

УДК 523.44

**В. О. Локоть¹, Г. У. Ковальчук², Г. З. Бутенко³,
Ю. М. Іващенко¹, П. П. Корсун², О. М. Геращенко¹, С. А. Борисенко²**

¹Андрушівська астрономічна обсерваторія (A50)
Житомирська обл., Андрушівський р-н, с. Гальчин, вул. Обсерваторна 3-7,
аао@gluk.org

²Головна астрономічна обсерваторія НАН України
03680 МСП, Київ, вул. Академіка Заболотного 27
koval@tao.kiev.ua

³Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України
03680 МСП, Київ, вул. Академіка Заболотного 27
butenko@tao.kiev.ua

Спостереження малих тіл Сонячної системи в Андрушівській астрономічній обсерваторії

Наведено коротку інформацію про результати спостережень в Андрушівській астрономічній обсерваторії астероїдів і комет, що близько наближаються до Землі, а також астероїдів головного поясу.

НАБЛЮДЕНИЯ МАЛЫХ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ В АНДРУШИВСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ, Локоть В. О., Ковальчук Г. У., Бутенко Г. З., Іващенко Ю. М., Корсун П. П., Геращенко О. М., Борисенко С. А. — Приведена краткая информация о результатах наблюдений в Андрушівской астрономической обсерватории астероидов и комет, которые близко приближаются к Земле, а также астероидов главного пояса.

ANDRUSHIVKA OBSERVATORY PROGRAM OF OBSERVATIONS OF ASTEROIDS AND COMETS, by Lokot V. O., Kovalchuk G. U., Butenko G. Z., Ivashchenko Yu. N., Korsun P. P., Gerashchenko O. M., Borysenko S. A. — Brief summary of Andrushivka Observatory (MPC code A50) program of observations of asteroids and comets in 2003 is presented. Statistical performance of observation of NEO, main belt objects, and comets is discussed.

ВСТУП

В 2003 році в Андрушівській астрономічній обсерваторії (ААО) [2] започатковані астрометричні та фізичні спостереження комет та астероїдів з метою вивчення їхніх фізичних властивостей і уточнення орбітальних характеристик. Апаратний комплекс обсерваторії включає телескоп фірми «Карл Цейс Єна» ($D = 60$ см, $F = 7.4/2.4$ м), ПЗЗ-камеру slc-017 [3], комплект світлофільтрів широкого призначення (UBVRI-система, Вільнюська систе-

ма, кометні вузькосмугові), службу часу з прив'язкою до шкали UTC до 0.005 с, комп'ютерну мережу. Для отримання спектрів комет до 9.5^m застосовується універсальний дифракційний спектрограф UAGS (спостереження проводяться спільно з Головною астрономічною обсерваторією НАН України). В комплект спектрографа входять п'ять ґраток з такими кутами блиску та числом штрихів/мм: 4° і 325; 8° і 650; 17° і 650; 23° і 650; 17° і 1300, що дає можливість досліджувати спектри в повному діапазоні чутливості камери. Проводиться поступова модернізація телескопа для реалізації автоматизованої компенсації руху небесних тіл [1].

В спостережній програмі ААО чільне місце займають малі тіла Сонячної системи, які тісно зближуються із Землею — NEO (Near Earth Objects). В свою чергу, в класі NEO виділяють астероїди NEA (Near Earth Asteroids) та комети. 643 положення NEA та 1294 положення об'єктів головного поясу та комет увійшли до бази даних Міжнародного центру малих тіл MPC (Minor Planet Center). Пріоритет відкриття 15 нових об'єктів MPC залишив за ААО, присвоївши їм тимчасові позначення; факт відкриття семи з них підтверджено спостереженнями інших обсерваторій, вісім потребують додаткових спостережень.

АПАРАТУРНИЙ КОМПЛЕКС ОБСЕРВАТОРІЇ

Телескоп «Цейс-600» ($D = 60$ см, $F = 7.4$ м для фокуса Касегрена та 2.4 м для первинного фокуса) є класичним рефлектором виробництва фірми «Карл Цейс Єна» (Німеччина). Для астрометрії та фотометрії спостереження ведуться у первинному фокусі, для якого масштаб ПЗЗ-кадру складає 1.3"/пкл, а гранична зоряна величина при експозиції 600 с становить 21^m. Для фізичних досліджень комет спостереження ведуться у фокусі Касегрена, для якого масштаб ПЗЗ-кадру складає 0.44"/пкл.

