АСТРОНОМИЯ

УДК 521:27

В. В. Витязев, А. Ю. Шляпникова

СРАВНЕНИЕ КАТАЛОГОВ PPM и HIPPARCOS

1. Введение и постановка задачи

Каталог HIPPARCOS составляет оптическую часть инерциальной системы отсчета, заданной набором радиоисточников, наблюдавшихся методами РСДБ. Внутренняя точность каталога определяется величиной 1 мсд по координатам и значением 1 мсд/год по собственным движениям звезд [1]. Кроме того, считается, что региональные ошибки не превышают 0.1–0.2 мсд, что гораздо ниже, чем у других существующих каталогов. Это дает возможность использовать астрометрию HIPPARCOS в качестве эталона для изучения систематических ошибок каталогов, полученных средствами наземной оптической астрометрии.

Каталог PPM [2] был построен в системе FK5. Хотя он в среднем менее точен чем FK5, тем не менее, он содержит гораздо больше звезд и охватывает большой диапазон звездных величин. Примерно 110 000 звезд из этого каталога наблюдались спутником HIPPARCOS.

Систематические разности PPM-HIPPARCOS изучались в работах Миньяра и Фрошле [4] и Швана [5]. В этих статьях впервые было показано, что систематические разности PPM-HIPPARCOS ведут себя существенно по-разному в северном и южном полушариях небесной сферы. Несмотря на это, в указанных работах использовались методы анализа, игнорировавшие это обстоятельство. В нашей статье для сравнения каталогов PPM и HIPPARCOS мы используем специально разработанные методы, ориентированные на изучение указанных систематических разностей отдельно в северном и южном полушариях.

2. Отбор звезд

Для анализа мы составили каталог индивидуальных разностей PPM-HIPPARCOS, содержащий 93 379 звезд (47 321 звезд северного полушария и 46 058 южного). Сюда не вошли те звезды, которые по данным каталога HIPPARCOS являются кратными системами, а также звезды, для которых выполнялись условия $|\Delta\alpha|, |\Delta\delta| > 2000$ мсд и $|\Delta\mu_\alpha|, |\Delta\mu_\delta| > 50$ мсд/год.

© В. В. Витязев, А. Ю. Шляпникова, 2005

Сначала исследование систематических разностей PPM-HIPPARCOS проводилось по всей сфере, но дальнейший анализ показал (рис. 1, 2), что разумно использовать наблюдательные данные, полученные по северному и южному полушарию, раздельно. Для этого есть несколько причин. Во-первых, точность положений и собственных движений звезд южного полушария PPM в 2–3 раза выше чем в северном, во-вторых, средняя эпоха наблюдений для двух полусфер разная: для северного полушария авторы каталога PPM [2] объявили 1931.0, для южного — 1961.8. Приведенные далее результаты также указывают, что северное и южное полушария каталога PPM представляют собой по сути два разных наблюдательных материала, которые необходимо исследовать раздельно.

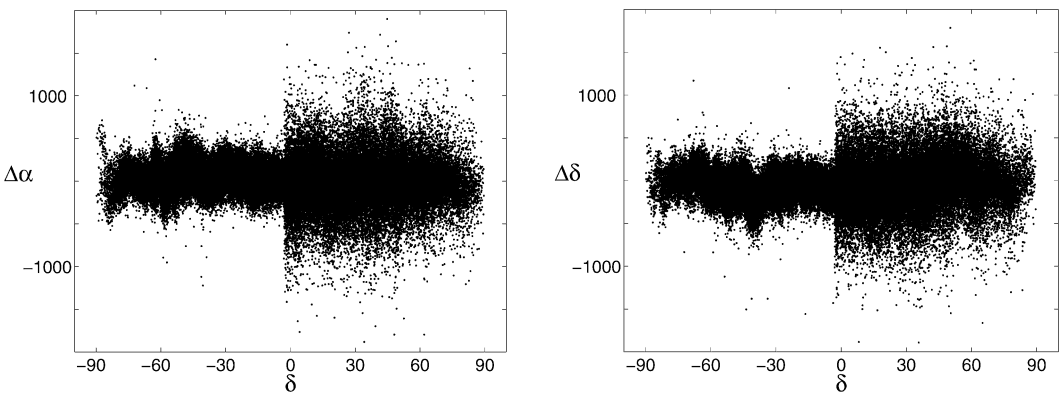


Рис. 1. Разности PPM-HIPPARCOS вида $\Delta\alpha\cos\delta$ и $\Delta\delta$ [мсд] как функции склонения.

