

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

На правах рукопису

СВАЧІЙ ЛІДІЯ МИКОЛАЇВНА

ДОСЛІДЖЕННЯ УЗГОДЖЕНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ
ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ КООРДИНАТ

01.03.01 – Астрометрія і небесна механіка

Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата фізико-математичних наук

КИЇВ – 1996



00754211 (К) Головна астрономічна обсерваторія
Національної Академії Наук України.

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук
професор Дума Дмитро Павлович.


Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук
Тельнюк-Адамчук Володимир Володимирович,
кандидат фізико-математичних наук
Чолій Василь Ярославович.

Провідна організація: Інститут теоретичної астрономії
Російської академії наук, Санкт-Петербург.

Захист відбудеться 4 жовтня 1996 року на засіданні
Спеціалізованої ради Д 01.74.01 при Головній астрономічній
обсерваторії НАН України (252650, Київ-22, Голосів, ГАО
НАНУ). Початок засідань о 9 годині.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Головної
астрономічної обсерваторії Національної Академії Наук України.

Автореферат розісланий "18" липень 1996 р.

Вчений секретар Спеціалізованої ради
кандидат фізико-математичних наук  Гусева Н.Г.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність проблеми.

Проблема узгодження нуль-пунктів фундаментальної та динамічної систем координат вирішується вже тривалий час, проте одержані за спостереженнями різних тіл Сонячної системи оцінки поправок до положень каталожних нуль-пунктів істотно відрізняються між собою. Факт неспівпадання згаданих оцінок до цих пір не має однозначного пояснення, що є перешкодою для розв'язання задачі про визначення відносної орієнтації осей каталожної та динамічної систем координат за великим масивом спостережень, накопичених при виконанні міжнародної програми спостережень вибраних малих планет. Отже, зосередження зусиль на виявленні факторів, які перешкоджають вирішенню згаданої проблеми на належному рівні, є актуальним з наукової і практичної точок зору.

Раніше неузгодженість оцінок поправок до каталожних нуль-пунктів пояснювалася, в основному, наявністю невиключених систематичних похибок в спостереженнях різних об'єктів. В роботі [3] теоретично показано, що, разом з наведеним, важливим чинником неспівпадання оцінок поправок до нуль-пунктів каталога є наявність неоднакових для різних планет тісних кореляційних зв'язків між невідомими в рівняннях для узгодження каталожних та динамічних систем координат. Саме дослідженню цього фактору з використанням тривалих рядів спостережень яскравих астероїдів Церери, Паллади, Юнони і Вести присвячено дисертаційну роботу.

Мета роботи

Метою дисертаційної роботи є: 1) визначення і аналіз оцінок поправок до нуль-пунктів фундаментального каталогу FK5 і до елементів орбіт малих планет і Землі з тривалих рядів меридіанних спостережень яскравих астероїдів; 2) вивчення кореляційних зв'язків між поправками до нуль-пунктів каталогу і до елементів орбіт малих планет і Землі, а також їхнього впливу на зміщення оцінок поправок до каталожних нуль-пунктів і до параметрів орбіт; 3) дослідження узгодженості реалізацій динамічної системи координат за спостереженнями вибраних малих планет; 4) вивчення ефекту фази в позиційних спостереженнях яскравих астероїдів і визначення поправок за фазу з тривалих рядів меридіанних спостережень цих об'єктів.

Наукова новизна роботи.

Визначено параметри орієнтації фундаментального каталогу FK5 і орбіт малих планет 1-4 та Землі із використанням останніх опублікованих спостережень, які ще не оброблялися для узгодження каталожної і динамічної систем координат. Вперше із обробки реальних спостережень одержано підтвердження теоретичного припущення відносно деяких причин неспівпадання оцінок поправок каталожних нуль-пунктів. Виявлено неузгодженість реалізацій динамічної системи координат за спостереженнями вибраних малих планет. Вперше здійснено детальне дослідження ефекту фази в позиційних спостереженнях яскравих астероїдів із залученням тривалих рядів спостере-

жень і вироблено деякі рекомендації стосовно його врахування.

Практична цінність роботи.

Обчислені оцінки поправок нуль-пунктів каталогу FK5 і елементів планетних орбіт можуть бути використані для уточнення теорій руху астероїдів, а також для інших досліджень фундаментального характеру.

