

АСТРОНОМИЯ

УДК 521.27

В. В. Витязев, А. С. Цветков

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗНОСТИ ПОЛОЖЕНИЙ И СОБСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗВЕЗД КАТАЛОГОВ FK5, GC и N30

Фундаментальный каталог FK5 [1], содержащий положения и собственные движения 1535 фундаментальных звезд на эпохи В 1950.0 и J 2000.0, реализует в настоящее время наиболее точным образом инерциальную систему отсчета, построенную на звездах. По решению МАС с 1984 г. система FK5 введена во всеобщее употребление в качестве международного стандарта.

Относительно малое количество звезд, на которых построены высокоточные системы типа FK4 [2] и FK5, заставляет астрономов обращаться к более обширным, хотя и менее точным каталогам, например, к GC [3] и N30 [4], содержащим соответственно 33 342 и 5268 звезд. Большое количество звезд является важным условием при проведении статистических работ по исследованию вращения Галактики и Местной системы звезд, движения Солнца в пространстве и других задач звездной астрономии и астрометрии. С другой стороны, известно [3, 4], что данные каталогов GC и N30 отягощены значительными систематическими ошибками, для устранения которых положения и собственные движения звезд этих каталогов обычно переводят на систему более точного каталога. Так, для редукции GC и N30 к системе FK4 составлены специальные таблицы систематических разностей FK4—GC и FK4—N30 [5]. Целью настоящей работы является получение аналогичных таблиц для перевода GC и N30 на систему каталога FK5.

Методика получения систематических разностей FK5—GC и FK5—N30. Очевидно, что искомые разности могут быть вычислены с помощью следующих соотношений:

$$FK5-GC = (FK4-GC) + (FK5-FK4), \quad (1)$$

$$FK5-N30 = (FK4-N30) + (FK5-FK4). \quad (2)$$

В работе [5] систематические разности FK4—GC и FK4—N30 на эпоху В 1950.0 представлены в виде таблиц непериодических компонент $\Delta\alpha \cos \delta$, $\Delta\mu \cos \delta$, $\Delta\delta$ и $\Delta\mu'_\delta$ в зависимости от склонения, а также таблицами периодических компонент $\Delta\alpha_\alpha \cos \delta$, $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$, $\Delta\delta_\alpha$, $\Delta\mu'_\alpha$ с указанием их зависимости от прямых восхождений и склонений. Третий компонента (уравнение яркости) в [5] не рассматривается.

В отличие от этого метода для представления систематических разностей FK5—FK4 авторы FK5 приняли аналитическую модель [6]

$$f(\alpha, \delta, m) = \sum_j a_j Z_j(\alpha, \delta, m), \quad (3)$$

где через f обозначены полные разности $\Delta\alpha \cos \delta$, $\Delta\mu \cos \delta$, $\Delta\delta$, $\Delta\mu'$. В формуле (3) базисные функции $Z_j(\alpha, \delta, m)$ задаются выражениями

$$Z_j(\alpha, \delta, m) = R_{pnl} H_p(y(m)) L_n(x(\delta)) F_{nl}(\alpha). \quad (4)$$

Здесь R_{pnkl} — нормирующий множитель,

$$R_{pnkl} = \frac{\sqrt{2n+1}}{\sqrt{p!}} \begin{cases} 1, & k=0, \\ \sqrt{2}, & k \neq 0; \end{cases} \quad (5)$$

$H_p(y(m))$ — полиномы Эрмита:

$$H_{p+1} = yH_p - pH_{p-1}, \quad p=1, 2, \dots; \quad H_0=1, \quad H_1=y; \quad (6)$$

$$y(m) = (m - m_0)/\sigma_m, \quad (7)$$

где m_0 и σ_m^2 — соответственно средние значение и дисперсия звездных величин звезд FK4;

$L_n(x(\delta))$ — полиномы Лежандра:

$$L_{n+1} = \frac{2n+1}{n+1} xL_n - \frac{n}{n+1} L_{n-1}, \quad n=1, 2, \dots; \quad L_0=1, \quad L_1=x, \quad (8)$$

$$x(\delta) = \sin \delta; \quad (9)$$

$F_{kl}(\alpha)$ — функции Фурье:

$$F_{kl}(\alpha) = \begin{cases} 1, & k=0, \\ \cos kl\alpha, & l=+1, \quad k=1, 2, \dots, \\ \sin(-kl\alpha), & l=-1, \quad k=1, 2, \dots. \end{cases} \quad (10)$$

Как видно из этих формул, в общей структуре систематических разностей (3) с помощью полиномов Эрмита описывается уравнение яркости, с помощью полиномов Лежандра — зависимость систематических разностей от склонения, а с помощью функций Фурье — их зависимость от прямых восхождений. При использовании выражений типа (3) каждому индексу j сопоставляется четверка индексов p, n, k, l , по которому однозначно строится функция Z_j . Таблицы коэффициентов a_j для разностей FK5—FK4, В 1950.0 приведены в [1]. Отметим, что для получения обычных компонент вида $\Delta\alpha_\delta \cos \delta$, $\Delta\alpha_\alpha \cos \delta$ и т. д. в формуле (3) необходимо проводить суммирование только по избранным индексам j . Так, для вычисления непериодических компонент $\Delta\alpha_\delta \cos \delta$, $\Delta\mu_\delta \cos \delta$, $\Delta\delta_\delta$, $\Delta\mu'_\delta$ суммирование нужно вести лишь по тем индексам, для которых $k=0$; для получения периодических компонент — по индексам с $k \neq 0$. Уравнение яркости описывается суммой членов, у которых $p \neq 0$. Отметим, что в разностях FK5—FK4 уравнение яркости проявляется только в компонентах $\Delta\alpha_\delta \cos \delta$ и $\Delta\mu_\delta \cos \delta$ в виде следующих выражений:

$$\begin{aligned} [\Delta\alpha_\delta \cos \delta]_m &= 0.56 Z_{100-1} + 0.29 Z_{120-1} - 0.33 Z_{200-1} + 0.28 Z_{210-1} = \\ &= 0.56 y(m) + 0.32 y(m) (3 \sin^2 \delta - 1) - 0.23 [y^2(m) - 1] + \\ &+ 0.34 [y^2(m) - 1] \sin \delta, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} [\Delta\mu_\delta \cos \delta]_m &= 1.95 Z_{100-1} - 1.31 Z_{110-1} + 1.94 Z_{120-1} - 1.54 Z_{200-1} + \\ &+ 0.84 Z_{210-1} = 1.95 y(m) - 2.27 y(m) \sin \delta + 2.17 y(m) (3 \sin^2 \delta - 1) - \\ &- 1.09 [y^2(m) - 1] + 1.03 [y^2(m) - 1] \sin \delta, \end{aligned} \quad (12)$$

где

$$y(m) = -3.81 + 0.81 m. \quad (13)$$

При вычислениях по формулам (11), (12) величина $[\Delta\alpha_\delta \cos \delta]_m$ получается в 0^с001, а величина $[\Delta\mu_\delta \cos \delta]_m$ — в 0^с001/100 лет.