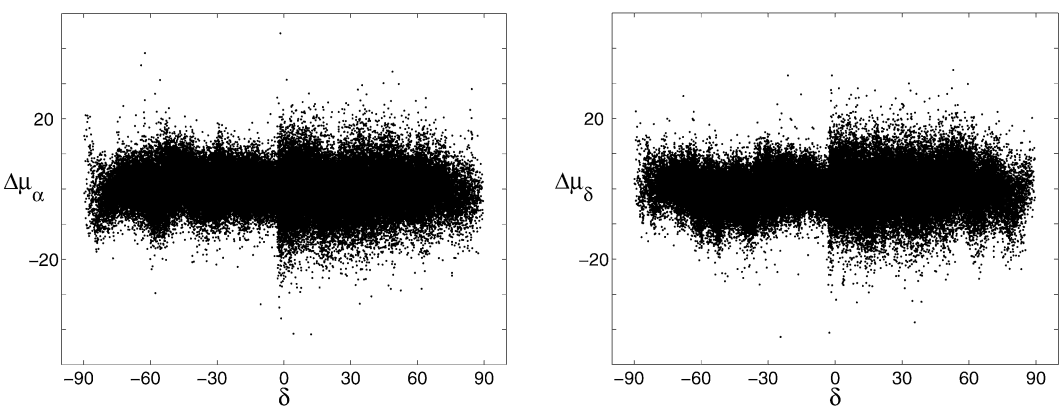


Рис. 2. Разности PPM-HIPPARCOS вида $\Delta\mu_\alpha\cos\delta$ и $\Delta\mu_\delta$ [мсд/год] как функции склонения.

3. Взаимное вращение

В последнее время модель взаимного жесткого вращения систем отсчета стала стандартным аппаратом при сравнении астрометрических каталогов ([1]–[5]). Однако, подробное изучение взаимного поворота и вращения систем FK5 и HIPPARCOS, выполненное нами [6], показало, что единого механизма взаимного вращения этих систем не существует.

Так как каталог PPM содержит гораздо большее число звезд и охватывает гораздо больший диапазон звездных величин, чем каталог FK5, мы решили подробно изучить механизм взаимного вращения в систематических разностях собственных движений PPM-HIPPARCOS. Математически это сводится к определению проекций ω_x, ω_y, ω_z вектора взаимного вращения $\vec{\omega}$ из уравнений

$$\begin{aligned} \Delta\mu_\alpha \cos\delta &= -\omega_x \sin\delta \cos\alpha - \omega_y \sin\delta \sin\alpha + \omega_z \cos\delta, \\ \Delta\mu_\delta &= \omega_x \sin\alpha - \omega_y \cos\alpha. \end{aligned} \tag{1}$$

3.1. Метод наименьших квадратов. Параметры взаимного вращения двух систем отсчета получают, как правило, методом наименьших квадратов из совместного решения уравнений (1) без анализа результатов их раздельных решений. В последнее время для решения этой задачи стали использовать метод представления систематических разностей координат и собственных движений звезд по системам векторных сферических функций [3]. Но как было показано в [6] в обоих этих методах совместное решение основных уравнений является линейной комбинацией результатов их раздельного решения. Более того, совместное решение всегда приписывает тройной вес δ-решению по сравнению с α-решением.

Имея в виду вышесказанное, мы получили раздельные решения уравнений (1) методом наименьших квадратов. Результаты приведены в табл. 1. Здесь же для сравнения мы представили результаты совместного решения. Решения были получены по полной сфере, а также по северному и южному полушариям отдельно.

Анализ этой таблицы показывает, что оценки параметров ω_x и ω_y для всей сферы и каждого полушария неплохо согласуются между собой при их получении в системе склонения или из совместного решения. В этом нет ничего удивительного, так как результаты совместного решения по-существу определяются системой склонения. Обращает на себя внимание другое обстоятельство: оценки, полученные в системе прямого восхождения плохо согласуются с оценками, следующими из системы склонения. Это обстоятельство ставит под сомнение модель взаимного жесткого вращения систем отсчета исследуемых каталогов.

Таблица 1. **Угловая скорость вращения [мсд/год] каталогов PPM и HIPPARCOS**

	$\Delta\mu_\alpha \cos\delta$	$\Delta\mu_\delta$	COMB
Полная сфера			
ω_x	-0.19 ± 0.04	-0.87 ± 0.02	-0.70 ± 0.03
ω_y	1.59 ± 0.04	0.63 ± 0.02	0.88 ± 0.03
ω_z	0.12 ± 0.02	—	0.11 ± 0.03
Северное полушарие			
ω_x	0.13 ± 0.07	-0.68 ± 0.04	-0.48 ± 0.05
ω_y	0.98 ± 0.07	0.65 ± 0.04	0.73 ± 0.05
ω_z	-0.45 ± 0.03	—	-0.46 ± 0.05
Южное полушарие			
ω_x	-0.48 ± 0.05	-1.06 ± 0.03	-0.91 ± 0.04
ω_y	2.14 ± 0.05	0.61 ± 0.03	1.04 ± 0.04
ω_z	0.75 ± 0.03	—	0.74 ± 0.04

3.2. Уравнение яркости. Одной из причин, которая может нарушить жесткость модели взаимного вращения астрометрических систем отсчета, является систематическая ошибка «уравнение яркости». Благодаря большому числу звезд каталога PPM (рис. 3), мы можем проверить это предположение, получив зависимость оценок пара-

метров вращения от звездной величины. Исследование этой зависимости мы провели двумя способами. Рассмотрим их более подробно.