Висновки про неузгодженість реалізацій динамічної системи координат за спостереженнями різних малих планет і про причини цієї неузгодженості необхідно враховувати при підготовці і складанні програм спостережень для узгодження зоряної і планетної систем координат, а також при обробці матеріалу, накопиченого при виконанні міжнародної програми спостережень вибраних малих планет.

Одержані оцінки поправок за фазу, а також деякі рекомендації стосовно їх обчислення сприятимуть коректному врахуванню ефекта фази в точних позиційних спостереженнях яскравих малих планет.

Створене математичне забезпечення для обчислення положень малих планет, приведення спостережень до системи каталогу FK5 і узгодження каталожної та динамічної систем координат використовується в ГАО НАН України і може використовуватися в астрономічних обсерваторіях України і країн СНД, а також в інших установах, де проводяться дослідження з аналогічної тематики.

На захист виносяться наступні положення дисертації.

1. Результати визначення поправок нуль-пунктів фундаментального каталогу FK5 і елементів орбіт малих планет та Землі за меридіанними спостереженнями чотирьох яскравих астероїдів і одержані на основі цих результатів висновки.

2. Результати дослідження ступеня корельованості поправок нуль-пунктів каталогу та елементів орбіт Землі і малих планет, і вперше одержане з обробки реальних спостережень підтвердження теоретичного припущення про залежність ступеня корельованості згаданих невідомих від положення планетної орбіти в просторі.

3. Висновки про одержання зміщених на різну величину оцінок поправок каталожних нуль-пунктів і елементів орбіт Землі і планет та про неузгодженість реалізацій динамічної системи координат за спостереженнями вибраних малих планет.

4. Висновки про необхідність врахування ефекту фази в точних позиційних спостереженнях яскравих астероїдів, про обчислення поправки за фазу із задовільною точністю за формулами з врахуванням законів відбиття світла поверхнями планети за Ломмелем-Зеллігером і за Ламбертом для Церери, Паллади і Юнони та про некоректність застосування цих виразів для Вести, про неістотний вплив фази астероїдів на визначення положень каталожних нуль-пунктів і параметрів планетних орбіт.

Апробація роботи.

Результати дослідження доповідались на Другій нараді

міжнародної робочої групи з позиційної астрономії та небесної механіки (Валенсія, Іспанія, жовтень, 1992 р.), на Третій відкритій конференції молодих вчених (Київ, квітень, 1996 р.) і на семінарах в ГАО НАН України.

З тематики дисертації опубліковано такі роботи:

1. Дума Д.П., Свачий Л.Н. Поправка за фазу в позиційних спостереженнях малих планет. // Кинематика и физика небес. тел. 1993. Т.9. N 5, с. 8-15.
2. Duma D.P., Shvachij L.N. Phase Correction in the Position Observations of the Minor Planets.- In: Proceeding of the Second International Workshop on Positional Astronomy and Celestial Mechanics (1992), Valencia, 1993, p. 99-105.
3. Свачий Л.Н. Влияние поправки за фазу на определение положений ярких астероидов. // Кинематика и физика небес. тел. - 1995. - 11, N 6, с. 90-92.
4. Дума Д.П., Свачий Л.Н. О согласованности реализации динамической системы координат. // Кинематика и физика небес. тел. - 1996. - 12, N 3, с.21-36.

Особистий внесок автора.

Автор брав активну участь в підготовці бази даних спостережень малих планет 1-4. Автором розроблено методики, підготовлено алгоритми і програми, здійснено розрахунки та одержано результати стосовно приведення спостережень до сис-

теми фундаментального каталога FK5, дослідження впливу кореляційних зв'язків між невідомими в рівняннях на оцінки параметрів орієнтації каталогу та планетних орбіт, а також стосовно вивчення ефекту фази в позиційних спостереженнях яскравих астероїдів. Автор підготував алгоритми та програми, виконав обчислення та одержав результати щодо узгодження каталожних і динамічних нуль-пунктів каталогу FK5, а також розробив частину програмного забезпечення для обчислення положень малих планет. Автор брав активну участь в обговоренні одержаних результатів, а також в підготовці доповідей та рукописів статей.

Структура та об'єм дисертації.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновку, списку цитованої літератури та додатку. Загальний об'єм дисертації становить 156 ст, включаючи 16 малюнків, 59 таблиць та 89 найменувань бібліографічних джерел.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У Вступі відображено актуальність проблеми, мету дослідження, основні положення, які виносяться на захист, вказано наукову новизну роботи, її практичну цінність та апробацію.