Результаты вычислений. В качестве формы представления разностей FK5—GC и FK5—N30 мы избрали таблицы зависимости компонент $\Delta\alpha_\delta \cos \delta$, $\Delta\mu_\delta \cos \delta$, $\Delta\delta_\delta$, $\Delta\mu'_\delta$ от склонения с шагом 10° и таблицы с двумя входами для компонент $\Delta\alpha_\alpha \cos \delta$, $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$, $\Delta\delta_\alpha$, $\Delta\mu'_\alpha$ на сет-

ке $1^h \times 10^\circ$. С этой целью по формуле (3) были вычислены соответствующие табличные значения компонент разностей FK5—FK4 (без учета уравнения яркости). Складывая затем эти таблицы с одноименными таблицами FK4—GC и FK4—N30, взятыми из [5], мы получили в окончательном виде искомые разности FK5—GC и FK5—N30. Результаты показаны в табл. 1—8. С помощью этих таблиц полные разности на эпоху В 1950.0 могут быть получены по формулам

$$\Delta\alpha \cos \delta = \Delta\alpha_0 \cos \delta + \Delta\alpha_\alpha \cos \delta, \quad (14)$$

$$\Delta\mu \cos \delta = \Delta\mu_0 \cos \delta + \Delta\mu_\alpha \cos \delta,$$

$$\Delta\delta = \Delta\delta_0 + \Delta\delta_\alpha, \quad \Delta\mu' = \Delta\mu'_0 + \Delta\mu'_\alpha. \quad (15)$$

Для перевода этих разностей на любую другую эпоху T можно воспользоваться соотношениями

$$(\Delta\alpha \cos \delta)_T = \Delta\alpha \cos \delta + \Delta\mu \cos \delta (T - 1950.0)/100, \quad (16)$$

$$(\Delta\delta)_T = \Delta\delta + \Delta\mu' (T - 1950.0)/100. \quad (17)$$

При использовании табл. 1—8 следует помнить, что систематические разности FK5—FK4, опубликованные в [1], не включают в себя поправку равноденствия и так называемое фиктивное движение равноденствия FK4; равным образом в эти разности не введены поправки за переход на новую постоянную прецессии и поправки за исключение членов эллиптической аберрации из средних мест. Таким образом, полученные нами систематические разности FK5—GC и FK5—N30 позволяют редуцировать данные каталогов GC и N30 к системе FK5, которая была построена на эпоху В 1950.0 в виде систематических поправок к FK4 без исправления нуля-пункта его прямых восхождений и с использованием постоянной прецессии Ньюкомба. По нашему мнению, во избежание недоразумений следует для этой системы ввести особое обозначение (например, FK5'), поскольку непосредственное использование данных из каталогов FK5, GC и N30 приведет к систематическим разностям FK5—GC и FK5—N30, в которых отразятся все обстоятельства перевода FK5' на систему астрономических постоянных МАС. 1976 г.

Заключение. Анализ табл. 1—8 говорит о том, что редукция положений и собственных движений звезд GC и N30 на систему FK5 требует применения весьма значительных поправок. Можно показать, что главной причиной больших систематических ошибок является не низкое качество использованного наблюдательного материала, а методические принципы, положенные в основу создания этих каталогов. Как известно [3], система каталога GC не была исправлена за ошибки вида $\Delta\alpha_\alpha$, $\Delta\mu_\alpha$, $\Delta\delta_\alpha$ и $\Delta\mu'_\alpha$. В свою очередь, при составлении каталога N30 собственные движения звезд были получены делением разностей положений звезд в каталогах GC и N30 на разность средних эпох наблюдений в этих каталогах. При этом в положения всех звезд GC были внесены поправки вида $\Delta\alpha_\alpha$ и $\Delta\delta_\alpha$, причем первая из этих поправок применялась без учета зависимости от склонения к северу от $\delta = -30^\circ$. Поэтому изменение со склонением систематических поправок координат звезд GC вида $\Delta\alpha_\alpha$ не было полностью учтено, и тем самым ошибки прямых восхождений GC перешли в ошибки собственных движений звезд каталога N30. Таким образом, два преемственных каталога GC и N30, широко использующиеся в астрометрии и звездной астрономии, обладают погрешностями, обусловленными несовершенством применявшихся при их составлении методик.

В работах [7—9] на материале двадцати каталогов с эпохами на-

Таблица 1. Систематические разности FK5—ГС вида $\Delta\alpha \cos \delta$ и $\Delta\alpha \cos \delta$ в 0^s.001 на эпоху В 1950.0

