

УДК 521.93

Л. Я. Халявина, Е. Н. Кислица, Т. Е. Борисюк, Н. М. Заливадный

Полтавская гравиметрическая обсерватория Национальной академии наук Украины  
36029, Полтава, ул. Мясоедова 27/29

### Обновленная версия широтного ряда наблюдений на призменной астролябии в Полтаве

*Предпринята ревизия 37-летнего (1964.5—2000.9) широтного ряда, полученного из наблюдений на призменной астролябии в Полтаве, с целью уточнения результатов. Используются координаты высокоточного каталога HIPPARCOS, а также учтена нестабильность инструментальной системы, обусловленная недостаточной точностью воспроизведения параметров установки астролябии после ремонтно-профилактических работ. Схема приведения ряда в единую однородную систему включает: 1) разбиение ряда на отдельные фрагменты, внутри которых инструментальная система стабильна; 2) уравнивание массива данных для отдельных фрагментов с помощью модифицированного цепного метода; 3) определение величины скачков инструментальной системы на границах соседних интервалов; 4) «сшивание» ряда путем учета систематических поправок, определенных на предыдущем этапе. Анализ низкочастотных вариаций широты обнаружил наличие устойчивых гармоник с периодами 3.2 и 9 лет. Тренда, обусловленного вековым движением полюса, нет. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости переобработки ряда в системе каталога FK6, а также привлечения данных о вариациях широты Полтавы, полученных на других инструментах. Ревизия широтного ряда призменной астролябии повышает потенциал данных широтных наблюдений и других геофизических измерений, накопленных в ПГО, для решения задач региональной и эволюционной геодинамики.*

**О Н О В Л Е Н А В Е Р С І Я Ш І Р О Т Н О Г О Р Я Д У С П О С Т Е Р Е Ж Е Н Ь Н А П Р І З М О В І Й А С Т Р О Л Я Б І І В П О Л Т А В І**, Халявіна Л. Я., Кислиця К. М., Борисюк Т. Е., Заливадный М. М. — Проведена ревізія 37-літнього (1964.5—2000.9) широтного ряду, отриманого зі спостережень на призмовій астролябії в Полтаві, з метою уточнення результатів. Використані координати высокоточного каталога HIPPARCOS, а також враховано вплив нестабільності інструментальної системи, викликані недостатньою точністю відтворення параметрів установки астролябії після ремонтно-профілактичних робіт. Схема приведення ряду до однорідної системи така: 1) розбивка ряду на окремі фрагменти, усередині яких інструментальна система стабільна; 2) урівнювання масиву спо-

стережень для кожного окремого фрагмента за допомогою модифікованого ланцюгового методу; 3) визначення величини стрибків інструментальної системи на межах сусідніх інтервалів; 4) «зшивання» ряду шляхом урахування систематичних поправок, визначених на попередньому етапі. Проведено аналіз низькочастотних варіацій широти. Він виявляє стійкі гармоніки з періодами 3.2 і 9 років. Тренду, обумовленого віковим рухом полюса, немає. Отримані результати свідчать про необхідність переробки ряду в системі каталогу FK6, а також притягнення даних про варіації широти Полтави, отриманих на інших інструментах. Ревізія широтного ряду, отриманого за допомогою призмової астролябії, підвищує потенціал даних широтних спостережень, а також геофізичних вимірів, накопичених у ПГО, для рішення задач регіональної та еволюційної геодинаміки.

*NEW VERSION OF THE LATITUDE SET DERIVED FROM OBSERVATIONS WITH A PRISMATIC ASTROLABE IN POLTAVA, by Khalyavina L. Ya., Kislitsa K. M., Borisyuk T. Ye., Zalivadny M. M. — The latitude set derived from observations with the prismatic astrolabe in Poltava during 37 years (1964.5—2000.9) is revised in order to improve the reliability and validity of the observation results. To this purpose the accurate coordinates of the HIPPARCOS catalogue are used, and the method is applied which takes into account the instrumental effects typical for Danjon astrolabes. It is just the instrumental instability caused by insufficient accuracy with which the astrolabe installation parameters are reproduced after maintenance works. The set was made homogeneous by 1) dividing it into separate fragments for which the instrumental system is stable; 2) treating the data of each fragment with a modified chain method; 3) estimating the instrumental system jumps at the boundaries of adjacent intervals; 4) merging the set, considering the systematic corrections obtained in the previous step. Low-frequency latitude variations are analysed stable 3.2 and 9-years harmonics are found. The trend caused by the secular polar motion is absent. The results show that it is necessary to treat of the data with the FK6 catalogue and supplement it with the latitude variation data derived with other instruments in Poltava.*

## ВВЕДЕНИЕ

Глобальная обработка и анализ данных астрооптических наблюдений за изменениями координат обсерваторий, проводившихся в XX веке, позволили получить наиболее достоверную и ценную информацию о параметрах ориентации Земли, вековом движении полюса, нутационных параметрах земной оси, собственных движениях некоторых звезд в системе HIPPARCOS [15—18]. Этот анализ охватил ряды наблюдений, выполненных на 46 инструментах в 29 обсерваториях мира. Но значительные массивы данных не вошли в глобальный анализ.