Зображення у FITS-форматі реєструються з допомогою цифрової ПЗЗ-камери slc-017 виробництва фірми «Електрон-Оптронік» (Санкт-Петербург). Попередня обробка кадрів здійснюється з допомогою програмних пакетів IRIS [<http://www.astrosurf.com/buil>] та IDL. Астрометричні положення визначаються програмою Astrometrica [<http://www.astrometrika.at>], яка, незважаючи на певне скептичне ставлення до неї з боку астрометристів, на сьогодні є найбільш зручною і оперативною програмою. Вибір моделей аж до введення кубічних членів забезпечує точність редукацій не гірше 0.1", що значно перевищує випадкові похибки вимірювання та опорного каталога USNO-SA.2 (0.2—0.3"), який за кількістю опорних зірок є найкращим для масових позиційних спостережень.

Для спостережень об'єктів із значним рухом (понад 2"/хв) телескоп оснащено кроковими двигунами, які через редуктори надають телескопу додаткового обертання навколо осі схилення та полярної осі. Керування двигунами здійснюється через автономний комп'ютер, що дає можливість реалізувати автоматизований метод Меткофа [1] та врахувати залишкові похибки орієнтації полярної осі і роботи годинникового механізму. В результаті максимальний час експозиції для якісних кадрів зріс у кілька разів. Надійна та зручна реалізація автоматизованого методу Меткофа дозволила для швидких та слабких (18^m і слабше) об'єктів підвищити точність астрометрії на 30—100 %, а фотометрії — на 100—200 %.

СПОСТЕРЕЖЕННЯ АСТЕРОЇДІВ ГОЛОВНОГО ПОЯСУ

Спостереження малих планет, які населяють головний пояс, не входили до жодної з програм, проте були додатковим продуктом спостережень NEA та

комет. Отримані в ААО положення малих планет опубліковані в циркулярах МРС, а загальна статистика цих спостережень — в циркулярах МРС №№ 48904, 49589, 50136. Точність астрометрії для об'єктів головного поясу в середньому становить 0.5", загальну інформацію про ці спостереження подано в табл. 1 (зірочками позначено об'єкти, які визнано відкритими в ААО).

Таблиця 1. Статистика спостережень об'єктів головного поясу

Назва об'єкта	Кількість поло- жень	Кількість ночей	Назва об'єкта	Кількість поло- жень	Кількість ночей
2003 FT74	13	2	2003 OX7	5	1
2003 HL51	14	2	2003 OJ20	6	1
1994 WA8	3	1	2003 QG96	8	1
1996 TP54	4	1	2003 QH20	3	1
1996 XM1	3	1	2003 QN24	3	1
1998 RD65	4	1	2003 QK27	2	2
1998 SH51	4	1	2003 QK36	8	1
1998 TD2	10	2	2003 QW39	5	1
1999 TL290	4	1	2003 QF61	3	1
1999 TA49	5	1	2003 RZ19	7	2
1999 TH55	3	1	2003 SX6	4	1
1999 US27	4	1	2003 SZ17	4	1
1999 VS98	4	1	2003 SU25	4	1
1999 XM39	6	2	2003 SO30	15	3
1999 XB78	3	1	2003 SQ30	15	3
2000 AF82	8	1	2003 SR30	5	1
2000 AQ132	5	1	2003 SS30	10	2
2000 AX45	3	1	2003 ST30	4	1
2000 AQ247	3	1	2003 SV30	17	3
2000 BE46	5	1	2003 SZ30	6	2
2000 DC33	3	1	2003 SR32	4	1
2000 DV76	5	1	2003 SA33*	22	5
2000 SH115	4	2	2003 SH41	12	3
2000 WA16	3	1	2003 SG52	4	1
2000 WC78	8	1	2003 SX54	10	2
2000 WC135	8	1	2003 SE70	4	1
2000 M185	3	1	2003 SV77	3	1
2001 DJ106	6	2	2003 SW77	3	1
2001 FU15	8	2	2003 SO84	9	1
2001 FM17	3	1	2003 SB85	3	1
2001 FO49	3	1	2003 SZ95	3	1
2001 FC77	3	1	2003 SJ123	3	1
2001 FY108	3	1	2003 SQ124	2	1
2002 GM73	4	1	2003 SN126	3	1
2002 JT40	10	1	2003 SV126*	22	4
2002 CR214	3	1	2003 SY126*	18	3
2002 EX60	4	1	2003 SW127	3	1
2002 EM69	5	1	2003 SG131	3	1
2002 GW79	4	1	2003 SU169	3	1
2002 GQ96	3	1	2003 SE170	3	1
2002 JM	5	1	2003 SH170	5	1
2002 JP46	4	1	2003 SX204	7	2
2002 LJ7	3	1	2003 SY204	4	1
2002 PN34	2	2	2003 SB215*	11	3
2003 HL	13	1	2003 SQ219	6	2
2003 MA7	8	1	2003 SH221*	11	2
2003 MF7	8	1	2003 SJ221*	3	1
2003 MS9	6	1	2003 SK221*	7	2
2003 NS4	5	1	2003 SL221*	6	2
2003 OF3	7	1	2003 SM221*	3	1
2003 SX222*	3	1	13348	5	1
2003 SN223*	3	1	13590	3	1
2003 SF224	19	2	14193	18	4
2003 SG259	6	2	18750	5	1
2003 SV269	14	2	19296	5	1
2003 SU270	8	2	20526	7	2

