S.Tsvetkov*, Kinematics of the Local Stellar System, Proc. Conference Stellar Dynamics: from Classic to Modern, August 2000, St. Petersburg.