Широтные наблюдения в Полтавской гравиметрической обсерватории проводились в течение полувека, причем почти половину этого срока на трех инструментах: двух зенит-телескопах и призменной астролябии. Такое сочетание позволяет обстоятельно изучить медленные изменения координат и связанные с ними региональные геодинамические процессы. В глобальной обработке, выполненной группой Вондрака, наиболее полно был задействован ряд наблюдений на зенит-телескопе Цейса, широтный ряд ЗТЛ-180 вошел в обработку на 40 %, а ряд наблюдений, полученный на призменной астролябии, не был использован, так как его качество было признано неудовлетворительным по итогам кампании MERIT. Такую оценку он получил из-за нестабильности инструментальной системы в 1970—1980-е гг.

Другие же отрезки ряда полтавской астрольбии сравнимы по точности с данными добротных инструментов соответствующего класса.

Реабилитация широтного ряда, полученного с помощью призменной астрольбии, позволила бы значительно повысить потенциал накопленной в ПГО информации о вариациях широты на длительных интервалах времени. Такая возможность появилась в связи с созданием нового высокоточного каталога HIPPARCOS, а также с выявлением источников и причин нестабильности инструментальной системы [8—10]. В настоящей работе мы провели ревизию многолетнего широтного ряда, полученного на призменной астрольбии в Полтаве. Основные подходы к ревизии ряда и некоторые предварительные результаты изложены в работе [11]. В ходе выполнения переобработки всего ряда изложенные принципы были дополнены с учетом характерных особенностей данных.

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЯДА

Определяющим требованием к астрономическому ряду, который используют для изучения долговременных изменений координат, является его однородность в систематическом отношении. Поэтому вопросу стабильности системы уделено особое внимание.

Неоднородность результатов наблюдений обусловлена погрешностями каталожного и инструментального происхождения. Изменения систематических погрешностей наблюдений происходят по двум причинам: при замене программ наблюдений и нарушениях определяющих инструментальных параметров.

Состав программ наблюдений существенно изменялся в 1964.5 г. — расширение состава групп 6-тигрупповой программы [4] и в 1974.5 г. — формирование 8-групповой программы для участия в проекте по определению изменений дуги между Полтавой и Потсдамом [5]. В 1994 и 1996 гг. с целью повышения точности определения времени и широты состав двух групп звезд был изменен по принципу оптимальных пространственно-временных структур [9].

Исследования астрольбии показали, что доминирующим источником нестабильности инструментальной системы является состояние механического привода микрометра. Недостаточная отрегулированность механической системы порождает погрешности типа «деформаций альмукантарата» [10]. Изменения параметров регулировки даже на уровне предельных допусков обуславливают заметные систематические искажения поправок времени и широты, определяемых по способу равных высот. Поэтому после ремонтно-профилактических работ возможны скачкообразные изменения системы. Наиболее значительный скачок широты около  $0.3''$  произошел в 1980—1981 гг. [8].

В ходе ревизии была учтена информация о ремонтно-профилактических мероприятиях, проводившихся на инструменте, чтобы проконтролировать моменты возможных скачков системы. За период с 1964.5 по 2000.8 согласно журналу таких событий было 18.

#### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕВИЗИИ ШИРОТНОГО РЯДА

Переобработка широтного ряда, полученного на призменной астрольбии в Полтаве, проведена за период с 1964.5 по 2000.8 в системе каталога HIPPARCOS.

Стандартная двухэтапная процедура уравнивания широтного ряда, обеспечивающая его однородность [2, 6, 12], учитывает систематические

изменения только каталожного происхождения. Поскольку погрешности инструментального характера могут оказывать значительное влияние на величины внутригрупповых поправок и поправок групп, необходимо проводить кусочное уравнивание для интервалов, в пределах которых инструментальную систему можно считать стабильной.

Данные наблюдений каждого из интервалов подвергались обработке по такой схеме. 1. Первичная обработка серий наблюдений отдельных групп звезд, при которой производилась отбраковка только грубых отскоков. 2. Определение робастных оценок  $v_{s_i}$  систематических отклонений звезд от среднего альмукантарата. 3. Внутригрупповое уравнивание, при котором производилась отбраковка сомнительных наблюдений звезд по критерию  $|v_{ij} - v_{s_i}| > 2.8\sigma_i$ , где  $\sigma_i$  — дисперсия остаточного отклонения  $i$ -й звезды. 4. Цепное уравнивание групп звезд за цикл наблюдений соответствующего интервала.

Поскольку некоторые интервалы очень короткие, то для более уверенных определений как внутригрупповых поправок  $v_{s_i}$  и поправок групп, мы использовали данные соседних интервалов, предварительно убедившись, что изменения систематических погрешностей в пределах этих интервалов незначительны. В первую очередь это касается 1969—1970 гг. и 1985—1988 гг., когда ремонтно-профилактические работы проводились довольно часто.