3.2.1. Метод разложения по бинам. В этом методе для каждого промежутка (бина) звездной величины были отобраны звезды, попадающие в этот бин. Для каждой полученной выборки параметры вращения были получены с помощью раздельных и совместного решений уравнений (1).

Практика показала, что метод разложения по бинам надо использовать с осторожностью. Во-первых, выборки звезд определенной звездной величины дают в отдельных случаях большое сгущение звезд в некоторых областях небесной сферы, а если еще делать выборку по отдельным полушариям, то обстановка с концентрацией звезд еще более усугубляется. По этой причине МНК дает неверные результаты. Для контроля над этой ситуацией для каждой выборки строилась корреляционная матрица, по которой можно было судить о правомерности применения метода.

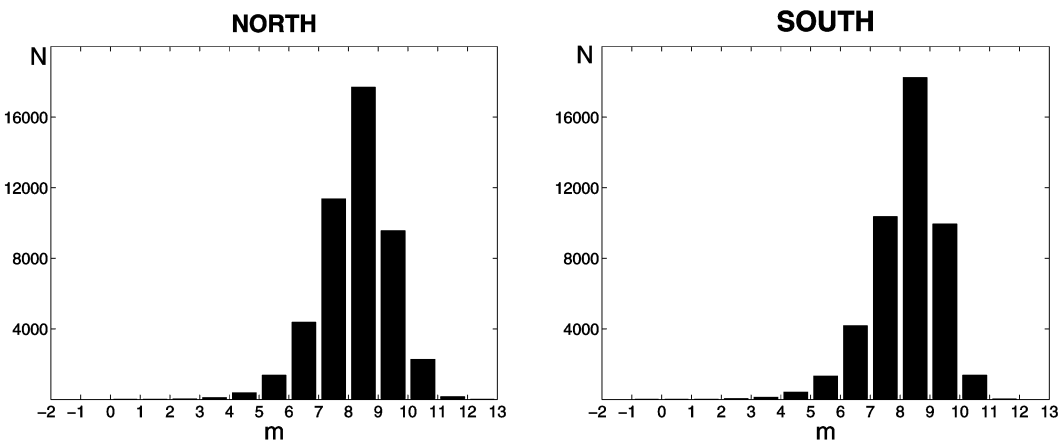


Рис. 3. Плотность распределения звезд каталога PPM по звездной величине для северного и южного полушарий.

Как показывает статистика каталога PPM (рис. 3), основная масса звезд в двух полушариях лежит в пределах от 5^m до 11^m. Используя длину бина, равную 1^m, на этом интервале мы получили результаты, показанные на рис. 4–6.

3.2.2. Полиномы Эрмита. Зависимость параметров вращения от звездной величины можно получить также, представив их в следующем виде:

$$\omega_x = a_{x,0}H_0(\bar{m}) + a_{x,1}H_1(\bar{m}) + a_{x,2}H_2,(\bar{m}) + \dots. \tag{2}$$

$$\omega_y = a_{y,0}H_0(\bar{m}) + a_{y,1}H_1(\bar{m}) + a_{y,2}H_2,(\bar{m}) + \dots. \tag{3}$$

$$\omega_z = a_{z,0}H_0(\bar{m}) + a_{z,1}H_1(\bar{m}) + a_{z,2}H_2,(\bar{m}) + \dots. \tag{4}$$

Здесь H_0, H_1, H_2 — полиномы Эрмита, $\bar{m}$ — безразмерная звездная величина, которая вычисляется по формуле $\bar{m} = (m - m_0)/\sigma_m$, где m_0 — средняя звездная величина звезд сравнения, а σ_m — среднеквадратичное уклонение звездных величин от средней. Для звезд каталога PPM имеем следующие значения: $m_0 = 8.24$, $\sigma_m = 1.16$.

Подставляя выражения (2)–(4) в уравнения (1), мы получили коэффициенты разложения функций (2)–(4) по всем звездам. Для контроля за надежностью метода мы