Закінчення табл. 1

Назва об'єкта	Кількість поло- жень	Кількість ночей	Назва об'єкта	Кількість поло- жень	Кількість ночей
2003 SR288	7	2	20559	8	1
2003 SS288	12	3	21612	4	1
2003 SF289	3	1	24526	11	1
2003 SD290	8	2	32532	10	2
2003 SX308	3	1	34807	6	1
2003 SP313*	6	2	39418	3	1
2003 TX5	42	2	39512	5	1
2003 TH8	6	2	42521	5	1
2003 UO27	4	1	43243	5	1
2003 UY29*	56	4	46209	10	2
2003 UQ117*	17	2	47184	3	1
2003 UW117*	15	2	47415	24	4
2561	3	1	48278	4	1
3898	4	1	66988	3	1
5779	2	1	67051	4	1
5905	3	1	68127	3	1
9294	6	1	2001YN77	14	2
10768	3	1	2003 XF	4	1
1968	3	1	2003 XG	5	1
20964	7	1	2003 XB	6	1
70944	7	1			

Усього за період 26.03.2003—31.10.2003 спостерігалось 153 об'єкти, отримано 1047 положень.

СПОСТЕРЕЖЕННЯ NEO

Спостереження NEO, що дуже близько наближаються до Землі і можуть становити потенційну загрозу зіткнення (амурці, аполонці, атонці), важливі від моменту їхнього відкриття упродовж усього періоду видимості. Деякі NEA включають до програм радарних спостережень [4]; для таких астероїдів, крім астрометрії, бажано вивчати і фізичні властивості — період обертання, альbedo і т. д. Спостереження NEO MPC подає окремими публікаціями, а саме, через Minor Planet Electronic Circulars (MPEC), які виходять в електронному вигляді [<http://cfa-www.harvard.edu/mpc/RecentMPECs.html>] по кілька разів на добу, залежно від потреби. Електронні публікації спостережень NEO доступні усім, тому існують кілька робочих груп, які працюють над їхнім аналізом. На наш погляд, найдетальнішим є сайт групи Пізанського університету NEODYS [http://newton.dm.unipi.it/cgi-bin/neodys/neoibo?sites_list:0;main], на якому представлені і проаналізовані усі відомі спостереження NEA усіх обсерваторій світу, зокрема Андрушівської (код A50)

[<http://newton.dm.unipi.it/cgi-bin/neodys/neoibo?sites:A50;main>].

Скорочена статистика спостережень A50, запозичена із вказаного сайту, подана в табл. 2.

Усього за період 26.03.2003—31.10.2003 спостерігалось 54 об'єкти NEA, отримано 582 положення.

Критично важливо отримати спостереження NEA одразу після його відкриття, коли елементи орбіти відомі з великою похибкою, і об'єкт не отримав тимчасового позначення. Ефемериди таких об'єктів — кандидатів у NEA — публікуються на сторінці підтвердження NEOCP [<http://cfa-www.harvard.edu/iau/NEO/ToConfirm.html>] доти, поки не набереться до-

Таблиця 2. Статистика спостережень NEA

Назва об'єкта	Кількість спостережень	Кількість ночей	Назва об'єкта	Кількість спостережень	Кількість ночей
2002 RH52	15	5	2003 NB	16	3
2003 AJ73	10	3	2003 MV7	10	2
2003 FH1	24	8	2003 MH4	11	2
1991 VH	14	5	2003 ND	4	1
2003 EO16	5	2	2003 OT13	5	1
2003 FC5	3	1	2000 PG5	3	1
2003 FF5	3	1	2001 FC7	1	1
2003 JD13	20	3	1998 TU3	10	1
2003 KP2	9	1	2001 CV26	6	1
2003 LP6	15	2	2001 KQ1	6	1
2003 LG	13	2	2003 OR14	5	1
2003 MA	30	3	2003 QC	7	1
2003 LS3	6	1	2003 QA30	2	1
2003 LO6	7	1	2003 QR79	7	1
2003 MO	18	1	2003 RB5	14	1
2003 MU	10	1	2003 RX7	12	1
2003 MK4	15	2	2003 RB	19	2
2003 MD7	11	1	2003 RS1	8	1
2003 MC7	24	4	2003 RN10	14	1
2003 NZ6	22	2	1998 FG2	9	1
2003 MK4	10	1	2003 SQ15	5	1
2003 NO4	21	3	2000 GF2	9	1
2003 OV	10	2	2003 SG170	10	1
2001 LF	4	1	2003 SZ219	3	1
2003 OQ13	3	1	2001 SX169	6	1
2003 NL7	13	2	2003 UC20	10	1
2003 BB43	3	2	2003 XE	6	1