В табл. 1 приведены систематические отклонения  $v_{s_i}$  некоторых широтных звезд для различных интервалов. Приведенные данные демонстрируют как неустойчивость системы, так и значительную величину систематических искажений зенитных расстояний близмеридианных звезд.

В табл. 2—3 приведены систематические разности смежных групп, используемые для оценки групповых поправок цепным методом, которые содержатся в табл. 4 и 5. Звездочкой помечены группы, имеющие соответствующий порядковый номер, которые относятся к 6-групповой программе 1964—1974 гг. Видно, что и систематические разности для одноименных пар групп, и групповые поправки для различных интервалов заметно изменяются.

Таблица 1. Систематические отклонения некоторых широтных звезд от среднего альмукантарата

№ FK5 звезды	Азимут ( $T = 1985.0$ )	$v_{s_i}$					
		1966—1970	1970—1972	1976—1979	1981—1983	1989—1991	1998—1999
606	16.7	-0.040"	0.036"	-0.230"	-0.806"	0.077"	0.048"
524	348.1	-0.177	0.021	0.124	-0.260	-0.036	0.005
770	19.2	-0.141	-0.080	-0.335	-0.823	0.115	-0.124
1465	198.1	-0.142	-0.336	-0.259	-0.709	0.041	-0.380
770	340.8	-0.205	-0.050	-0.085	-0.760	-0.058	-0.087
87	24.2	-0.038	0.026	-0.151	-0.449	0.012	0.014
1594	348.0	-0.376	-0.073	-0.222	-0.987	-0.102	—

Таблица 2. Средние групповые разности смежных групп для периода наблюдений 1964—1974 гг.

Период	1—2*	2*—3*	3*—4*	4*—5*	5*—6*	6*—1
1964—1966	0.152	-0.068	-0.022	-0.043	0.021	0.084
1966—1970	0.231	-0.076	-0.057	0.001	-0.026	-0.009
1970—1972	0.013	-0.073	0.034	0.240	0.009	0.123
1972—1974	-0.017	-0.049	0.042	-0.006	0.120	0.000

Таблица 3. Средние групповые разности смежных групп для периода наблюдений 1974—2000 гг.

Период	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—1
1974—1975	-0.169	0.150	-0.105	-0.022	0.351	0.153	0.040	-0.021
1976—1979	-0.102	0.029	-0.083	-0.102	0.031	0.078	0.147	0.062
1979—1980	-0.117	0.264	0.040	0.034	0.204	-0.051	0.051	-0.007
1981—1983	-0.037	0.056	-0.093	-0.174	0.259	-0.101	0.175	-0.087
1983—1985	-0.129	0.223	-0.114	-0.186	0.043	-0.072	0.067	0.046
1985—1987	0.036	-0.040	-0.094	-0.036	-0.072	0.069	-0.027	0.102
1988—1989	-0.039	0.070	-0.039	-0.002	-0.084	0.131	-0.053	0.053
1989—1990	0.013	0.056	-0.026	-0.018	-0.076	0.135	0.081	0.063
1990—1991	-0.049	-0.002	-0.001	-0.016	-0.146	0.106	0.029	0.055
1991—1992	0.074	-0.074	0.023	0.137	-0.222	0.063	0.017	-0.007
1992—1993	-0.171	0.047	0.069	-0.106	0.105	0.083	0.011	0.022
1994—1995	0.022	0.040	-0.045	0.056	-0.099	0.051	0.015	0.065
1996—1998	-0.025	-0.003	0.002	-0.044	0.016	0.019	0.003	0.118
1998—1999	0.008	-0.062	0.034	-0.105	-0.032	-0.057	0.021	0.016

Таблица 4. Значения групповых поправок широт для различных отрезков периода наблюдений 1964—1974 гг.

Номер группы	1964—1966	1966—1970	1970—1972	1972—1974
1	0.008	0.083	-0.083	-0.045
2*	-0.123	-0.138	-0.039	-0.013
3*	-0.035	-0.051	0.092	0.051
4*	0.008	0.017	0.115	0.024
5*	0.072	0.026	-0.067	0.045
6*	0.071	0.063	-0.018	-0.060

Таблица 5. Значения групповых поправок широт для различных отрезков периода наблюдений 1974—2000 гг.