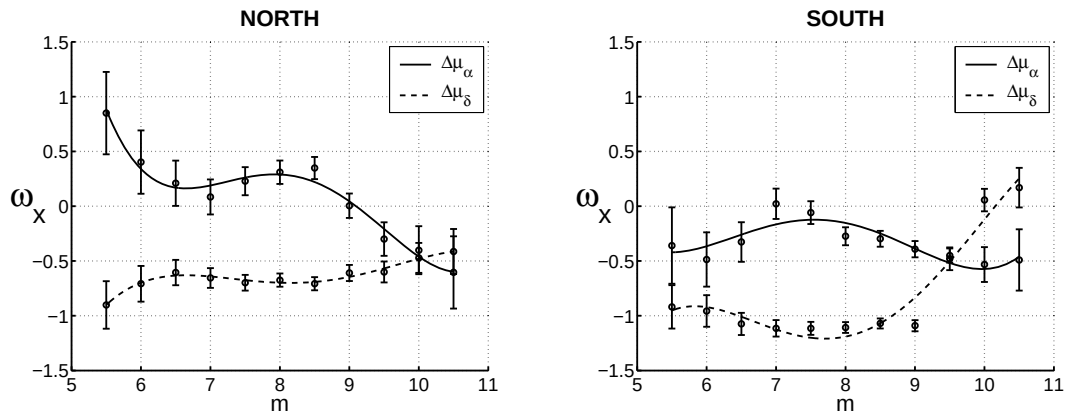


Рис. 4. Систематические разности собственных движений в мсд/год для компоненты ω_x.

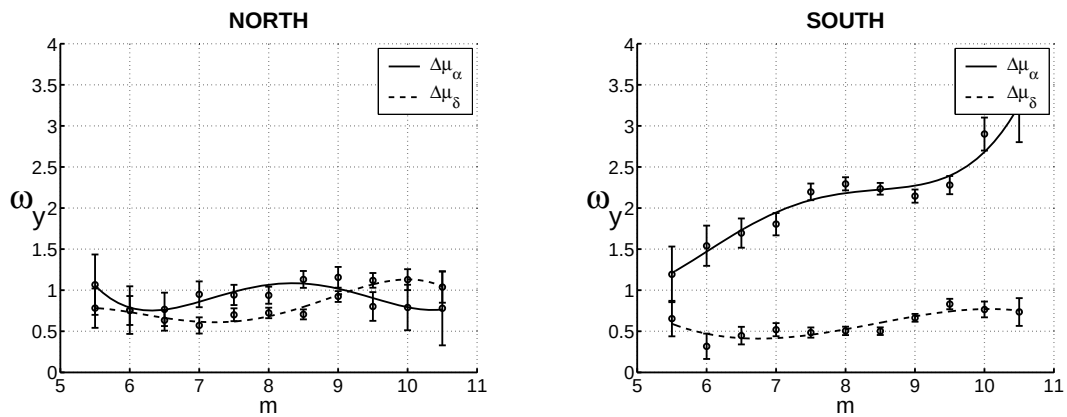


Рис. 5. Систематические разности собственных движений в мсд/год для компоненты ω_y.

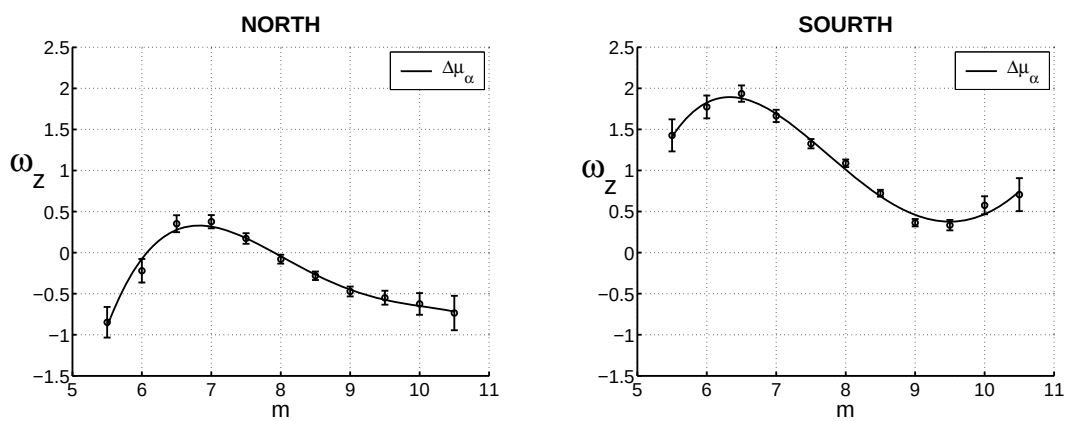


Рис. 6. Систематические разности собственных движений в мсд/год для компоненты ω_z.

построили корреляционные матрицы, по которым судили о достоверности коэффициентов. Достоверные результаты получаются в том случае, когда мы берем степень полинома не больше 2.

При введении в модель вращения уравнения яркости, результаты получаются почти такие же, как и при разложении систематических разностей по бинам звездной величины.

Из рис. 4–6 видно, что в обоих полушариях небесной сферы параметры вращения, полученные по $\Delta\mu\cos\delta$, показывают сильную зависимость от блеска звезд. Аналогичная, но менее выраженная зависимость наблюдается и для результатов решения второго уравнения (1). При этом по-прежнему результаты решения обоих уравнений для звезд одинаковой яркости сильно различаются. Можно отметить лишь некоторые решения, где различий нет. Например, в северном полушарии согласуются значения ω_x для $m \approx 10$, ω_y для $m \approx 6$ и $m \approx 9$. В южном полушарии согласуются только значения параметра ω_x для $m \approx 9.5$. Несмотря на эти единичные совпадения, общий характер поведения кривых на рис. 4–6 еще раз говорит о том, что разности собственных движений звезд каталогов PPM и HIPPARCOS вряд ли можно описать моделью жесткого вращения соответствующих систем отсчета.