Розділ 1. Спостережувані положення малих планет та порівняння їх з обчисленими.

В роботі використано спостереження Церери (1), Паллади (2), Юнони (3) та Вести (4), виконані на 6^м меридіанному

крузі Морської обсерваторії США (Вашингтон) в 1949-1977 рр. та на 7" меридіанному крузі Кука Королівської гринвіцької обсерваторії (Херстмонсо) в 1957-1982 рр. Одержані після 1975 р. вашингтонські і після 1972 р. гринвіцькі спостереження малих планет 1-4 до цих пір не використовувалися для узгодження каталожної та динамічної систем координат.

Опубліковані в різних каталожних системах прями піднесення та схилення малих планет 1-4 приведені до системи фундаментального каталогу FK5 для середніх екватора та рівнодення епохи J 2000.0. При цьому використано систематичні різниці між каталогами FK5 і FK4 із [4] та між FK4 і вашингтонськими каталогами W3₅₀ та W4₅₀ із [6]. Опубліковані в різних шкалах часу моменти спостережень приведені до шкали земного динамічного часу TDT за формулами:

$$TDT = TAI + 32.184",$$

$$TDT = UT_1 + \Delta T_1,$$

$$TDT = ET + \Delta T_2,$$

де поправку ΔT_1 обчислено інтерполяванням табличних значень із [1], а поправка $\Delta T_2 = \Delta T_1 - \Delta T$ враховує невідповідність використаних спостерігачами різниць $\Delta T = ET - UT_1$ поправкам ΔT_1 , визначеним пізніше.

З метою обчислення положень малих планет 1-4 методом Грегга-Булірша-Штера проінтегровано рівняння руху цих об'єктів з використанням вихідних елементів орбіт на епоху $T_0 = 9.02.1965 = JD 2438800.5$. При інтегруванні рівнянь враховано збурення від 9 великих і 4 масивних малих планет Це-

рери (1), Паллади (2), Вести (4) і Гігії (10). Необхідні для цього координати великих планет обчислено на основі теорії руху DE 200, а координати астероїдів одержано інтерполюванням заздалегідь створених ефемерид цих об'єктів на інтервалі часу від $T_1 = \text{JD } 2433190.5$ до $T_2 = \text{JD } 2445380.5$. Одержані в результаті інтегрування прямокутні геліоцентричні середні координати малих планет перетворено у сферичні геоцентричні видимі координати з використанням обчислених на основі DE200 геоцентричних координат Сонця, запропонованих MAC 1976 р. астрономічних сталих і рядів для нутації, що відповідають Теорії нутації MAC 1980 р. Похибки обчислених координат малих планет, зумовлені неточностями теорій DE 200 і теорій малих планет, а також похибкою обчислень при використанні програмної реалізації DIFSY 4 методу Грегга-Булірша-Штера не перевищують $0.05''$ на інтервалі спостережень, які обробляються.

Обчислені координати α_3, δ_3 малих планет 1-4 порівнювались з одержаними зі спостережень і приведеними до FK5 положеннями α_k, δ_k . Для малих планет 1-4 різниці $\alpha_k - \alpha_3, \delta_k - \delta_3$ тільки в деяких випадках перевищують $2''$.

Розділ 2. Дослідження узгодженості реалізацій динамічної системи координат і оцінок до елементів орбіт планет.

В [3] теоретично показано, що ступінь корельованості поправок до елементів орбіт малих планет і Землі та до каталожних нуль-пунктів залежить від положення планетної орбіти відносно екватора (екліптики). На думку автора [3], цей фактор зумовлює одержання зміщених на різну величину і неузгод-

жених між собою оцінок поправок каталожних нуль-пунктів при обробці спостережень різних планет. В дисертації проведено дослідження узгодженості реалізацій динамічної системи координат за спостереженнями малих планет 1-4 з використанням аналітичного [2] та геометричного [3] підходів до вирішення проблеми.