Номер группы	1974—1975	1974—1979	1976—1979	1979—1980	1981—1983	1983—1985	1985—1987
1	-0.102	-0.122	-0.147	0.025	-0.050	0.125	-0.061
2	0.114	0.001	-0.038	0.194	0.064	-0.002	-0.105
3	0.011	-0.045	-0.060	0.018	-0.174	-0.239	-0.073
4	0.163	0.076	0.031	-0.006	-0.075	-0.079	0.013
5	0.232	0.175	0.141	0.013	0.095	-0.051	0.042
6	-0.072	0.058	0.118	-0.138	0.037	0.069	0.106
7	-0.177	-0.019	0.047	-0.035	0.093	0.005	0.029
8	-0.170	-0.125	-0.092	-0.034	0.011	0.173	0.049
Номер группы	1989—1990	1990—1991	1991—1992	1992—1993	1994—1995	1996—1998	1998—1999
1	-0.057	-0.067	0.022	-0.089	-0.02	-0.071	-0.017
2	-0.041	-0.021	-0.05	0.09	-0.028	-0.036	-0.047
3	-0.068	-0.022	0.025	0.05	-0.055	-0.022	-0.007
4	-0.014	-0.024	0.003	-0.012	0.003	-0.013	-0.063
5	0.033	-0.011	-0.133	0.102	-0.04	0.041	0.02
6	0.138	0.132	0.091	0.005	0.073	0.036	0.029
7	0.031	0.023	0.029	-0.071	0.035	0.028	0.064
8	-0.022	-0.009	0.013	-0.074	0.033	0.036	0.021

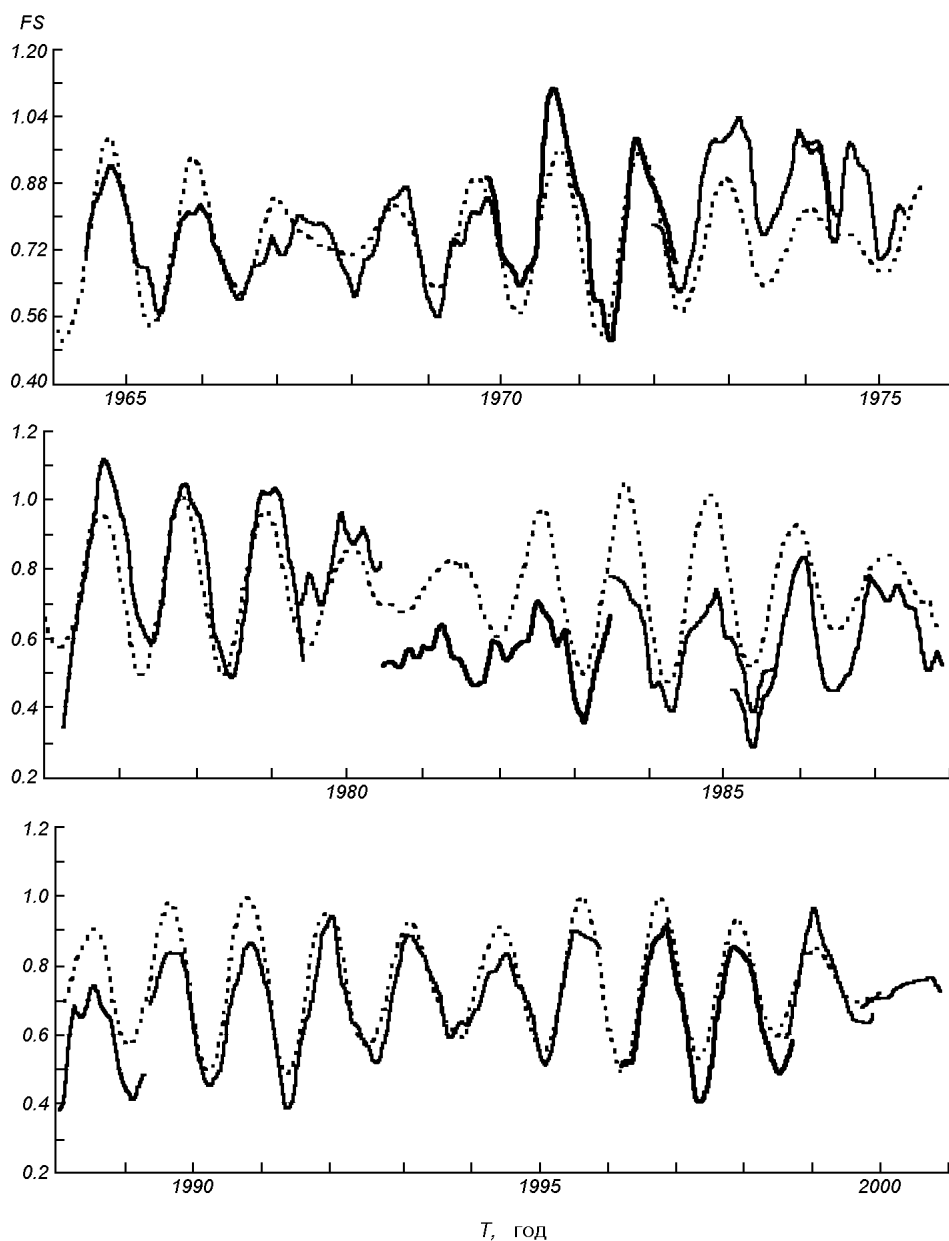


Рис. 1. Вариации широты Полтавы в 1964—2000 гг. (сплошные фрагменты) и колебания полюса FIP (штриховая кривая)

Мгновенные значения широт, исправленные групповыми поправками для соответствующих периодов, были сглажены методом скользящего среднего с весовой функцией Гаусса [1, 14]. Кривые вариаций широты Полтавы FS в 1964—2000 гг. представлены на рис. 1. Для сравнения приводится кривая полярных колебаний FIP (пунктир), построенная по данным о координатах полюса. Принятая средняя широта инструмента при вычислениях полярных колебаний —  $49^{\circ}36'13.75''$ . Обоснование этого значения приведено ниже.