$\delta \setminus \alpha$	$\Delta\alpha_0 \cos \delta$	$\Delta\alpha \cos \delta$																							α, δ
		0 ^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
85°	-5	3	4	7	7	6	3	4	6	2	1	4	4	4	3	2	0	0	-1	-5	-5	-7	-5	-3	85°
80	-9	4	2	2	2	2	5	6	6	4	4	3	0	-2	-3	-4	-2	-2	-5	-5	-4	-5	-3	-2	80
70	-9	2	0	-1	1	2	1	1	4	7	7	3	0	3	-6	-6	-4	-3	-4	-4	-3	-2	-1	-2	70
60	-15	7	6	4	1	-1	-5	-4	-3	2	5	2	-2	-6	-9	-8	-7	-4	-1	-1	2	3	5	6	60
50	-13	12	7	1	-4	-8	-7	-8	-6	4	0	0	-2	-5	-7	-5	-4	-1	2	2	5	5	7	10	50
40	-11	12	11	5	-2	-8	-11	-11	-9	-8	-4	-2	-1	-2	-1	1	1	4	6	6	8	11	9	12	40
30	-11	12	11	4	-3	-10	-15	-18	-19	-16	-9	-6	-3	1	0	2	4	7	10	10	13	16	13	14	30
20	-11	16	15	8	0	-8	-14	-18	-20	-18	-11	-8	-6	-3	-2	1	1	4	8	12	15	16	17	16	20
10	-11	17	13	6	0	-8	-14	-17	-15	-13	-10	-8	-6	-4	-3	-2	0	2	4	8	12	16	18	18	10
0	-8	18	12	4	-4	-11	-16	-18	-18	-15	-11	-9	-6	-5	-2	-2	-1	2	5	9	15	19	19	19	0
-10	-2	15	13	4	-6	-13	-18	-19	-17	-14	-9	-6	-4	-2	-2	0	3	9	13	13	16	17	15	17	-10
-20	-5	16	14	6	-4	-12	-18	-20	-18	-13	-8	-5	-1	0	0	0	3	8	13	13	14	15	15	16	-20
-30	-5	16	15	8	4	-5	-11	-15	-17	-14	-11	-7	-4	-3	-2	-1	2	7	12	14	14	14	15	17	-30
-40	-1	13	10	6	2	-4	-9	-11	-13	-12	-9	-7	-5	-5	-6	-1	2	6	9	9	9	11	13	13	-40
-50	7	14	10	8	-2	-6	-11	-10	-9	-11	-10	-8	-6	-6	-5	1	4	7	6	6	9	11	15	15	-50
-60	-2	15	15	13	8	3	-2	-3	-7	-11	-15	-17	-14	-14	-10	-6	-1	3	6	8	14	16	18	17	-60
-70	-7	15	14	11	7	3	1	-3	-2	-6	-11	-18	-21	-16	-12	-8	-4	7	19	33	24	17	16	16	-70
-80	-14	9	10	5	0	-5	-4	-1	5	6	4	-15	-22	-17	-8	-5	-4	7	20	34	15	4	-2	4	-80
-85	-13	2	8	4	-1	-9	-6	3	9	13	8	-7	-14	-15	-9	2	-3	-7	-4	-2	-4	-5	-8	-3	-85

Таблица 2. Систематические разности FK5—ГС вида $\Delta\delta_\alpha$ и $\Delta\delta_\alpha$ в $0''.01$ на эпоху В 1950.0

$\delta \backslash \alpha$	$\Delta\delta_\alpha$	$\Delta\delta_\alpha$																							α / δ	
		0^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
85°	1	-7	-13	-18	-15	-14	-13	-14	-12	-8	-1	12	17	18	7	-1	5	10	13	9	7	4	-1	-5	-4	85°
80	5	-9	-12	-13	-13	-11	-9	-7	-3	0	7	12	13	8	5	2	6	9	12	9	4	1	-2	-5	-6	80
70	6	-7	-10	-11	-12	-12	-9	-5	0	2	5	2	0	4	4	5	7	9	10	8	5	2	-1	-3	-4	70
60	12	-8	-10	-12	-13	-13	-11	-7	-4	-3	-3	-4	-3	-2	3	9	11	13	12	11	11	9	5	1	-3	60
50	18	-7	-10	-10	-9	-9	-9	-6	-7	-4	-2	-1	-1	2	6	11	16	17	15	13	10	7	3	-1	-5	50
40	18	-6	-8	-11	-10	-8	-8	-8	-8	-4	-2	1	-1	2	5	10	16	18	17	13	6	3	0	0	-2	40
30	17	-4	-7	-11	-9	-8	-8	-10	-11	-7	-6	-2	-3	0	3	9	14	17	15	11	6	2	-1	1	1	30
20	19	-3	-5	-7	-8	-9	-8	-10	-10	-8	-6	-5	-3	2	6	11	16	17	14	11	8	3	0	-1	-1	20
10	16	-6	-8	-9	-9	-10	-9	-8	-8	-6	-6	-5	-2	3	9	14	19	20	18	14	9	4	3	-2	-4	10
0	8	-11	-13	-14	-13	-11	-12	-10	-8	-8	-8	-5	-1	5	9	15	18	20	20	17	12	8	3	-1	-5	0
-10	11	-11	-17	-19	-18	-13	-13	-12	-10	-8	-5	-3	2	7	11	15	18	19	16	13	9	5	2	-1	-6	-10
-20	11	-10	-16	-21	-23	-19	-16	-15	-9	-6	-2	-4	1	5	12	16	20	21	17	13	10	7	5	1	-3	-20
-30	17	-8	-11	-16	-18	-16	-12	-10	-7	-6	-6	-5	-1	3	9	11	16	16	15	11	10	6	5	0	-2	-30
-40	16	0	-2	-6	-7	-4	0	0	-2	-2	-2	-2	0	4	8	6	7	3	3	-1	-5	-6	-4	-2	0	-40
-50	21	1	-1	-3	-4	-3	-2	-5	-3	1	3	3	7	9	13	9	5	0	2	-1	-3	-4	-3	-1	0	-50
-60	19	-7	-12	-13	-11	-11	-10	-10	-7	-2	1	4	11	17	15	14	9	7	4	2	0	-2	-5	-5	-6	-60
-70	16	-8	-15	-15	-17	-12	-10	-7	-6	-3	-3	1	7	15	18	22	18	9	-3	-6	-6	-5	-7	-8	-7	-70
-80	-5	-7	-11	-13	-12	-5	-1	2	-1	-1	1	3	9	11	18	24	22	8	-5	-8	-8	-2	-2	-4	-4	-80
-85	5	-12	-18	-18	-8	1	7	8	5	0	1	7	11	13	14	12	10	5	-2	1	-1	0	0	-1	-4	-85

Таблица 3. Систематические разности FK5—ГС вида $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$ и $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$ в 0^s.001/100 лет на эпоху В 1950.0