Нараховані масиви різниць $\alpha_k - \alpha_{\theta}$, $\delta_k - \delta_{\theta}$ для малих планет 1-4 використано як вільні члени рівнянь з [2]:

$$[(\alpha_k - \alpha_{\theta}) \cos \delta, \delta_k - \delta_{\theta}] = [\Delta M_{\theta} + \Delta r, \Delta r, \Delta q, e \Delta r, 100 \Delta a / a, \Delta e, \Delta M'_{\theta} + \Delta \Psi'_{\theta}, \Delta \Psi'_1, \Delta \Psi'_2, e' \Delta \Phi'_{\theta}, \Delta e', \Delta D, \Delta \dot{\Phi}'_2, k] \times M_1 \times M_2.$$

З цих рівнянь обчислено 6 комбінацій поправок до елементів орбіти планети, 6 комбінацій поправок до елементів орбіти Землі, поправка схилень каталогу ΔD та коефіцієнт k , який входить у вираз для поправки за фазу $\Delta r = k \sin I$ (I -кут фази). Поправку прямих піднесень каталогу ΔE та її зміну в часом $\Delta \dot{E}$ обчислено за формулами:

$$\Delta E = - \Delta \Psi'_2 / \sin \epsilon,$$

$$\Delta \dot{E} = - \Delta \dot{\Phi}'_2 / \sin \epsilon.$$

Системи умовних рівнянь розв'язано методом найменших квадратів. Розв'язки рівнянь знайдено для різних варіантів: за спостереженнями кожної планети (роздільні розв'язки), спільно за спостереженнями всіх планет (спільний розв'язок), за спостереженнями Вашингтонської, Гринвіцької та обох обсерваторій разом. Для роздільних розв'язків визначено 14 невідомих: 6 комбінацій поправок до елементів орбіти планети, 6

комбінацій поправок до елементів орбіти Землі, поправку схилень каталогу ΔD та поправку за фазу, а також 11 невідомих (величини $\Delta\Phi'_1$, $\Delta\Phi'_2$ і $\Delta\epsilon'$ не включались в рівняння). При сумісному розв'язку число невідомих дорівнювало 35.

Одержані за спостереженнями малих планет 1-4 оцінки ΔE незадовільно узгоджуються між собою, а характер зміни цих величин від планети до планети підтверджує результати інших дослідників. Виявлена закономірність неспівпадання оцінок поправок прямих піднесень вказує на доцільність дослідження кореляційних зв'язків між невідомими рівнянь для узгодження каталожних та динамічних систем координат та вивчення їхнього впливу на визначення елементів орбіт і каталожних нуль-пунктів.

Для вивчення кореляційних зв'язків між поправками до нуль-пунктів каталогу та до елементів орбіт планет і Землі обчислено кореляційні матриці рівнянь з [2] та з [3]. Останні мають вигляд:

$$\begin{aligned} & [\cos\delta (\alpha_k - \alpha_g), \delta_k - \delta_g] = \\ & = [\Delta A, \Delta D, \sin\epsilon \Delta \pi_c, \Delta \epsilon, \Delta \Omega_{II}, \sin i_{II} \Delta \omega_{II}, \Delta t_{II}] \times M, \end{aligned}$$

де ΔA - поправка прямих піднесень каталогу, яка за своєю геометричною суттю відрізняється від поправки ΔE в рівняннях з [2], ΔD - поправка схилень каталогу в біляекваторіальній зоні, а $\Delta \pi_c$, $\Delta \epsilon$, $\Delta \Omega_{II}$, $\Delta \omega_{II}$, Δt_{II} - поправки до зовнішніх екваторіальних елементів орбіт планети і Землі.

Дослідження одержаних з реальних спостережень кореляційних зв'язків підтвердило теоретичний висновок з [3] про

залежність ступеня корельованості деяких невідомих від орієнтації планетної орбіти в просторі. Для перевірки припущення про зміщення оцінок поправок до елементів орбіт малих планет здійснено моделювання етапу покращення елементів планетних орбіт. З цією метою складено і розв'язано системи умовних рівнянь із [2] та [3], вільні члени яких обчислені на основі апріорно взятих значень неточностей елементів земної орбіти в теорії її руху. За результатами цього етапу дослідження встановлено, що одержані значення елементів планетних орбіт можуть істотно відрізнятися від реальних, а зміщення зовнішніх елементів залежить від орієнтації орбіти в просторі. Використання таких параметрів орбіт при інтегруванні рівнянь руху зумовлює одержання різниць $\alpha_k - \alpha_{\text{э}}$, $\delta_k - \delta_{\text{э}}$ неадекватних реальним. Ці результати, а також моделювання процедури одержання оцінок ΔE і ΔD показали, що використання таких вільних членів спричиняє одержання нереальних і зміщених на різну величину оцінок поправок до каталожних нуль-пунктів, які для різних планет незадовільно узгоджуються між собою. Одержання неузгоджених оцінок параметрів орієнтації каталогу свідчить про реалізацію різних нуль-пунктів динамічної системи координат за спостереженнями тіл Сонячної системи.