Согласие эмпирических кривых с эталонной, построенной по координатам полюса, достаточно хорошее для периодов, когда система была стабильной.

Таблица 6. Показатели, характеризующие точность отдельных фрагментов ряда

Интервал	$N_0$	$\sigma_0$	$\sigma_1$	Интервал	N	$\sigma_0$	$\sigma_1$
1964—1966	344	0.110"	0.118"	1983—1985	510	0.110"	0.126"
1966—1970	780	0.096	0.101	1985—1987	582	0.119	0.137
1970—1972	300	0.100	0.119	1988—1989	206	0.101	0.111
1972—1974	483	0.101	0.128	1989—1991	342	0.093	0.111
1974—1975	353	0.091	0.132	1991—1993	238	0.091	0.112
1976—1979	499	0.109	0.138	1994—1995	283	0.089	0.102
1979—1980	262	0.130	0.156	1996—1998	400	0.077	0.097
1980—1983	514	0.129	0.149	1998—1999	292	0.079	0.107

Таблица 7. Систематические отклонения оценок широты от сглаженной кривой для разных наблюдателей и их дисперсии

Наблюдатель	$D\varphi \pm \sigma_{D\varphi}$			
	1974—1975	1980—1983	1989—1990	1996—1998
1	0.027"±0.12	0.016"±0.18	0.009"±0.13	—
2	0.151"±0.12	-0.057"±0.18	-0.017"±0.10	-0.010"±0.10
3	—	0.019"±0.13	0.033"±0.12	-0.006"±0.08
4	0.026"±0.10	0.015"±0.22	-0.006"±0.12	—
5	-0.079"±0.09	-0.117"±0.11	-0.053"±0.09	0.000"±0.09

В 1970—1980 гг. форма эмпирической кривой заметно отличается от эталонной. Существенно различаются и показатели точности ряда на отдельных интервалах. В табл. 6 приведены значения величин, характеризующих точность отдельных кусков ряда:  $N_0$  — количество широт, полученных на данном интервале,  $\sigma_0$  — средняя квадратичная погрешность определения широты по одной группе звезд и  $\sigma_1$  — среднее квадратичное отклонение мгновенных широт от сглаженной кривой, характеризующее сходимость ряда.

В периоды повышенной нестабильности проявляется еще и субъективный характер систематических отклонений широты (табл. 7), представляющих усредненные значения отклонений широт  $D\varphi$  от сглаженной кривой для разных наблюдателей. Для примера взяты несколько характерных интервалов: «спокойных» (1989—1990; 1996—1998) и «нестабильных» (1974—1975; 1980—1983). Эти результаты подтверждают вывод [10] о том, что погрешности регулировки астроблочки могут обуславливать личный характер определений времени и широты.

Для заключительного «сшивания» отдельных кусков ряда необходимо установить начальное значение средней широты и поправки, учитывающие скачки инструментальной системы на границах интервалов.

При выборе нуля-пункта средней широты мы ориентировались на периоды, когда результаты были самыми стабильными, а систематическая погрешность, обусловленная «деформациями» видимого альмукантарата, — минимальной. Предшествующие и современные исследования ряда показывают, что в период 1961—1970 гг. эти условия выполнялись. Об этом свидетельствует и высокий вес, присвоенный этим наблюдениям в фундаментальной работе [7]. Поэтому исходное значение средней широты столпа призмной астроблочки в Полтаве (в системе каталога HIPPARCOS) соответствует 49°36'13.75".

Таблица 8. Значения поправок за скачок инструментальной системы для отдельных фрагментов ряда

Интервал	Поправка широты	Интервал	Поправка широты
1964.5—1966.4	+0.01"	1981.75—1986.4	+0.175"
1966.5—1970.0	+0.01	1986.45—1987.9	+0.09
1970.1—1972.2	-0.08	1988.1 —1989.3	+0.15
1972.3—1974.5	-0.15	1989.4 —1992.4	+0.08
1974.0—1976.1	-0.11	1992.45—1995.9	+0.04
1976.2—1977.5	-0.10	1996.2—1998.65	+0.07
1977.5—1979.3	-0.04	1998.7 —1999.5	-0.045
1979.4—1980.4	-0.12	1999.5 —2000.8	-0
1980.5—1981.7	+0.20		