$\delta \setminus \alpha$	$\Delta\mu_\alpha \cos \delta$	$\Delta\mu_\alpha \cos \delta$																							α / δ	
		0 ^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
55	-16	-9	-5	1	7	4	1	-4	6	5	10	6	-1	5	10	14	18	13	10	7	-4	-7	-15	-12	-18	85°
50	-16	-3	0	-3	-4	-6	-5	1	8	12	16	13	9	4	0	-2	3	3	5	4	-4	-8	-13	-10	-9	80
70	-8	2	0	-4	-8	-9	-6	1	4	6	15	19	17	5	-5	-10	-10	-6	-2	-1	-5	-7	-7	-4	1	70
60	-11	11	5	-2	-5	-6	-2	1	4	13	16	13	13	3	-8	-15	-20	-15	-10	-9	-7	-3	0	3	9	60
50	-5	20	12	1	-7	-10	-7	-4	-1	2	6	4	4	-2	-11	-14	-14	-8	-7	-3	-1	2	1	3	12	50
40	-5	16	15	6	-5	-13	-15	-14	-13	-10	-8	-2	0	0	-1	-2	-1	4	2	6	7	9	10	7	12	40
30	-7	13	12	3	-6	-16	-22	-23	-22	-17	-15	-10	-7	-1	4	4	5	8	6	9	11	16	17	14	16	30
20	-10	20	17	6	-3	-12	-17	-19	-19	-14	-12	-11	-9	-7	-4	-2	1	2	6	10	13	18	20	21	21	20
10	-2	19	10	0	-8	-14	-14	-14	-12	-9	-7	-6	-7	-7	-5	0	0	0	3	3	9	13	18	19	21	10
0	1	4	-8	-15	-19	-19	-17	-12	-13	-10	-7	-7	-7	-5	-3	0	1	2	4	7	11	17	21	19	16	0
-10	8	5	-5	-18	-22	-23	-21	-17	-20	-18	-12	-6	-2	2	2	3	6	9	16	15	15	17	15	10	11	-10
-20	-4	11	2	-13	-18	-20	-20	-19	-19	-18	-10	0	3	9	6	6	5	7	11	12	10	10	7	5	10	-20
-30	10	8	8	0	0	0	-5	-9	-9	-13	-12	-6	-2	3	0	1	0	3	8	10	8	5	4	4	7	-30
-40	22	0	-2	-5	-1	0	1	0	1	-2	-4	-1	-1	2	-1	-4	1	4	5	1	-4	-4	-4	-3	-1	-40
-50	28	0	-1	0	-11	-9	-11	-2	0	2	3	2	4	1	1	-3	2	13	14	9	-4	-7	-4	0	0	-50
-60	-8	4	9	10	6	7	5	6	-2	-8	-12	-17	-21	-23	-24	-17	-3	13	19	21	12	16	12	12	8	-60
-70	-33	13	14	10	10	7	8	2	2	-2	-8	-22	-32	-37	-33	-20	-9	7	27	44	61	41	28	20	16	-70
-80	-67	5	8	0	-7	-17	-13	-6	7	16	13	-16	-35	-42	-27	-5	6	9	24	42	61	23	2	-14	-6	-80
-85	-53	-9	3	-8	-24	-40	-28	-8	9	23	19	-13	-31	-30	-12	20	20	4	-8	-2	-3	-14	-19	-31	-23	-85

Таблица 4. Систематические разности FK5—GC вида $\Delta\mu'_0$ и $\Delta\mu'_\alpha$ в $0''.01/100$ лет на эпоху в 1950.0

$\delta \setminus \alpha$	$\Delta\mu'_0$	$\Delta\mu'_\alpha$																							$\alpha \setminus \delta$	
		0 ^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
85°	0	-9	-20	-32	-24	-21	-23	-19	-14	-7	4	25	30	27	7	7	5	18	23	12	-3	-3	-7	-12	-5	85°
80	4	-11	-17	-20	-19	-18	-16	-9	-6	0	9	18	16	6	1	-1	10	18	23	18	8	3	-2	-9	-9	80
70	0	-8	-13	-17	-21	-23	-15	-10	-2	0	2	-4	-5	-10	-2	4	11	18	22	19	14	9	4	-1	-3	70
60	11	-9	-15	-18	-22	-20	-16	-9	-3	-3	-2	-8	-10	-10	-2	7	13	15	17	17	19	17	11	4	-3	60
50	39	-7	-12	-15	-17	-13	-9	-2	-1	1	2	0	-5	-2	2	9	17	16	15	13	14	11	6	0	-6	50
40	34	-4	-6	-12	-12	-8	-7	-5	-6	-5	0	1	-5	-6	-2	7	17	20	20	15	11	8	5	4	1	40
30	29	-2	-5	-11	-9	-8	-5	-8	-9	-10	-9	-6	-11	-12	-9	3	13	22	22	18	14	8	6	6	5	30
20	34	-3	-5	-10	-9	-10	-6	-7	-7	-5	-7	-10	-11	-7	-3	7	16	21	20	19	15	6	1	-3	-1	20
10	18	-12	-13	-15	-14	-12	-10	-6	-4	-3	-5	-9	-8	-3	4	14	24	29	28	23	17	9	5	-5	-8	10
0	3	-19	-21	-22	-19	-18	-16	-11	-8	-11	-14	-9	-5	2	9	19	25	31	33	29	23	15	6	-4	-11	0
-10	19	-19	-24	-26	-25	-21	-17	-15	-10	-10	-9	-5	1	7	12	20	26	31	29	23	16	6	-1	-8	-14	-10
-20	15	-14	-22	-32	-36	-34	-27	-23	-14	-12	-8	-12	0	9	19	25	31	34	32	25	19	11	9	0	-2	-20
-30	26	-6	-15	-29	-38	-33	-24	-19	-15	-18	-19	-16	-1	11	21	23	29	28	29	22	20	13	14	6	6	-30
-40	22	2	-5	-13	-19	-11	-5	-2	-8	-14	-18	-15	-2	9	22	15	13	8	7	0	-6	-3	5	6	8	-40
-50	29	4	-1	-6	-10	-9	-8	-12	-15	-14	-13	-8	7	17	32	24	13	2	1	-3	-3	2	6	7	6	-50
-60	36	-5	-17	-21	-22	-23	-21	-23	-22	-18	-17	-8	12	30	34	36	24	14	4	2	0	0	-3	1	0	-60
-70	44	-1	-18	-22	-29	-23	-18	-13	-20	-20	-26	-17	4	29	42	55	47	24	-5	-13	-7	-4	-7	-4	2	-70
-80	-3	-5	-15	-25	-25	-10	1	4	-6	-10	-9	-5	15	30	55	67	57	17	-18	-30	-16	-8	-6	-6	1	-80
-85	4	-22	-42	-50	-26	-3	18	16	9	-4	2	17	29	40	44	39	23	0	-18	-27	-23	-14	-6	-1	-3	-85

Таблица 5. Систематические разности FK5—N30 вида $\Delta\alpha_0 \cos \delta$ и $\Delta\alpha_g \cos \delta$ в $0^s.001$ на эпоху В 1950.0