Розділ 3. Вплив ефекту фази на визначення положень малих планет.

Серед поправок до спостережуваних положень малих планет недостатньо досліджена редукція за фазу. Однак на доціль-

ність її вивчення вказують теоретично одержані в [7] попередні оцінки поправок за фазу для яскравих астероїдів.

Для дослідження ефекту фази в положеннях астероїдів за різними законами відбиття світла твердими поверхнями обчислено поправки за фазу для різних значень фазових кутів і геоцентричних відстаней малих планет 1-4. Методом найменших квадратів розв'язано системи умовних рівнянь з [2], складені за вашингтонськими 1949-1977 рр. та гринвіцькими 1957-1982 рр. спостереженнями цих об'єктів. Досліджено коректність застосування деяких законів відбиття світла поверхнями для врахування ефекту фази в спостереженнях Церери, Паллади, Юнони і Вести. З використанням рівнянь різного виду для узгодження каталожних і динамічних нуль-пунктів на фіктивних спостереженнях Церери та реальних спостереженнях малих планет 1-4 вивчено вплив ефекта фази в позиційних спостереженнях астероїдів 1-4 на визначення оцінок поправок до каталожних нуль-пунктів та елементів орбіт цих планет і Землі.

Виявлено, що обчислені з обробки спостережень оцінки поправки за фазу у випадку Церери, Паллади і Юнони задовільно узгоджуються з теоретичними розрахунками за формулами для законів відбиття світла Ломмеля-Зеелігера і Ламберта. Для Вести одержана зі спостережень і теоретична оцінки не співпадають між собою.

У Висновках відображено основні результати дисертаційної роботи, які зводяться до наступного.

1. За вашингтонськими 1949-1977 рр. і гринвіцькими

1967-1982 рр. спостереженнями одержано оцінки поправок до елементів орбіт яскравих малих планет. Покращені елементи орбіт на епоху $T_0 = 9.02.1965$ в системі екліптики та екватора J 2000.0 мають такі значення:

	Церера	Паллада	Юнона	Веста
M_0	160.247906667 ^o	150.020998889 ^o	241.008203889 ^o	120.457908889 ^o
ω	70.982801667	310.091337222	247.172936111	148.883475000
Ω	81.138703333	173.518874444	170.752350000	104.308623333
t	10.612166111	34.822348333	12.982437778	7.131204444
φ	4.518373507	13.641353056	14.841064781	5.074136557
μ	0.214228779	0.213869068	0.225939954	0.271564104

2. Для поправок елементів орбіти Землі і їх комбінацій одержано такі оцінки:

Поправки	Спостереження Церери	Спостереження Паллади	Спостереження Юнони	Спостереження Вести
$\Delta M_0' + \Delta \Phi_0'$	1.05" ± .10"	.62" ± .12"	.94" ± .19"	.85" ± .08"
$\Delta \Phi_1'$	.14 .08	.26 .09	-.26 .11	.05 .06
$\Delta \Phi_2'$	.05 .07	.19 .12	-.08 .11	.09 .06
$e' \Delta \Phi_0'$	.26 .11	.14 .12	.35 .16	.42 .08
$\Delta e'$	.12 .11	-.16 .10	-.05 .14	.01 .09
$\Delta \Phi_2'$	-.15 .48	-.88 .55	1.12 .51	.39 .36

3. Обчислені оцінки поправок до прямих піднесень ΔE і охилень ΔD каталогу FK5 за спостереженнями окремих планет

мають значення:

По- правки	Спосте- реження Церери	Спосте- реження Паллади	Спосте- реження Юнони	Спосте- реження Вести
ΔE	$-.008^{\circ} \pm .012^{\circ}$	$-.030^{\circ} \pm .020^{\circ}$	$.013^{\circ} \pm .018^{\circ}$	$-.015^{\circ} \pm .010^{\circ}$
ΔD	$-.08^{\prime} .02^{\prime}$	$-.11^{\prime} .05^{\prime}$	$.01^{\prime} .04^{\prime}$	$.02^{\prime} .02^{\prime}$

Одержана зі спільного розв'язку оцінка $\Delta E = -0.009^{\circ} \pm 0.006^{\circ}$ не узгоджується з результатами інших дослідників. Оцінка поправки схилень $\Delta D = -0.02^{\prime} \pm 0.01^{\prime}$ свідчить про задовільну узгодженість екватора FK5 з динамічним екватором.