Таблица 9. Оценки систематических поправок широты  $\delta(\Delta\varphi)$  и значения параметров, характеризующих степень влияния инструментальных погрешностей

Интервал наблюдений	$\delta(\Delta\varphi)$	$C_1$	$C_2$
1964—1966	+0.030"±0.02	0.28 ± 0.08	-0.058±0.005
1966—1970	+0.033"±0.03	0.41±0.07	-0.009±0.013
1970—1972	-0.065"±0.04	0.34±0.16	-0.029±0.013
1972—1974	-0.076"±0.04	0.42±0.17	-0.083±0.014
1974—1975	-0.071"±0.03	0.44±0.14	-0.047±0.010
1976—1979	-0.081"±0.03	0.48±0.15	-0.052±0.011
1979—1980	-0.109"±0.06	0.79±0.12	-0.135±0.016
1981—1983	+0.217"±0.08	0.63±0.05	-0.140±0.014
1983—1985	+0.108"±0.02	0.31±0.04	-0.086±0.010
1985—1987	+0.091"±0.02	0.23±0.04	-0.095±0.011
1988—1989	+0.076"±0.02	0.32±0.07	-0.043±0.010
1989—1991	+0.073"±0.03	0.43±0.14	-0.044±0.006
1992—1993	+0.054"±0.03	0.33±0.12	-0.029±0.008
1994—1995	+0.029"±0.03	0.12±0.11	-0.021±0.006
1996—1998	+0.009"±0.01	0.55±0.18	-0.018±0.006
1998—1999	-0.044"±0.03	0.21±0.13	-0.027±0.007

Оценка величины скачка системы на границе соседних интервалов производилась из анализа средней широты для каждого отрезка с использованием фильтра Орлова и последующим усреднением. В пределах длительных фрагментов были обнаружены также заметные колебания средней широты величиной до 0.05". В некоторых случаях мы пришли к выводу, что эти изменения — следствие скачков системы. Об этом говорили ширина «ступеньки» — 1.5 года, что соответствует апертуре фильтра Орлова, и записи в журналах наблюдений о неполадках на инструменте. Эти вторичные скачки также были учтены. Указанные поправки за скачок системы для соответствующих фрагментов ряда приведены в табл. 8.

Чтобы проконтролировать инструментальное происхождение этих скачков, были получены оценки влияния инструментальных погрешностей, детально описанных в [10]. Для этого использовалась упрощенная методика, которая не требует точных параметров модели систематических погрешностей, а лишь ориентировочные значения установочных параметров астролябии. Оценка поправки широты  $\delta(\Delta\varphi)$  для каждого интервала получена из решения системы для всей совокупности звезд программы:

$$\delta(\Delta u) \sin A_i + \delta(\Delta\varphi) \cos A_i - \delta(\Delta z) + C_1 \delta z_i + C_2(m_i - 4.5) = v_{s_i},$$

где  $\delta(\Delta u)$ ,  $\delta(\Delta\varphi)$ ,  $\delta(\Delta z)$  — поправки системы определения времени, широты и зенитного расстояния,  $A_i$  — азимут звезды,  $v_{s_i}$  — значение систематиче-



ского отклонения  $i$ -й звезды за соответствующий интервал наблюдений,  $\delta z_i$  — значение погрешности зенитного расстояния для азимута  $A_i$  согласно модели [10],  $m_i$  — звездная величина  $i$ -й звезды,  $C_1, C_2$  — коэффициенты, характеризующие среднее влияние соответствующего фактора ( $\delta z$  или  $m$ ) на результаты наблюдений. В табл. 9 приведены значения поправок  $\delta\Delta\varphi$  и коэффициентов  $C_1, C_2$  для разных интервалов наблюдений.

Данные табл. 8 и 9 подтверждают доминирующую роль погрешностей привода микрометра астролябии в нестабильности инструментальной системы. С другой стороны, они указывают, что система определений широты в пределах  $0.05''$  может изменяться и по другим причинам. Значения коэффициента  $C_2$  также подтверждают, что фактор цвет—звездная величина имеет независимый и постоянный характер в наблюдениях с призменной астролябией [12].

Согласие обеих оценок скачков широты дает достаточное основание для их исключения. После введения поправок табл. 8 в массивы индивидуальных широт был получен однородный в систематическом отношении ряд наблюдений широты Полтавы продолжительностью 37.3 года.

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕДЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ШИРОТЫ

Полученный однородный ряд наиболее интересен для изучения долгопериодических явлений. Для этого сглаженная и интерполированная через 0.05 года кривая широты была обработана с помощью трех фильтров: Орлова (F1), Сахарова F7 и Сахарова F8 [3]. Указанные операторы фильтрации широтного ряда имеют различные полосы пропускания и апертуры: 1.5, 3.0, 6.0 лет соответственно. Фильтр Орлова (F1) гасит полярные составляющие с периодами менее 1.5 лет; фильтр F7 практически исключает гармоники с периодами до 2 лет; фильтр F8 позволяет изучать наиболее низкочастотные составляющие ( $T > 6$  лет) и вековой тренд.