$\delta \setminus \alpha$	$\Delta x_g \cos \delta$	$\Delta\alpha_g \cos \delta$																							α / δ	
		0 ^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
85°	-3	5	3	2	-2	-4	-5	-1	-2	-2	-4	-5	-1	3	6	5	5	4	4	0	0	-1	3	3	85°	
80	-4	3	2	0	-1	-2	-3	-2	-3	-3	-3	-5	-2	-1	2	3	3	3	2	2	2	-1	3	4	3	80
70	-6	1	-1	-2	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-1	-1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	3	2	70
60	-11	1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1	1	3	2	1	1	1	2	2	3	2	60
50	-9	3	2	0	-2	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-4	-2	-1	1	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	50
40	-10	4	2	0	-2	-3	-2	-3	-3	-4	-4	-3	-3	-2	-1	1	0	2	3	3	3	3	4	4	3	40
30	-6	3	0	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-2	-3	-2	-2	1	0	1	1	2	3	3	3	3	3	30
20	-8	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	1	-2	-1	1	2	1	1	0	1	1	2	2	2	1	20
10	-8	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	1	0	0	1	1	2	2	2	1	10
0	-10	1	-1	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-1	0	1	2	1	0	0	0	0
-10	-9	2	0	0	-2	-1	-2	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	-10
-20	-8	3	1	0	-1	0	-1	-1	-2	0	1	2	0	0	1	2	2	2	0	-2	-1	0	0	0	0	-20
-30	-12	-1	-3	-4	-2	-1	1	1	2	3	2	1	0	0	1	3	3	3	3	2	-1	-1	-1	0	0	-30
-40	-12	-3	-5	-3	-3	-2	3	0	2	4	5	3	0	-1	1	3	2	4	1	1	-1	-1	0	1	-1	-40
-50	-16	-2	0	3	1	1	-3	-1	2	4	6	6	2	-3	-3	0	-2	-1	-3	-1	-1	-1	-2	-3	-5	-50
-60	-24	-2	1	2	2	0	-3	-2	-1	3	5	3	1	-5	-4	-5	-4	-2	-3	0	0	1	2	-1	-6	-60
-70	-23	-3	-1	0	1	3	5	4	1	1	3	2	-2	-3	-4	1	1	4	3	-3	3	3	2	-2	-3	-70
-80	-32	-3	3	1	3	4	8	4	3	1	-1	-7	-5	1	-6	5	0	2	1	1	1	0	-2	-7	-6	-80
-85	-17	-2	7	4	-1	-8	-6	4	7	11	4	-9	-14	-9	4	12	3	-2	3	5	1	4	0	-4	-4	-85

Таблица 6. Систематические разности ГК5—N30 вида $\Delta\delta_\delta$ и $\Delta\delta_\alpha$ в 0".01 на эпоху В 1950.0

$\delta \setminus \alpha$	$\Delta\delta_\delta$	$\Delta\delta_\alpha$																							α/δ	
		0^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
85°	0	3	-3	-7	-3	0	-1	7	4	4	2	4	2	3	2	6	5	2	-3	-7	-7	-3	0	0	5	85°
80	-2	0	-1	-2	-2	-1	-2	1	3	4	2	4	2	1	2	5	5	3	0	-2	-4	-3	-3	0	-1	80
70	-2	-1	-2	-1	-1	1	1	1	3	5	4	2	0	1	0	1	0	0	-2	-3	-2	-1	-1	0	-1	70
60	2	-2	-2	-4	-2	2	4	4	2	4	4	3	2	2	2	0	-2	-1	-4	-4	-6	-4	-3	-1	0	60
50	4	-1	-2	-4	-2	-3	-1	2	2	2	2	0	0	3	5	4	2	3	0	0	-3	-3	-3	-2	1	50
40	3	0	-1	-2	-2	-3	-2	0	2	3	2	1	0	1	2	3	2	2	0	1	0	-1	-3	-2	-1	40
30	0	1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	3	3	3	2	1	2	2	2	2	0	-1	-3	-4	-5	-4	-1	30
20	3	-1	-2	-2	-3	-1	0	0	2	4	4	3	3	3	3	3	2	2	1	-1	-3	-3	-2	-2	-1	20
10	-2	-1	-3	-3	-2	0	1	2	2	3	2	2	2	2	1	1	-1	0	-1	-1	-1	-2	0	-1	0	10
0	1	0	-1	0	1	1	1	1	2	0	1	-1	-1	0	-2	-2	-1	0	-1	-2	-1	0	0	0	0	0
-10	4	-1	0	0	3	3	1	1	0	-1	0	-1	-1	-2	-3	-4	-2	0	1	1	2	3	2	1	0	-10
-20	4	-2	-1	-1	4	4	3	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-5	-4	-2	-1	0	2	3	3	3	2	-20
-30	3	-1	-2	1	5	6	5	4	3	5	8	8	3	1	-3	-7	-11	-9	-6	-2	-2	1	6	4	3	-30
-40	-6	3	3	3	3	1	0	0	4	7	13	13	6	2	-4	-8	-14	-15	-13	-9	-6	-3	1	2	3	-40
-50	-7	5	5	3	1	-1	1	1	4	9	13	11	8	3	-3	-8	-12	-14	-14	-11	-6	-4	-1	5	5	-50
-60	6	7	12	10	6	2	1	3	4	6	7	6	6	4	0	-5	-8	-13	-14	-13	-6	-2	0	-3	3	-60
-70	8	11	14	11	4	0	-1	0	0	-1	-1	0	3	2	4	5	2	-4	-12	-14	-20	-12	-7	-2	4	-70
-80	-2	2	0	-4	-5	-1	1	4	2	-1	2	2	8	7	10	12	7	2	-10	-17	-24	-14	-7	-2	1	-80
-85	-1	-13	-19	-19	-15	-4	1	3	7	6	12	12	11	10	11	6	4	3	1	-3	-7	-8	-6	-7	-8	-85

Таблица 7. Систематические разности FK5—N30 вида $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$ и $\Delta\mu_\alpha$ в $0^s.001/100$ лет на эпоху В 1950.0