4. Одержана із спільного розв'язку оцінка $\Delta \dot{E} = -0.028^{\circ} \pm 0.037^{\circ}$ свідчить про регресивний характер ефекту непрещісного руху рівнодення в FK5. Це підтверджується результатами інших дослідників, тому виникає сумнів стосовно доцільності введення прогресивного руху $\Delta \dot{E} = 0.085^{\circ}/\text{ст}$ при створенні каталогу FK5.

5. Підтверджено теоретичний висновок з [3] про неоднакову структуру і залежність ступеня корельованості поправок до каталожних нуль-пунктів та до елементів орбіт планет і Землі від розміщення орбіти планети в просторі. Встановлено, що наявність тісних і неоднакових для різних планет кореляційних зв'язків між згаданими поправками зумовлює неоднакове для різних планет зміщення оцінок поправок до зовнішніх елементів планетних орбіт на етапі попереднього покращення. Зміщення оцінок може досягати декількох десятих секунди дуги

і більше.

6. Використання зміщених параметрів орбіт для обчислення положень малих планет зумовлює одержання неадекватних реальним різниць між вимірними при спостереженнях і обчисленими положеннями. Ця обставина разом з наявністю тісних кореляційних зв'язків між невідомими, в свою чергу, зумовлює обчислення за спостереженнями різних планет нереальних і незадовільно узгоджених між собою оцінок поправок каталожних нуль-пунктів. Одержання неузгоджених поправок нуль-пунктів каталогу в наслідком погано обумовлених систем рівнянь, тобто, способу їх обчислення, і свідчить про реалізацію різних динамічних систем координат за спостереженнями вибраних малих планет.

7. Поправка за фазу для яскравих астероїдів у деяких випадках досягає $0.1''$. Її необхідно враховувати в точних наземних і космічних спостереженнях цих об'єктів. Поправки за фазу для Церери, Паллади і Юнони можна обчислювати за формулами для законів відбиття світла Ломмеля-Зевлігера і Ламберта. Застосування цих формул некоректне для Вести, що може бути спричинено неоднаковими альbedo різних ділянок її поверхні. Ці результати свідчать про необхідність перевірки коректності застосування виразів для законів відбиття світла поверхнею при обробці спостережень кожного астероїда.

8. Ефект фази в позиційних спостереженнях яскравих астероїдів істотно не впливає на визначення параметрів орієнтації каталогу та елементів планетних орбіт за рівняннями,

які широко використовуються для узгодження фундаментальної та динамічної систем координат. Однак слід очікувати істотного впливу цього ефекту на оцінки періодичних похибок каталожної системи координат внаслідок явно вираженого періодичного характеру зміни поправки за фазу.

Одержані при виконанні дисертаційної роботи результати свідчать про ще недостатньо коректне вирішення проблеми узгодження каталожних і динамічних нуль-пунктів прийнятими методами та мають практичне значення для обробки матеріалу, накопиченого в процесі виконання міжнародної програми спостережень вибраних малих планет. Висновки, що випливають з цього дослідження, є підставою для чергового перегляду питання про доцільність використання спостережень малих планет для узгодження каталожних і динамічних нуль-пунктів. При позитивній відповіді на це запитання необхідно виконати більш старанний підбір астероїдів, вдосконалити методи вирішення проблеми з метою послаблення кореляційних зв'язків між невідомими, звернути увагу на узгодженість одержаних оцінок поправок нуль-пунктів і елементів орбіт за спостереженнями різних планет та їх супутників, вирішити низку інших питань з позиції перспективності вирішення проблеми покращення каталогів в систематичному відношенні за спостереженнями тіл Сонячної системи. Результати дослідження ефекту фази сприятимуть його коректному врахуванню при визначенні точних положень в наземних і космічних спостережень яскравих астероїдів.

Перелік цитованих джерел.