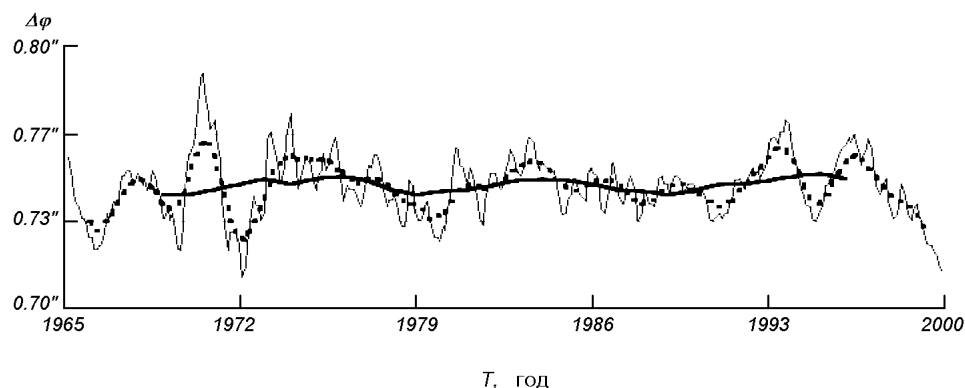


Рис. 2. Вариации средней широты Полтавы

На рис. 2 представлены кривые средней широты, полученные с помощью перечисленных операторов F1, F7, F8. Как и ожидалось, наибольшие нерегулярности присущи кривой F1, кривая F7 оглаживает первую и показывает квазирегулярные изменения относительно низкочастотного компонента F8. Амплитуда этих изменений в различные периоды не превышает  $0.02''$ . Спектр разностей кривых F7—F8 обнаруживает устойчивую гармонику с периодом 3.2 года.

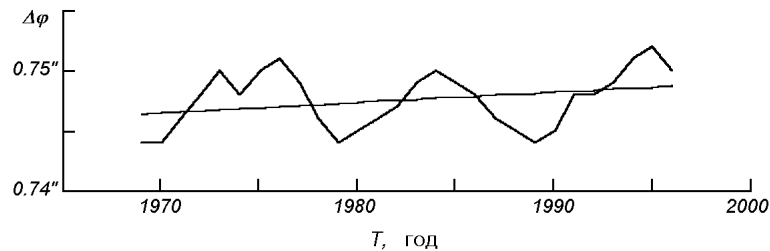


Рис. 3. Низкочастотная составляющая кривой средней широты Полтавы

На рис. 3 приведена низкочастотная составляющая вариаций средней широты в укрупненном масштабе. Она изменяется в пределах менее  $0.01''$  и имеет явно выраженный периодический характер.

Период низкочастотной гармоник составляет 9.0 лет, что близко к нутационной волне  $2\Omega$ . Линейный тренд этой кривой для периода 1969.1—1995.5 показывает вековое увеличение широты за 26 лет на  $0.0023''$ . Однако это увеличение — следствие разности фаз на концах кривой. Поэтому мы определили тренд для кривой F8 на 18-летних интервалах. Получено 11 оценок тренда (со смещением на 1 год). Среднее значение составило  $-0.00012''/\text{год} \pm 0.00015$ , т. е. фактически векового тренда нет. В соответствии с современными данными о вековом движении полюса, представленными Вондраком [17, 18], широта Полтавы за 26 лет должна уменьшиться на  $0.037''$ . (Движением Евразийской плиты можно пренебречь). Чем можно объяснить это расхождение?

Можно указать несколько возможных причин. 1. Влияние неточных значений собственных движений звезд программы в системе HIPPARCOS (около 25 % звезд программы наблюдений относятся к кратным системам типа C, O, G, S). 2. Недостаточная корректность процедур, выполняемых нами при гомогенизации ряда (слишком короткие интервалы стабильности требовали отступлений от строгой схемы). 3. Наличие некоторого регионального долгопериодического явления, компенсирующего снижение средней широты.

Однозначный ответ на поставленные вопросы можно получить, если: использовать в качестве исходного каталога FK6 [19] и сравнить вариации средней широты, полученной в Полтаве на зенит-телескопах.

## ВЫВОДЫ

1. Многолетние ряды астрооптических наблюдений далеко не исчерпали свой потенциал как источник информации о глобальных и региональных геодинамических процессах. Использование высокоточных каталогов и уточненных моделей инструментальных погрешностей дает возможность получить более надежные и достоверные данные для такого анализа.

2. Ревизия 37-летнего широтного ряда Полтавской призмной астролябии (1964.5—2000.9 гг.) на базе высокоточного каталога HIPPARCOS, а также с учетом специфических погрешностей инструментальной системы позволила получить однородный в систематическом отношении ряд, пригодный для изучения долгопериодических перемещений зенита Полтавы в меридиональном направлении.