$\delta \setminus \alpha$	$\Delta\mu_\alpha \cos \delta$	$\Delta\mu_\alpha \cos \delta$																							α / δ		
		0 ^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23	
85°	-12	3	0	1	-4	-14	-22	-22	-12	-10	-9	-9	-15	-5	7	22	24	25	19	16	7	4	2	7	-1	85°	
80	-7	4	0	-3	-10	-15	-21	-17	-12	-9	-7	-6	-12	-9	-4	6	13	17	16	14	11	8	8	8	8	5	80
70	-3	5	0	-5	-11	-14	-14	-9	-9	-6	-5	-4	-7	-8	-8	-2	2	9	11	9	8	7	9	11	9	9	70
60	-4	10	6	-1	-6	-10	-8	-7	-7	-4	-4	-5	-7	-9	-11	-8	-3	6	8	5	3	4	10	13	13	60	
50	1	13	9	2	-5	-10	-11	-10	-9	-7	-10	-11	-13	-10	-7	-2	3	7	10	8	9	8	11	12	14	50	
40	-3	17	10	4	-4	-7	-9	-10	-12	-13	-15	-16	-14	-11	-7	-5	0	2	6	7	11	13	14	16	15	40	
30	4	13	4	-1	-3	-4	-5	-5	-6	-5	-7	-10	-10	-11	-9	-5	5	4	3	2	5	10	10	15	15	30	
20	-5	11	2	-4	-5	-4	-3	-3	-2	-1	-1	-5	-8	-7	-5	2	8	6	4	4	1	3	7	9	13	20	
10	3	7	-2	-7	-8	-5	2	1	-1	-2	-1	-5	-6	-6	-5	1	3	2	1	3	6	9	10	10	10	10	
0	-4	1	-5	-9	-10	-8	-1	1	1	-1	-1	-3	-3	-2	-1	3	5	4	2	4	5	6	4	5	2	0	
-10	-6	5	3	-1	-5	-6	-4	-6	-9	-8	-4	-1	-2	-2	0	2	5	4	4	0	-1	-1	0	1	3	-10	
-20	-10	6	4	1	0	-1	4	-2	-5	-9	-3	1	2	1	2	3	8	10	9	0	-7	-7	-7	-1	0	-20	
-30	-7	-8	-11	-11	-7	5	13	15	13	9	12	9	7	2	-1	-2	2	4	5	0	-9	-9	-6	-2	-7	-30	
-40	-4	-12	-14	-7	0	15	15	20	18	19	23	18	9	-6	-12	-11	-2	-6	-2	-10	-12	-14	-8	-6	-10	-40	
-50	-25	-15	-4	8	8	13	7	9	11	17	25	25	20	1	-12	-17	-5	-9	-6	-16	-17	-18	-17	-19	-25	-50	
-60	-61	-23	-12	-4	-1	3	4	6	8	17	23	26	17	3	-15	-13	-6	-3	1	-3	-2	-5	-9	-20	-32	-60	
-70	-70	-25	-17	-10	-1	14	19	20	9	14	21	21	8	0	-7	4	15	18	19	5	-10	-6	-5	-19	-26	-70	
-80	-111	-23	-7	-1	-3	0	5	16	7	12	14	14	-2	1	11	25	27	17	11	-3	-19	-11	-13	-25	-28	-80	
-85	-60	-5	4	-6	-24	-39	-29	-5	4	18	11	-18	-31	-17	16	53	40	17	1	12	13	4	-5	-19	-20	-85	

Таблица 8. Систематические разности FK5—N30 вида $\Delta\mu'_\delta$ и $\Delta\mu'_\alpha$ в $0''.01/100$ лет на эпоху В 1950.0

$\delta \setminus \alpha$	$\Delta\mu'_\delta$	$\Delta\mu'_\alpha$																							α/δ	
		0 ^h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
85°	-1	11	0	-10	-1	5	1	23	18	17	10	11	-2	-4	-3	7	4	1	-9	-22	-31	-18	-4	-1	14	85°
80	-9	4	2	0	-1	-5	1	5	7	7	-1	-2	-11	-7	-4	6	8	6	0	-3	-8	-4	-3	0	-1	80
70	-13	1	0	-1	-2	-3	-1	-1	3	3	0	-4	-9	-8	-9	-3	-1	3	-1	1	2	5	5	5	1	79
60	-3	1	-1	-9	-7	-4	3	6	5	9	10	4	2	-1	-3	-7	-10	-7	-7	-5	-7	-3	-2	1	4	60
50	19	3	0	-7	-8	-9	-2	6	12	10	9	2	-1	3	4	2	-4	-5	-7	-5	-5	-2	-3	-1	1	50
40	12	5	1	-1	-4	-7	-4	4	11	10	8	3	-2	-3	-2	0	-1	-4	-5	-2	4	1	-4	-4	-1	40
30	5	5	3	2	-2	-3	0	4	9	10	8	4	1	-4	-4	-2	-1	2	2	3	2	-2	-6	-8	-1	30
20	9	-4	-6	-8	-8	-5	-1	5	10	12	10	7	4	1	-2	-1	-2	4	4	5	1	0	1	-3	-2	20
10	-9	-5	-8	-10	-8	-5	-2	3	8	9	6	5	1	1	-5	-5	-7	0	-1	2	3	3	4	-2	-4	10
0	-1	0	-2	-4	-2	-4	1	4	5	1	2	-1	-2	-3	-7	-8	-6	-1	0	-2	4	5	2	-2	-3	0
-10	14	-1	5	7	10	2	1	0	2	-3	-2	-3	-4	-6	-10	-9	-4	1	8	6	8	8	3	-2	-3	-10
-20	14	-1	2	4	12	6	0	-3	-4	-8	-10	-5	-2	-2	-8	-9	-8	-2	5	9	9	9	8	4	5	-20
-30	2	2	-4	-1	4	7	6	7	5	8	10	20	15	12	0	-11	-28	-29	-21	-15	-4	4	14	14	11	-30
-40	-27	6	3	2	0	-1	-4	2	14	21	32	36	26	14	0	-15	-37	-40	-39	-50	-19	-6	9	11	10	-40
-50	-32	10	8	1	-4	-4	-8	3	11	20	29	27	24	14	4	-11	-26	-35	-43	-37	-22	-10	3	4	14	-50
-60	10	18	28	22	9	2	1	9	8	11	13	12	17	14	7	-6	-18	-34	-42	-39	-24	-11	-2	-3	14	-60
-70	28	30	36	27	13	1	1	3	-3	-9	-11	-8	7	10	17	19	12	-5	-26	-34	-42	-27	-14	2	17	-70
-80	3	10	2	-11	-11	-1	7	8	4	-4	3	3	22	28	41	43	26	2	-32	-53	-57	-40	-21	-6	6	-80
-85	-6	-29	-48	-56	-42	-15	4	4	13	11	35	40	40	45	45	30	14	-3	-19	-37	-41	-41	-24	-19	-16	-85