4. Тестирование методом ROTOR

Отмеченные в конце предыдущего параграфа различия оценок в системах прямого восхождения и склонения требуют особых методов подтверждения самой реальности существования взаимного вращения каталогов PPM и HIPPARCOS. С этой целью мы разработали специальный метод, основанный на представлении систематических разностей с помощью скалярных сферических функций в каждом из полушарий небесной сферы. Этот подход основан на модификации метода ROTOR [7], использовавшегося для задания индивидуальных разностей на всей небесной сфере.

Практическая реализация метода ROTOR основана на следующем представлении разностей положений и собственных движений звезд двух каталогов [8]:

$$f(\alpha,\delta) = \sum_{nkl} b_j\, K_{nkl}(\alpha,\delta),$$

где K_{nkl} — сферические функции, нормировка которых указана в работе [7]. Здесь и в дальнейшем через n и k обозначены индексы присоединенных функций Лежандра $P_n^k(\delta)$, а третий индекс l используется для идентификации косинусной или синусной компоненты каждой гармоники.

Основная идея этого метода основана на том, что коэффициенты разложения правых частей уравнений (1) по сферическим функциям пропорциональны величинам ω_i. Калибровка метода осуществляется разложением по сферическим функциям искусственных систематических разностей, вычисленных с помощью уравнений (1) при единичных значениях параметров. Если реальные разности положений и собственных движений звезд двух каталогов действительно отражают эффект их взаимного твердотельного вращения, то, поделив друг на друга коэффициенты разложения реальных и искусственных данных, мы *только из одного уравнения* получим несколько (теоретически бесконечно много) оценок для каждого из искомых параметров. Обычно на практике удается получить первые две оценки каждого параметра. Очевидно, что непротиворечивость этих оценок является свидетельством совместности данных наблюдений и модели жесткого вращения. Наоборот, различие получающихся оценок свидетельствует о том, что используемая модель не соответствует данным наблюдений. Особо

отметим, что метод ROTOR позволяет протестировать модель жесткого вращения не только путем сравнения значений одноименных параметров, полученных в системах прямого восхождения и склонения, но и в каждой из этих систем независимо друг от друга.

Применительно к разностям PPM-HIPPARCOS мы использовали модификацию этого метода. Она заключается в том, что мы адаптировали метод ROTOR к случаю задания исходных данных только на полусферах северного и южного полушарий. Известно, что полную ортогональную систему сферических функций на полусфере можно задать совокупностью тех гармоник, для которых значения $n - k$ являются четными или нечетными.

Доказательство этого положения можно найти в работах [8], [9]. Оно существенно опирается на тот факт, что нечетность или четность сферических функций по склонению определяется разностью индексов $n - k$.

В работе Витязева [7] для случая задания индивидуальных разностей на всей сфере были получены диаграммы индексов, которые показывают коэффициенты разложения по ортогональным функциям, пропорциональные искомым параметрам вращения. В случае полусфер эти диаграммы выглядят иначе. Они показаны на рис. 7–10. По этим диаграммам видно, что в вычислениях более надежно использовать только гармоники с четными значениями $n - k$, что мы и делали в дальнейшем.

Выполненные нами вычисления по методу ROTOR сводились к следующим операциям:

1. Для заданных звезд с помощью модели жесткого вращения были вычислены искусственные разности при следующих параметрах:
   1: $\omega_x = 1$, $\omega_y = 0$, $\omega_z = 0$
   2: $\omega_x = 0$, $\omega_y = 1$, $\omega_z = 0$
   3: $\omega_x = 0$, $\omega_y = 0$, $\omega_z = 1$

2. Полученные искусственные разности были разложены по сферическим функциям до $n = 4$. На этом шаге были получены калибровочные значения коэффициентов, которые определяются каждым из параметров вращения.

3. После этого, было произведено разложение по сферическим функциям реальных разностей PPM-HIPPARCOS вида $\Delta\mu_\alpha$ и $\Delta\mu_\delta$. Реальные разности были разложены по сферическим функциям с индексами, ограниченными значением $n = 4$. В этом и предыдущем пунктах для контроля использовались по отдельности как четные, так и нечетные гармоники.

4. Коэффициенты разложения реальных разностей были разделены на соответствующие ненулевые значения калибровочных коэффициентов.

