

КИНЕМАТИКА

И ФИЗИКА

НЕБЕСНЫХ

ТЕЛ

ПРИЛОЖЕНИЕ

№ 1, 1999

связано, с одной стороны, с прогрессом в области многоэлементных матричных приемников, по крайней мере для ближнего (1—5 мкм) и среднего (12—25 мкм) ИК-диапазонов, с другой стороны — с решением технических и технологических проблем, связанных с созданием нового поколения космических ИК-интерферометров, которые должны появиться вслед за завершением проектов DIVA и GAIA. Таким образом, можно надеяться, что следующим после выполнения этих двух проектов этапом астрометрии будет этап ИК-астрометрии, который выведет точность позиционных определений в ИК-диапазоне на уровень 10 мкс дуги.

Работа выполнена при поддержке Фонда фундаментальных исследований Украины. Грант N 2.4/8.

1. Харин А. С. Связь радио- и оптической координатных систем через посредство точных определений в ИК-области // Труды 3-й Орловской конференции / Ред. Я. С. Яцкив. — Киев: Наук. думка, 1993.—С. 201.
2. Bastian U., Hoeg E., Mandel H., et al. DIVA An Interferometric Minisatellite for Astrometry and Photometry // Astronomische Nachrichten.—1996.—317, N 4.—P. 281—288; 1—14.
3. Beichman C. A., Neugebauer G., Habing H. J., Clegg P. E., Chester T. J. (eds.) IRAS Catalogues and Atlases: The Explanatory Supplement, 1987, NASA RP-1190.—Vol. 1
4. Epchtein N. The Deep Near Infrared Survey of the Southern Sky Survey (DENIS) // Impact of Near Infrared Sky Surveys on Galactic and Extragalactic Astronomy / Ed. N. Epchtein // Astrophys. and Space sci. library.—1997.—230.—P. 3—9.
5. Epchtein N., Batz B. De., Capoani L. The Deep Near-Infrared Southern Sky Survey (DENIS) // Messenger.—1997.—N 87.—P. 27—34
6. Ershov V. Giant meridian circle-reflector // IAU Symp. N 166. — Dordrecht: Cluver, 1995.—P. 360.
7. Hindsley R., Harrington R. The U.S. NAVAL Observatory catalog of positions of Infrared stellar sources // Astron. J.—1994.—287,—P. 280—286.
8. IAU Information Bulletin.—January 1998.—N 81.—P. 30.
9. Kharin A. S. Conception of creation of the IR Reference system after HIPPARCOS // JOURNEES 1997, Systems De Reference Spatio-Temporels / Eds J. Vondrak and N.Capitaine, Prague, 1997.—P. 126—129.
10. Skrutskie M. F. The Two Micron All Sky Survey (2MASS) Status Report november 1997 // Impact of Near Infrared Sky Surveys on Galactic and Extragalactic Astronomy / Ed. N. Epchtein // Astrophys. and Space sci. library.—1997.—230.—P. 11—15.
11. Lindegren L., Perryman M. A. C., Bastian U., et al. GAIA — Global Astrometric Interferometer for Astrophysics // Amplitude and Intensity Spatial Interferometry II / Ed J. B. Breckenridge: Proc. SPIE conf. — 1994.—2200.—P. 599—608.
12. The HIPPARCOS and Tycho Catalogues. — 1997, ESA SP-1200.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕВОДА НАБЛЮДЕНИЙ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ 1961—1998 гг. НА СОВРЕМЕННУЮ СИСТЕМУ ICRS

Г. К. Горель, Л. А. Гудкова

© 1999

Николаевская астрономическая обсерватория

С 1961 г. на зонном астрографе ($F = 2.04$ м, $D = 12$ см) ведутся регулярные наблюдения тел Солнечной системы с целью определения их точных положений. За эти годы составлена библиотека из более чем 6 тысяч негативов, содержащая фотоснимки позиционных наблюдений больших и малых планет, ярких спутников Юпитера и Сатурна. Ниже приводится количественная характеристика планетного материала:

Большие планеты (за исключением Меркурия и Плутона)	— 2073 положений
Галилеевы спутники Юпитера	— 1314
Яркие спутники Сатурна	— 604
Избранные малые планеты	— 2450

Все пластинки своевременно измерены, топоцентрические координаты опубликованы в изданиях ГАО РАН, ИТА РАН либо депонированы. В табл. 1 приводятся данные по каждому объекту отдельно.