3. Предварительный анализ обновленного ряда обнаруживает устойчивые гармоники с периодичностью 3.2 и 9.0 лет, а также отсутствие векового тренда.

4. Представленные результаты не являются окончательными, так как уже создан каталог FK6, который сочетает высокую точность положений каталога HIPPARCOS и надежность собственных движений звезд, характерную для FK5, принята новая система астрономических постоянных. Кроме этого, представленная схема учета инструментальных погрешностей нуждается в усовершенствовании для периодов высокой инструментальной нестабильности.

5. Наиболее информативным и представительным будет анализ совместных наблюдений широты Полтавы, проводившихся параллельно на трех инструментах в течение 25 лет, что требует соответствующей подготовки и систематизации данных наблюдений.

1. Горбань В. М. Пакет прикладных программ по обработке астрометрических временных рядов. — Киев, 1990.—8 с.—(Рукопись деп. в ВИНТИ, № 2417-90).
2. Горбань В. М., Заливадный Н. М., Кислица Е. Н. и др. Предварительный анализ наблюдений широты с призменной астролябией Данжона в Полтаве в 1964.4—1987.7 гг. // Вращение и деформации Земли. — Киев: Наук. думка, 1992.—С. 17—23.
3. Костина Л. Д., Сахаров В. И. О вековом движении географического полюса Земли // Астрометрия и астрофизика.—1975.—Вып. 27.—С. 7—13.
4. Панченко Н. И., Гожий А. В., Дычко О. Г. Результаты широтных наблюдений на астролябии Данжона в Полтавской обсерватории (1964.5—1966.1) // Изменяемость широт. — Киев: Наук. думка, 1967.—С. 7—18.
5. Славинская А. А., Заливадный Н. М., Курьсько Е. И. и др. Некоторые результаты широтных наблюдений на призменной астролябии Данжона OPL № 21 в Полтаве // Вращение и приливные деформации Земли.—1979.—Вып. 11.—С. 48—52.
6. Славинская А. А. Общий анализ результатов наблюдений широт на астролябии Данжона в Полтаве за период 1961.0—1964.0 // Астрометрия и астрофизика.—1969.—Вып. 7.—С. 39—49.
7. Федоров Е. П., Корсунь А. А., Майор С. П. и др. Движение полюса Земли с 1890.0 по 1969.0. — Киев: Наук. думка, 1972.—264 с.
8. Халявина Л. Я. О возможных причинах аномальных изменений средней широты по данным наблюдений на призменной астролябии в Полтаве в 1980—1981 гг. — Киев, 1992.—13 с.—(Рук. деп. ВИНТИ, № 1958-В92).
9. Халявина Л. Я. Исследование методов обработки и программ наблюдений по способу равных высот: Дис. канд. физ.-мат. наук. — Полтава, 1992.—158 с.—Машинопись.
10. Халявина Л. Я. О систематических деформациях альмукантарата в наблюдениях с призменной астролябией Полтавской гравиметрической обсерватории // Кинематика и физика небес. тел.—1999.—15, № 2.—С. 177—188.
11. Халявина Л. Я. К вопросу о ревизии широтного ряда, полученного из наблюдений на призменной астролябии в Полтаве // Кинематика и физика небес. тел. Приложение.—1999.—№ 1.—С. 106—107.
12. Bougeard M. L. Statistical problems about the use of the ordinary least-squares method in astrometry. Application to the Paris-Astrolabe data // Astron. and Astrophys.—1987.—183 N 1.—P. 156—166.
13. IERS Annual Reports, 1987—1999, Paris.
14. Kabelař I. The use of Gauss' frequency curve for smoothing observed values of the geographic latitude and time corrections // Bull. Astron. Inst. Czech.—1976.—27, N 3.—P. 143—152.
15. Peřek I., Ron C. Comparison of proper motions of HIPPARCOS catalogue with the optical Astrometry in 1900—1992 // Reference systems and frames in space era: present and future astrometric programmes (Journées 1997). — Praga, 21-24 September, 1997.—P. 178.
16. Vondrak J., Peřek I., Ron C., Āeppek A. Earth orientation parameters 1899.7—1992.0 in the ICRS based on the HIPPARCOS reference frame // Publ. Astron. Inst. Acad. Sci. Chesch R.—1998.—87.—P. 1—56.
17. Vondrak J. Secular polar motion — reality or artefact? // Кинематика и физика небес. тел. Приложение.—1999.—№ 1.—С. 31—36.
18. Vondrak J., Ron C. Long-period Oscillations in Earth Orientation Parameters: Comparative Analyses of Different Solutions // In Earth rotation, reference systems in geodynamics and solar system (Journées 1995). — Warsaw, 18-20 September, 1995.—P. 95—102.
19. Wielen et al. The Sixth Catalogue of Fundamental Stars // Veroff. Astron. Rechen-Institut. Heidelberg.—1999.—N 35.

Поступила в редакцию 21.02.01