Здесь следует подчеркнуть то обстоятельство, что метод ROTOR и его модификация предназначены для обнаружения жесткого вращения систем отсчета. Если параметры вращения зависят от какой-либо другой величины (блеска звезд, показателя цвета и т. п.), то взаимное вращение уже не является твердотельным. Считая, что в узких интервалах звездный величин зависимостью параметров вращения от блеска звезд можно пренебречь, мы применили модификацию метода ROTOR для интервалов $[7^m - 8^m]$,$[8^m - 9^m]$ и $[9^m - 10^m]$ с надеждой обнаружить жесткое вращение в каждой их этих выборок звезд. При этом оказалось (табл. 2), что только для интервала $[8^m - 9^m]$

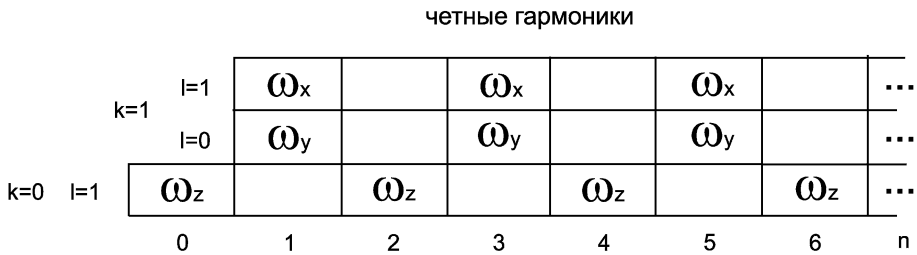


Рис. 7. Сферические функции ($n - k$ четные), определяющие углы вращения на полусфере в систематических разностях $\Delta\mu_\alpha \cos\delta$.

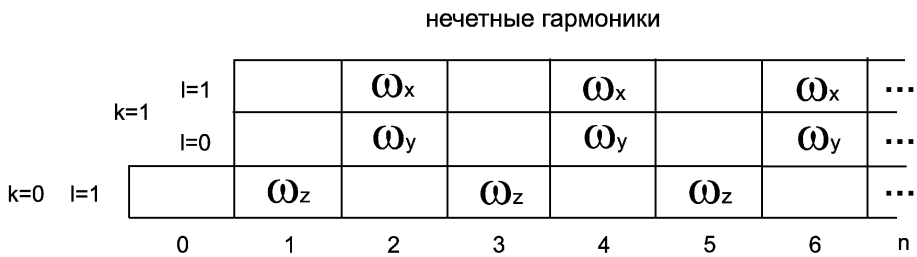


Рис. 8. Сферические функции ($n - k$ нечетные), определяющие углы вращения на полусфере в систематических разностях $\Delta\mu_\alpha \cos\delta$.



Рис. 9. Сферические функции ($n - k$ четные), определяющие углы вращения на полусфере в систематических разностях $\Delta\mu_\delta$.

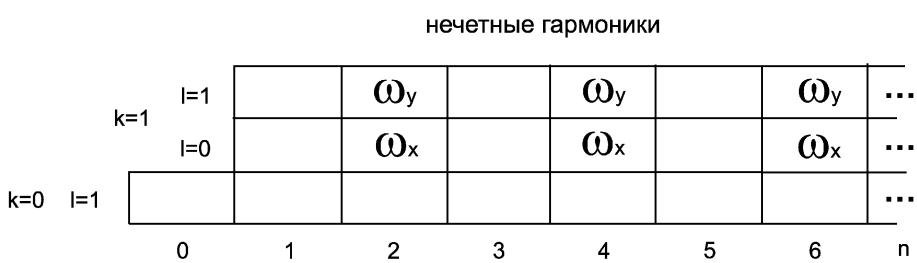


Рис. 10. Сферические функции ($n - k$ нечетные), определяющие углы вращения на полусфере в систематических разностях $\Delta\mu_\delta$.

Таблица 2. **Результаты применения модифицированного метода ROTOR для звезд в интервале 8–9 по звездной величине**

СЕВЕРНОЕ ПОЛУШАРИЕ								
оценки по $\Delta\alpha\cos\delta$ и $\Delta\mu_\alpha\cos\delta$								
	n	k	l	I оценка	n	k	l	II оценка
ω_x	1	1	1	-0.02 ± 0.15	3	1	1	0.79 ± 0.15
ω_y	1	1	0	2.74 ± 0.15	3	1	0	-0.39 ± 0.15
ω_z	0	0	1	0.30 ± 0.05	2	0	1	0.25 ± 0.19
оценки по $\Delta\delta$ и $\Delta\mu_\delta$								
ω_x	1	1	0	-0.78 ± 0.06	3	1	0	1.41 ± 0.27
ω_y	1	1	1	0.53 ± 0.06	3	1	1	2.41 ± 0.26
ЮЖНОЕ ПОЛУШАРИЕ								
оценки по $\Delta\alpha\cos\delta$ и $\Delta\mu_\alpha\cos\delta$								
ω_x	1	1	1	0.41 ± 0.12	3	1	1	-0.97 ± 0.11
ω_y	1	1	0	-0.36 ± 0.12	3	1	0	4.86 ± 0.12
ω_z	0	0	1	0.78 ± 0.04	2	0	1	1.25 ± 0.14
оценки по $\Delta\delta$ и $\Delta\mu_\delta$								
ω_x	1	1	0	-0.85 ± 0.05	3	1	0	-2.27 ± 0.18
ω_y	1	1	1	0.46 ± 0.05	3	1	1	1.55 ± 0.18

обе оценки параметра ω_3, полученные по $\Delta\mu\cos\delta$, показывают удовлетворительное согласие, хотя сами значения существенно различны в каждом из полушарий. Для двух других выборок наш метод не показал никаких признаков жесткого вращения.