В течение всего периода наблюдений неизменной оставалась методика фотографирования и измерения пластинок. Однако по мере появления более современных и точных каталогов вынуждены были применять разные опорные системы:

Период наблюдений	Название каталога	Зона по склонению, град	Равноденствие
1961—1971 гг.	Йельские каталоги	$-30 < \delta < +30$	B1950.0
1971—1986 гг.	AGK3	$-2.5 < \delta < +30$	
	SAO	$-30 < \delta < -2.5$	
1987—1990 гг.	AGK3	$-2.5 < \delta < +30$	J2000.0
	FOCAT	$-30 < \delta < -2.5$	
1991—1995 гг.	PPM	$-30 < \delta < +30$	

Таблица 1. Массивы фотографических позиционных наблюдений тел Солнечной системы в Николаеве в 1961—1998 гг.

Объекты	Период наблюдений	Количество наблюдений	Объекты	Период наблюдений	Количество наблюдений
БОЛЬШИЕ ПЛАНЕТЫ			АСТЕРОИД		
Венера	1967—1980	384	1 Церера	1961—1997	217
Марс	1961—1997	445	2 Паллада	1961—1997	264
Юпитер	1961—1997	450	3 Юнона	1961—1996	245
Сатурн	1961—1997	372	4 Веста	1961—1997	241
Уран	1961—1997	212	5 Астрея	1983	4
Нептун	1961—1997	210	6 Геба	1961—1997	226
СПУТНИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ			7 Ирида	1961—1997	197
Ио	1962—1998	304	11 Партенопа	1961—1997	196
Европа	1962—1998	331	15 Эвномия	1987—1991	12
Ганимед	1962—1998	340	18 Мельпомена	1961—1997	212
Каллисто	1962—1998	339	25 Фокя	1976—1991	34
Тетис	1962—1997	105	39 Летиция	1961—1993	237
Диона	1962—1997	173	40 Гармония	1961—1994	203
Рея	1962—1997	109	148 Галлия	1977—1978	8
Титан	1962—1997	192	185 Эйнике	1972—1973	6
Япет	1962—1997	25	389 Индустрия	1991	4
			433 Эрос	1975	11
			532 Геркулина	1975—1991	68
			704 Интерамния	1974—1990	65