Таблиця 3. Сторінки деяких циркулярів MPC з участю ААО

Циркуляр MPC	Об'єкт спостереження
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03O30.html}	2003 OQ13
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03O20.html}	2003 OF3
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03O13.html}	2003 OV
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03M58.html}	2003 MK4
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03M43.html}	2003 MU
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03L55.html}	Комета C/2003 L2
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03P25.html}	Комета C/2003 O3
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03M29.htm}	2003 MO
...{http://cfa-www.harvard.edu/mpec/K03/K03L53.htm}	2003 LP6

статньо спостережень з різних обсерваторій, або ж свідчень про те, що ототожнення об'єкта помилкове. Після отримання реальних доказів існування NEA публікується спеціальний електронний циркуляр МРЕС, присвячений історії відкриття і визначення надійних елементів орбіти.

В табл. 3 представлені деякі циркуляри з участю А50.

СПОСТЕРЕЖЕННЯ КОМЕТ

Одним із напрямків роботи Андрушівської обсерваторії є спостереження комет для вивчення їхніх фізичних властивостей (еволюція ядра та хвоста комети, зміна її спектральних параметрів з наближенням до Сонця) та уточнення характеристик орбіт.

Дані про спостереження комет приведено в табл. 4.

Таблиця 4. Статистичні дані про спостереження комет в ААО

Назва об'єкта	Кількість положень	Кількість ночей
C/2002 T7	41	7
C/2002 O7	24	6
C/2003 F1	15	3
C/2001 RX14	17	6
C/2001 K5	99	19
C/2003 K4	10	1
C/2001 HT50	5	1
C/2001 O1	4	1
C/2003 L2	7	2
C/2003 S1	9	3
2P/Encke	7	2
P/2003 U3	18	1
P/2003 O3	7	2

Всього за період з 26.03.03 до 5.12.03 велись спостереження 13 комет, отримано 263 положень.

Використання автоматизованого методу Меткофа для компенсації власного руху комет дало можливість максимально збільшити час експозиції для отримання якісних ПЗЗ-кадрів.

В листопаді 2003 року у фокусі Кассегрена проводилися спектральні та фотометричні спостереження комет 2P/Encke та C/2002 T7 (LINEAR). З використанням вузькосмугових інтерференційних фільтрів отримано розподіл пилу та молекул CN в атмосферах цих комет. Для комети C/2002 T7 (LINEAR) були отримані спектри в діапазоні $\lambda\lambda$ 450—765 нм. Величина комети на час спостережень становила 9.4^m.

ВИСНОВКИ

Найближчим часом в ААО планується провести перший етап автоматизації телескопа «Цейс-600» з метою організації пошукових робіт, придбати ще одну ПЗЗ-камеру, провести монтування та автоматизацію ще одного телескопа-рефлектора з діаметром дзеркала 60 см для виведення пошукових робіт в окремий напрямок. Телескоп «Цейс-600» планується використовувати для фізичних досліджень комет та астероїдів.

1. Дума Д. П., Иващенко Ю. Н., Лаптієнко І. І., Мельников М. А. Автоматизированный комплекс аппаратуры для определения положений естественных и искусственных небесных тел // Кинематика и физика небес. тел.—1991.—7, № 3.—С. 29—32.
2. Иващенко Ю. М., Андрук В. М. Андрушівська астрономічна обсерваторія в 2001 році. Extension and connection of reference frames using ground based CCD technique, International astronomical conference. — Nikolaev: Atoll, 2001.—P. 224—230.
3. Vishnevsky G. I., Galyatkin I. A., Dalinenko I. N., et al. Scientific and technical collaboration between Russian and Ukrainian author collectives on the development of astronomical instruments equipped with the advanced detection devices // Astron. and Astrophys. Transactions.—2003.—22, N 4—5.—P. 777—786.
4. Yeomans D. K., Chodas P. W., Keesey M. S., et al. Asteroid and comet orbits using radar data // Astron. J.—1992.—103, N 1.—P. 303—317.

Надійшла в редакцію 25.03.04