Таблица 3. **Аналитическое представление систематических разностей PPM-HIPPARCOS вида $\Delta\mu_\alpha\cos\delta$ и $\Delta\mu_\delta$ $[mas/yr]$ для северного полушария**

					$\Delta\mu_\alpha\cos\delta$							$\Delta\mu_\delta$	
j	p	n	k	l	B_j	σ_{B_j}	j	p	n	k	l	B_j	σ_{B_j}
1	0	0	0	−1	−0.33	0.03	1	0	0	0	−1	−0.12	0.03
2	0	2	0	−1	0.06	0.03	2	0	2	0	−1	0.23	0.03
3	0	4	0	−1	−0.13	0.03	3	0	4	0	−1	−0.35	0.03
4	0	0	1	−1	−0.66	0.03	4	0	0	1	−1	−0.48	0.03
5	0	2	1	−1	0.32	0.03	5	0	0	1	1	−0.49	0.03
6	0	2	1	1	−0.15	0.03	6	0	2	1	−1	0.21	0.03
7	0	4	1	−1	−0.14	0.03	7	0	2	1	1	−0.35	0.03
8	0	4	1	1	0.17	0.03	8	0	4	1	−1	−0.26	0.03
9	0	0	2	−1	−0.08	0.03	9	0	0	2	1	−0.57	0.03
10	0	0	2	1	0.42	0.03	10	0	4	2	1	−0.19	0.03
11	0	2	2	1	0.14	0.03	11	0	0	3	−1	0.19	0.03
12	0	4	2	1	0.08	0.03	12	0	4	3	−1	−0.09	0.03
13	0	0	3	−1	0.21	0.03	13	1	0	0	−1	−0.32	0.03
14	0	0	3	1	0.12	0.03	14	1	0	2	1	−0.12	0.03
15	0	2	3	−1	−0.10	0.03							
16	0	4	3	−1	0.10	0.03							
17	0	4	3	1	0.21	0.03							
18	1	0	0	−1	−0.41	0.03							
19	1	2	0	−1	0.42	0.03							
20	1	4	0	−1	−0.12	0.03							
21	1	0	1	1	0.08	0.03							
22	1	0	2	1	−0.07	0.03							
23	1	0	3	1	−0.07	0.03							

Таблица 4. **Аналитическое представление систематических разностей PPM-HIPPARCOS вида $\Delta\mu_\alpha \cos\delta$ и $\Delta\mu_\delta$ $[mas/yr]$ для южного полушария**

					$\Delta\mu_\alpha \cos\delta$							$\Delta\mu_\delta$	
j	p	n	k	l	B_j	σ_{B_j}	j	p	n	k	l	B_j	σ_{B_j}
1	0	0	0	−1	0.59	0.02	1	0	0	0	−1	−0.60	0.02
2	0	2	0	−1	−0.07	0.02	2	0	2	0	−1	−0.53	0.02
3	0	4	0	−1	−0.51	0.02	3	0	4	0	−1	0.97	0.02
4	0	0	1	−1	0.24	0.02	4	0	0	1	−1	−0.73	0.02
5	0	0	1	1	0.12	0.02	5	0	0	1	1	−0.40	0.02
6	0	2	1	−1	1.17	0.02	6	0	2	1	−1	−0.23	0.02
7	0	2	1	1	−0.27	0.02	7	0	2	1	1	−0.27	0.02
8	0	4	1	−1	−0.42	0.02	8	0	4	1	−1	0.07	0.02
9	0	4	1	1	0.28	0.02	9	0	4	1	1	0.08	0.02
10	0	0	2	−1	−0.24	0.02	10	0	0	2	−1	0.11	0.02
11	0	0	2	1	0.25	0.02	11	0	0	2	1	0.25	0.02
12	0	2	2	1	−0.16	0.02	12	0	2	2	−1	0.05	0.02
13	0	4	2	1	0.10	0.02	13	0	2	2	1	0.18	0.02
14	0	0	3	−1	0.49	0.02	14	0	4	2	1	−0.08	0.02
15	0	0	3	1	−0.23	0.02	15	0	0	3	−1	−0.18	0.02
16	0	2	3	1	0.22	0.02	16	0	0	3	1	−0.07	0.02
17	0	4	3	1	0.10	0.02	17	0	2	3	−1	−0.16	0.02
18	1	0	0	−1	−0.57	0.02	18	0	2	3	1	−0.09	0.02
19	1	2	0	−1	−0.20	0.02	19	1	0	0	−1	−0.11	0.02
20	1	4	0	−1	0.09	0.02	20	1	2	0	−1	−0.11	0.02
21	1	0	1	−1	0.06	0.02	21	1	2	1	1	0.05	0.02
22	1	0	1	1	−0.19	0.02	22	1	4	1	−1	−0.06	0.02
23	1	2	1	1	−0.07	0.02	23	1	4	1	1	0.10	0.02
24	1	0	2	−1	−0.09	0.02							
25	1	4	2	1	0.12	0.02							
26	1	0	3	1	−0.11	0.02							
27	1	2	3	1	0.06	0.02							
28	1	4	3	−1	0.10	0.02							