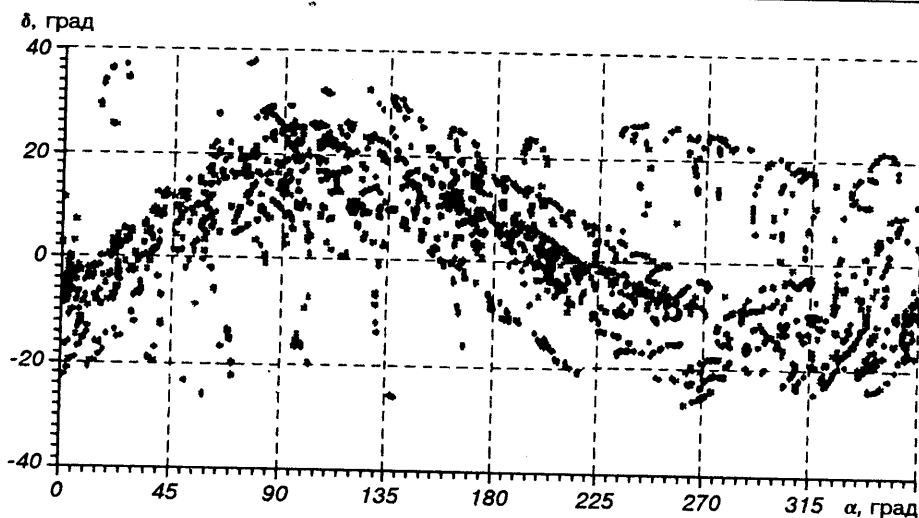


Рис. 1. Распределение наблюдений 12 малых планет вдоль экватора

Время от времени пересматривались алгоритмы редуцированных вычислений вследствие смены вычислительных средств. Все это затрудняло использование наших наблюдений в полном объеме либо приводило к большим погрешностям при уточнении нуль-пунктов каталогов и элементов орбит. Как отмечено в [1], и с чем мы полностью согласны, наиболее строгий перевод неоднородных наблюдений в некоторую опорную систему могут осуществить только сами наблюдатели при наличии оригинального наблюдательного материала.

1. Поэтому в 1994—1996 гг. весь массив положений малых планет (почти 2400 положений) прямой редуцированной обработкой старых измерений был переведен на систему FK5 с использованием опорных звезд из каталога PPM. Уже на этом этапе ошибка единицы веса редуцированных вычислений уменьшилась в 1.5—2 раза по сравнению со старыми редуцированными. Некоторое представление о наблюдательном материале можно получить из рис. 1 и 2. На рис. 1 приведено распределение 12 малых планет вдоль экваториальной зоны от -27° до $+32^\circ$ по склонению. Рис. 2 характеризует равномерность заполнения наблюдениями этой зоны.

В 1997 г. осуществлен перевод наблюдений 12 малых планет, имеющих не менее 65 наблюдений (2328 положений), на систему ICRS с помощью «депенденсов» D_i . Результаты перевода: средние значения $O - C$ и ср. кв. погрешности одного наблюдения по обеим координатам — на систему FK5 и два варианта на систему ICRS приведены в табл. 2.

Данные таблицы показывают, что: а) при переводе наблю-

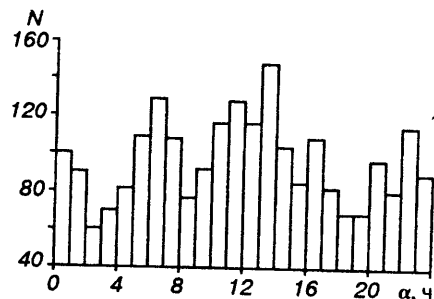


Рис. 2. Распределение наблюдений 12 малых планет по прямому восхождению

Таблица 2. Результаты перевода николаевских наблюдений избранных малых планет в единую систему

СИСТЕМА	КАТАЛОГИ		$\langle O - C \rangle_\alpha$	m_α	$\langle O - C \rangle_\delta$	m_δ
	положения	собственные движения				
FK5	PPM	PPM	-0.030	0.194	-0.058	0.186
ICRS	ТУСНО+HIP	ТУСНО+HIP	-0.035	0.192	0.020	0.180
ICRS	ТУСНО+HIP	ACTRC	-0.030	0.156	0.019	0.161

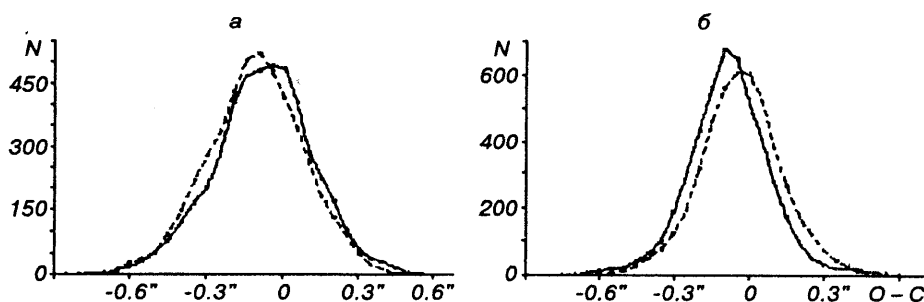


Рис. 3. Распределение $\langle O - C \rangle_\alpha$ (сплошная линия) и $\langle O - C \rangle_\delta$ (штриховая линия): а — в системе PPM, б — в системе Hipparcos

дений планет на систему ICRS следует отдать предпочтение варианту, приведенному в третьей строке; б) применение высокоточных каталогов HIPPARCOS и Tycho не дало значительного выигрыша в точности положений в случайном отношении, что, по-видимому, обусловлено масштабом пластинки и точностью ее измерений. Рис. 3 свидетельствует о нормальном распределении разностей $O - C$ и об отсутствии ощутимых систематических ошибок в наблюдениях.