1. Астрономический ежегодник СССР на 1993 г. - Л.: Наука, 1991. - 691 с.
2. Брауэр Д., Клеменс Дж. Методы небесной механики. - М.: Мир, 1964. - 514 с.
3. Дума Д.П. Согласование звездной и планетной систем отсчета. II. Определение разностей положений каталожных и динамических нуль-пунктов по наблюдениям планет. // Кинематика и физика небес. тел. - 1996. - 12, N 3, с. 3-20.
4. Fricke W., Schwan H., Lederle T. Fifth Fundamental Catalogue. Veröffentlichungen Astr. Rechen-Institut. 1988. N 32, Pt.1, 106 p.
5. Kolesnik Yu.B. Analysis of modern observations of the Sun and inner planets. // Astron. and Astrophys. - 1995. - 294, p. 874-894.
6. Schwan H. Development and Testing of a Method to Derive an Instrumental System of Positions and Proper Motions of Stars. Veröffentlichungen Astr. Rechen-Institut. 1977. N 27, 36 p.
7. Sitarsky G. On a Displacement of the Photometric Center from the Center of Mass in Positive Observations of Comets and Minor Planet. - Acta Astronomica, 1984, vol.34, N 2, p. 269-280.

Автор висловлює щиро подяку науковому керівникові професору Думі Д.П. за корисні поради і постійну увагу до робо-

ти на всіх етапах її виконання, а також кандидату фізико-математичних наук Федію П.М. за надання частини програмного забезпечення для обчислення положень малих планет, співробітником відділу астрометрії ГАО НАНУ Нестерук М.Р. за допомогу в створенні бази даних гринвіцьких спостережень та Бахонському О.В. за допомогу в оформленні рукопису роботи.

АННОТАЦИЯ

Свачий Л.Н. Исследование согласованности реализаций динамической системы координат. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.01 – Астрометрия и небесная механика, рукопись. Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, 1996.

Из обработки вашингтонских 1949–1977 гг. и гринвичских 1957–1982 гг. меридианных наблюдений Цереры, Паллады, Юноны и Весты получены оценки поправок к элементам орбит планет и Земли и к положениям нуль-пунктов каталога FK5. Показано, что степень коррелированности неизвестных в уравнениях для согласования каталожных и динамических нуль-пунктов зависит от расположения орбиты планеты в пространстве. Наличие тесных корреляционных связей между неизвестными и различной их структуры для разных планет обуславливает получение по-разному смещенных оценок поправок к элементам орбит и к нуль-пунктам каталога. На основании этого сделан вывод о рассогласованности ориентировки осей в реализациях динамической системы координат по наблюдениям разных малых планет.

По меридианным наблюдениям определены поправки за фазу для Цереры, Паллады, Юноны и Весты, и сделан вывод о необходимости учета этих поправок в высокоточных положениях ярких астероидов. Показана некорректность применения выражений для законов отражения света Ламберта и Ломмеля-Зеелигера для учета эффекта фазы в случае Весты.

ABSTRACT

Svachij L.M. Investigation of relations between dynamical reference frames. Candidate of Sciences (Physics and Mathematics) Thesis in 01.03.01 - Astrometry and Celestial Mechanics speciality, a manuscript. Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 1996.

Washington 1949-1977 and Greenwich 1957-1982 meridian observations of Ceres, Pallas, Juno, and Vesta have been used to obtain the estimates for the corrections to the orbital elements of these planets and the Earth, as well as to the FK5 zero points. We show that the correlations between similar unknowns in the equations for the relationship between the fundamental and dynamical zero points depend on the orientation of the orbit of a planet in space. Close correlations between unknowns together with different structure of these correlations for various planets give rise to different bias of the estimates for corrections to the orbital elements and the catalog zero points. We infer that the orientations of dynamical reference frames specified by observations of different minor planets are in bad agreement.

The phase corrections for Ceres, Pallas, Juno, and Vesta are defined from meridian observations of these objects. It is inferred that the phase corrections must be taken into account in high-precision positions of bright asteroids. We show that Lambert's law and the Lommel-Zeeligler law of light reflection is not applicable for Vesta.

Ключові слова: астероїди, динамічна система координат, нуль-пункти каталогу, елементи орбіт, кореляційні зв'язки невідомих, зміщені оцінки, ефект фази в спостереженнях астероїдів, поправка за фазу.

Зам. 74 Формат 60*84/16. Обл.-вид.арк. 1.0

Підписано до друку 5.06.96 р. Тираж 100.

Поліграфічна дільниця ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України

120409

AB 35.323