Основываясь на этих результатах, мы приходим к выводу о том, что систематические разности собственных движений звезд каталогов PPM и HIPPARCOS не могут быть интерпретированы *единой для всех звезд* моделью взаимного жесткого вращения систем отсчета этих каталогов.

5. Систематические разности PPM-HIPPARCOS

Исходя из этого вывода, мы считаем, что для связи систем каталогов PPM и HIPPARCOS нет надобности использовать модель жесткого вращения. Вполне достаточно использовать непосредственное представление систематических разностей по стандартной системе ортогональных функций типа Лежандр—Эрмит—Фурье [10]. Однако, учитывая разнородность северного и южного полушарий каталога PPM, целесообразно получить такие разности для каждого из полушарий отдельно. С этой целью мы модифицировали стандартную процедуру представления систематических разностей, описанную в [10]. Наша модификация сводится к использованию в каждом из полушарий только тех функций, в состав которых входят лишь четные полиномы Лежандра (параметр n имеет четные значения).

Полученные коэффициенты разложения систематических разностей по функциям типа Лежандр—Эрмит—Фурье для предельных значений $p = 1$, $n = 4$, $k = 3$ представлены в табл. 3–4. Отделение шумовой компоненты от систематической было сделано нами с вероятностью, превышающей 0.95.

6. Заключение

Основные результаты нашего исследования заключается в следующем:

1. Северное и южное полушария каталога PPM есть два различных наблюдательных материала, которые следует исследовать раздельно.

2. Тестирование систематических разностей PPM-HIPPARCOS модифицированным методом ROTOR показало, что систематические разности собственных движений звезд каталогов HIPPARCOS и PPM нельзя описать моделью вращения твердого тела, единой для всех звезд.

3. Для связи собственных движений указанных каталогов в северном и южном полушариях получены аналитические выражения, основанные на использовании ортогональных функций Лежандр—Эрмит—Фурье с четными значениями порядка полиномов Лежандра.

Summary

V. V. Vityazev, A. Yu. Shlyapnikova. Comparison of the catalogues PPM and HIPPARCOS.

It is shown that the systematic differences of position and proper motions of the catalogues PPM and HIPPARCOS are dramatically different in the north and south hemispheres. To find the mutual rigid body rotation of the frames under consideration we elaborated a modification of the method called ROTOR. This tool gave no evidence of the rigid rotation common for all stars. The systematic differences of the proper motions PPM-HIPPARCOS have been obtained for both hemispheres independently.

Литература

1. European Space Agency. The HIPPARCOS and Tycho Catalogues, «ESA». Vol. 1. 1997. P. 94–99.

2. *Bastian U., Roeser S.* PPM Star Catalogue.

3. *Mignard F., Morando B.* Analyse de catalogues stallaires au moyen des harmoniques vectorelles, Journees 90. Systemes de reference spatio-temporels. Paris, 1990. P. 151–158.

4. *Mignard F., Froeshle M.* Global and local bias in the FK5 from the HIPPARCOS data. Astron. Astrophys. Vol. 354. 2000. P. 732–739.

5. *Schwan H.* 2001, Systematic relations between the HIPPARCOS catalogue and major (fundamental) catalogues of the 20-th century (Paper I) // Astron. Astrophys. Vol. 373. 2001. P. 1099–1109.

6. *Витязев В. В., Шляпникова А. Ю.* О взаимной ориентации и вращении систем отсчета FK5 и HIPPARCOS // Вестн. С.-Петерб. ун-та. 2002. Сер. 1. Вып. . С. 00–00.

7. *Vityazev V.* The ROTOR: a new method to derive rotation between two reference frames // AATr. Vol. 4. 1994. P. 195–218.

8. *Brosche P.* Representation of systematic differences in positions and proper motions of stars by spherical harmonics // Veroff. Astron. Rechen-Inst. Heidelberg. N 17. 1966. P. 1–27.

9. *Schwan H.* Development and testing of a method to derive an instrumental of poitions and proper motions of stars // Veroff. Astron. Rechen-Inst. Heidelberg. N 27. 1977

10. *Bien R., Fricke W., Lederle T., Schwan H.* Methods for cmparison of systems of star positions to be applied in the construction of the FK5 // Veroff. Astron. Rechen-Inst. Heidelberg, N 29. 1978. P. 21.

Статья поступила в редакцию