Высокая точность положений полученного ряда малых планет, длительный период наблюдений и достаточно равномерное заполнение наблюдениями экваториальной зоны позволило под руководством Ю. В. Батракова (ИПА РАН) выполнить работы [2—5] с использованием николаевских наблюдений избранных малых планет. Так как погрешности наблюдений составляет не более $0.2''$, то удалось с соответствующей точностью определить поправки нуль-пунктов фундаментального каталога FK5 и его систематические ошибки. Полученные с ошибкой единицы веса равной $0.18''$ значения поправок экватора, равноденствия и движения равноденствия [3, 4] не противоречат данным других авторов. Привлечение длительного по времени николаевского ряда наблюдений планет к совместной обработке с массивом космических наблюдений 48 малых планет, полученных спутником HIPPARCOS, позволило существенно уменьшить скорости изменения углов ориентации системы ICRS по отношению к динамической системе координат DE200/LE200 [5], подтвердив существующую в настоящее время необходимость длительных рядов наземных наблюдений тел Солнечной системы.

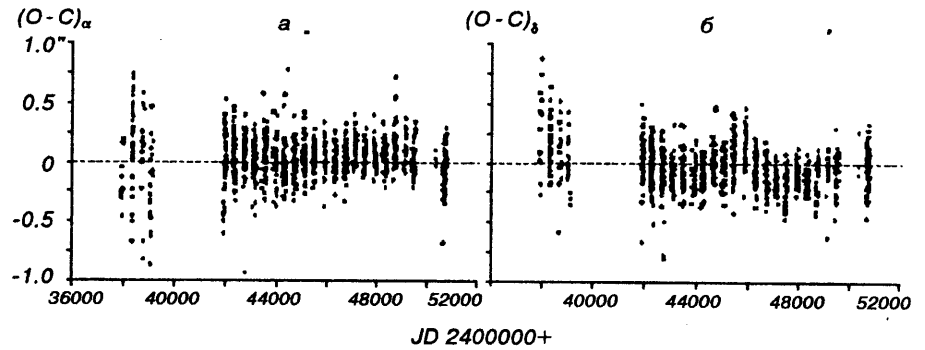
2. Позиционные наблюдения спутников Юпитера и Сатурна служат не только для уточнения эфемерид спутников и их центральных тел, но и для привязки каталожной и динамической систем координат. Кроме того изучение движения галилеевых спутников Юпитера является одной из самых интересных в небесной механике задач, поскольку в теории движения этих спутников фигурируют все виды возмущений, типичных для задач небесной механики [6]. Поэтому, используя отлаженные методику и программы перевода наблюдений малых планет в единую систему, в 1997 году была осуществлена аналогичная работа для наблюдений галилеевых спутников Юпитера, полученных с 1962 по 1997 гг. Все наблюдения (1314 положений) четырех спутников Юпитера прямой редуцированной обработкой были переведены на систему FK5 (каталог PPM), а затем с помощью депенденсов на систему ICRS (каталоги HIPPARCOS, Tycho и ACTRC).

Эфемерида для галилеевых спутников на моменты наблюдений была вычислена А. Г. Красинским (ИПА РАН) с использованием теории J. H. Lieske E-15, а для больших планет использована эфемерида DE403, привязанная к ICRS.

Нанесенные на график (рис. 4, а и б) значения разностей $O - C$, полученные в результате сравнения наблюдаемых положений спутников с их эфемеридами, обнаруживают для всех четырех спутников по обеим координатам одинаковую зависимость от времени наблюдений с периодичностью равной периоду обращения Юпитера (≈ 12 лет) вокруг Солнца. Ср. кв. погрешности одного наблюдения спутников составили $0.12\text{--}0.15''$, и это позволило А. Г. Красинскому уточнить поправки к элементам орбиты Юпитера для эфемериды DE403.