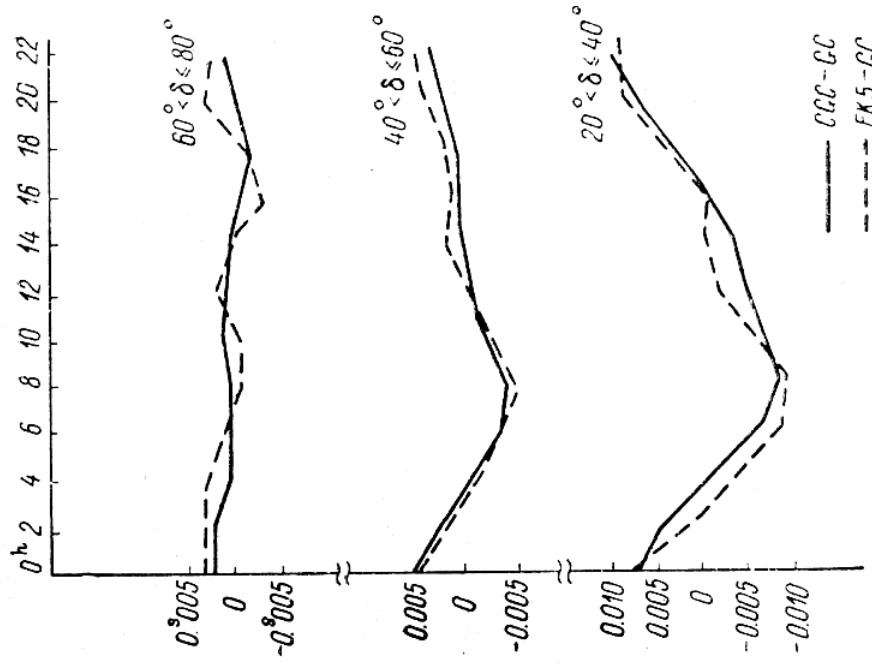
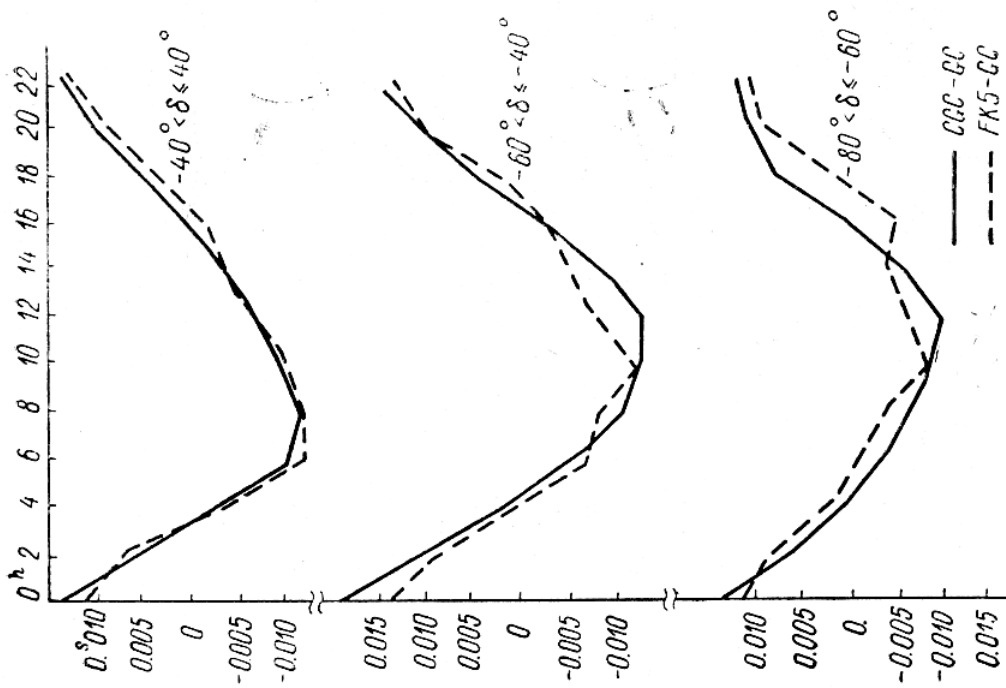


Рис. 1.

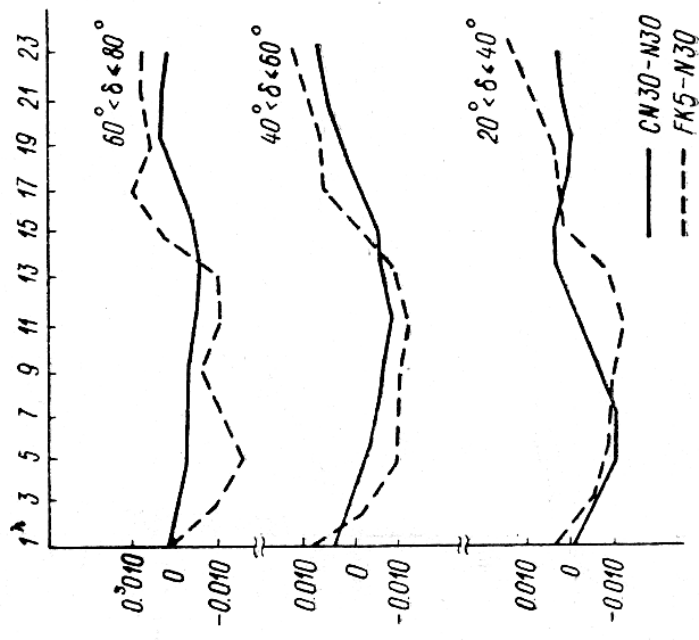
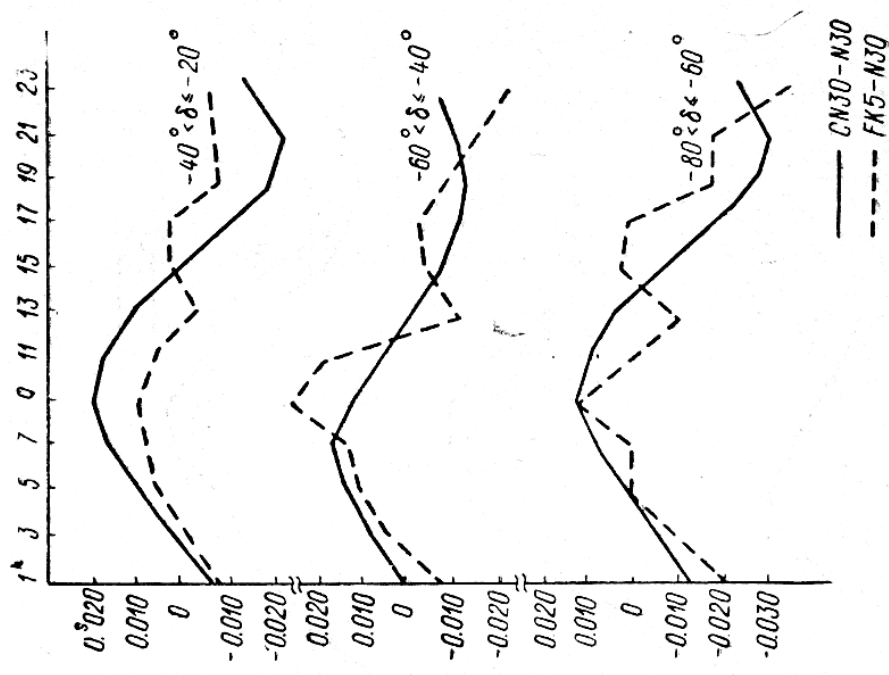