В июне 1998 года в период сближения системы галилеевых спутников Юпитера со звездой N117881 каталога HIPPARCOS сделано 113 отдельных определений их положений. Средняя квадратичная погрешность определения координаты спутника в данный вечер составила $0.07\text{--}0.08''$, а одного положения соответственно $0.12\text{--}0.13''$.

Рис. 4. Уклонение положений галилеевых спутников Юпитера от эфемериды в 1962—1997 гг.: а — по прямому восхождению, б — по склонению



3. Закончен перевод на систему ICRS 445 положений Марса, определяемых в Николаеве с 1961 года. Надеемся, что и этот материал будет полезен потребителям, а не останется в архиве обсерватории.

Все массивы положений объектов Солнечной системы уже переведенных на системы FK5 и ICRS, с сопутствующей полезной информацией: зависимости, номера опорных звезд — хранятся в группе астрометрии Солнечной системы НАО на машинных носителях в удобной для потребителей форме. Каталог 2407 положений малых планет в системе FK5 передан в The Minor Planet Center и доступен для потребителей через систему Интернет.

1. Kolesnik Y. B. Analysis of modern observations of the Sun and inner planets // *Astron. and Astrophys.*—1995.—294, N 3,—P. 874—894.
2. Батраков Ю. В., Горель Г. К., Гудкова Л. А., Чернетенко Ю. А. Нуль-пункты каталога FK5 по наблюдениям малых планет в Николаеве // *Труды ГАИШ МГУ.*—1998.—С. 60—64.
3. Батраков Ю. В., Горель Г. К., Гудкова Л. А., Чернетенко Ю. А. Об ориентации каталога Hipparcos относительно динамической системы координат по наблюдениям малых планет // *Труды ИПА РАН.*—1998.—Вып. 3.—С. 69—87.
4. Батраков Ю. В., Горель Г. К., Гудкова Л. А., Макарова Е. Н., Чернетенко Ю. А. Об уточнении нуль-пунктов звездного каталога по наблюдениям малых планет в Николаеве // *Труды конференции.* — С.-Петербург, 1996.—С. 23—27.
5. Batrakov Yu. V., Chernitenko Yu. A., Gorel G. K., Gudkova L. G. HIPPARCOS catalogue orientation as obtained from observations of minor planets // (Сдана в печать).
6. Феррас-Меллу С. Динамика галилеевых спутников Юпитера. — М.: Мир, 1983.—134 с.

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧНОГО МЕРИДІАННОГО КРУГА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕНЬ НЕБЕСНИХ СВІТИЛ

Ю. І. Процюк

© 1999

Миколаївська астрономічна обсерваторія

Представлено програмний комплекс для автоматичних меридіанних інструментів з реєструючими ПЗЗ-пристроями на базі локальної комп'ютерної мережі. Він призначений для управління всіма пристроями телескопа, їхнього дослідження та визначення параметрів телескопа; для підготовки та проведення автоматичних спостережень в різних режимах з гнучким управлінням; для первинної обробки одержаних даних, їхнього відображення та збереження; збору статистичних даних про спостереження та повної обробки усіх даних до одержання каталогу включно. Усі програми комплексу розроблено для роботи під керуванням операційної системи типу MS DOS версії 5.0 та вище. Мінімальна конфігурація комп'ютера, необхідна для роботи усього комплексу: CPU — 80486 DX-100, RAM — 16 Мб, HDD — 500 Мб, VIDEO — SVGA 1 Мб.

ВСТУП

Велике значення для підвищення точності та продуктивності астрономічних спостережень має автоматизація процесу спостережень. Однак на базі існуючих неавтоматизованих інструментів складно будувати автоматичний комплекс. Потрібно спочатку автоматизувати окремі вузли телескопа та пристрої реєстрації. Така автоматизація прокращує параметри окремих вузлів і телескопа в цілому, але для участі в сучасних астрометричних програмах, що включають від сотні тисяч до мільйона об'єктів, цього недостатньо.