Рис. 2.

блюдений от 1845 до 1920 г. были получены поправки прямых восхождений звезд GC вида $\Delta\alpha_\alpha$ и обусловленные ими поправки собственных движений звезд N30 вида $\Delta\mu_\alpha$. Найденные поправки позволяют образовать улучшенные системы каталогов GC и N30, которые мы будем обозначать CGC и CN30. Отметим, что средняя эпоха системы прямых восхождений CGC, свободной от ошибок собственных движений, равна 1911.4. Сравнение систем CGC и CN30 с FK4 [10, 11], а также улучшение собственных движений звезд каталога КСВ на основе CGC [12] показало, что найденные в [7—9] поправки реальны. Представляет поэтому интерес оценка качества улучшения GC и N30 по данным FK5.

На рис. 1 показан ход систематических разностей FK5—GC и CGC—GC вида $\Delta\alpha_\alpha \cos \delta$ на эпоху 1911.4, а на рис. 2 — ход разностей FK5—N30 и CN30—N30 вида $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$ в двадцатиградусных зонах склонения. Анализ этих рисунков показывает, что по разностям $\Delta\alpha_\alpha \cos \delta$ система CGC практически не уступает в точности системе FK5, расходясь с ней на величину, не превосходящую $0^s.005$. Что касается разностей $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$ (рис. 2), то и здесь можно констатировать хорошее согласие кривых FK5—N30 и CN30—N30, особенно если учесть то обстоятельство, что при формировании CN30 система прямых восхождений каталога N30 на эпоху 1930.0 не корректировалась.

Таким образом, выполненное нами косвенное сравнение наблюдательного материала с эпохами от 1845 до 1920 г. с новейшими каталогами, послужившими основой для построения FK5, приводит нас к следующим выводам:

1) авторы GC и N30 располагали достаточным материалом для того, чтобы получить в свое время первоклассные каталоги, не уступающие по точности в систематическом отношении системе FK5;

2) так называемые старые наблюдения при достаточно критическом к ним отношении могут использоваться при составлении фундаментальных каталогов, так как они вполне заслуживают доверия с точки зрения современных требований точности.

Summary

The systematic differences FK5—GC and FK5—N30 are derived for the epoch B 1950.0. The components $\Delta\alpha_\delta \cos \delta$, $\Delta\mu_\delta \cos \delta$, $\Delta\mu'_\delta$ are tabulated with 10^0 step on declination; periodical components $\Delta\alpha_\alpha \cos \delta$, $\Delta\mu_\alpha \cos \delta$, $\Delta\delta_\alpha$, $\Delta\mu'_\alpha$ are given on the grid points $1^h \times 10^0$. The comparison of differences FK5—GC, FK5—N30 with CGC—GC, CN30—N30 is made, where CGC and CN30 designate the improved GC and N30 systems derived from twenty catalogues not embodied in GC. It is shown that the systems FK5, CGC and CN30 are in good agreement with respect to components $\Delta\alpha_\alpha$ and $\Delta\mu_\alpha$.

Литература

1. Fricke W., Schwan H., Lederle T. Fifth fundamental catalogue (FK5) // Veroff. des Astr. Rechen-Inst. Heidelberg, 1988. N 32.
2. Fricke W., Kopff A. Fourth fundamental catalogue (FK4) // Veroff. des Astr. Rechen-Inst. Heidelberg, 1963, N 10.
3. Boss B. General catalogue of 33 342 stars for the epoch 1950.0. Vol. 1—5. Washington, 1937.
4. Morgan H. B. // Astron Papers. 1952. Vol. 13. P. 110—321.
5. Brosche P., Nowacky H., Strobel W. // Veroff. des Astr. Rechen-Inst. Heidelberg. 1964. N 15. P. 1—51.
6. Bien R., Fricke W., Lederle T., Schwan H. Methods for the comparison of systems of star positions to be applied in the construction of the FK5 // Veroff. des Astr. Rechen-Inst. Heidelberg, 1978. N 29.
7. Витязева Е. В. // Вестн. Ленингр. ун-та. 1980. № 7. С. 102—109.
8. Витязева Е. В. Поправки собственных движений вида $\Delta\mu_\alpha$ для 2305 звезд каталога N30. Деп. в ВИНТИ, № 1977 от 5 мая 1981 г.
9. Витязев В. В., Витязева Е. В. // Учен. зап. ЛГУ. 1985. № 416. С. 145—171.
10. Витязева Е. В. // Вестн. Ленингр. ун-та. 1980. № 13. С. 111—115.
11. Витязева Е. В. О погрешности собственных движений вида $\Delta\mu_\alpha$ каталога N30. Сравнение улучшенной системы собственных движений звезд N30 с системами FK4 и GC. Деп. в ВИНТИ, № 1981 от 5 мая 1981 г.
12. Витязев В. В. // Вестн. Ленингр. ун-та. 1987. № 8. С. 78—85.

Статья поступила в редакцию 6 апреля 1990 г.