

3. Чурюмов К.И. Эволюционные физические процессы в кометах // Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. — М., 1992. — 104 с.
4. Чурюмов К.И., Чорный Г.Ф., Шаповалова А.И. Открытие эмиссии отрицательного иона углерода C_2^- в спектре кометы Скориченко-Джорджа (1990 VI) // Письма в Астрон. журн. — 1993. — Т. 19, №9. — С. 816–822.
5. Chubko L.S., Churyumov K.I., Afanasiev V.L., Lukyanyk I.V., Kleshchonok V.V. Comparison of the Spectra of the Comets 9P / Tempel 1 and C / 2004 Q2 (Machholz) // Deep Impact as a World Observatory Event: Synergies in Space, Time, and Wavelength. Proceedings of the ESO/VUB Conference held in Brussels, Belgium, 7-10 August 2006. Springer Berlin / Heidelberg, 2009. — P. 197–200
6. Churyumov K.I. Discovery, observations and investigations of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko in Kyiv // in the book "The new ROSETTA targets". — Astrophysical Library. Kluwer acad. Publ. Collangelli et al. (eds), — 2004. — p. 1–13
7. Churyumov K.I., Kleshchonok V.V., Vlasyuk V.V. Spectra of comet Hale-Bopp (C/1995 O1) obtained with the 6-m BTA reflector at Mount Pastukhov // Earth, Moon and Planets, — 1999, — Vol.78, №2, — P. 111–117.
8. Churyumov K. I., Kruchinenko V.G., Chubko L. S. The Size of the Artificial Explosive Crater on the Nucleus of Comet 9P/Tempel // Deep Impact as a World Observatory Event: Synergies in Space, Time, and Wavelength. Proceedings of the ESO/VUB Conference held in Brussels, Belgium, 7-10 August 2006. Springer Berlin / Heidelberg, 2009. — P. 191–196
9. Churyumov K.I., Lukyanyk I.V., Berezhnoi A.A., Chavushyan V.H., Sandoval L., Palma A., Kleshchonok V.V., Chubko L.S. Spectral observations of the comet C/2000 WM1 (LINEAR) in Mexico // Astron. Astrophys. — 2003. — Vol. 22, No. 4-5. — P. 625–630.
10. Churyumov K.I., Lukyanyk I.V., Vlasyuk V.V., Borisov N.V. Spectra of Split Comet C/1999 S4 (LINEAR) // Earth, Moon and Planets, — 2002, — Vol. 90, — P. 141–146
11. Churyumov K.I., Lukyanyk I.V., Berezhnoi A.A., Chavushyan V.H., Sandoval L., Palma A. Optical Spectroscopy of Comet C/2000 WM1 (LINEAR) at the Guillermo Haro Astrophysical Observatory in Mexico // Earth, Moon and Planets, — 2002, — Vol. 90, — P. 361–368
12. Churyumov K.I., Rozenbush V.K. Peculiarities of gas and dust production rates in comets P/Halley (1986 III), P/Giacobini-Zinner (1986 III), P/Hartley-Good (1985 VII) and P/Thiele (1985 XIX) // Astron. Nachr. — 1991. — Vol. 312. N.6. — P. 385–392.
13. Churyumov K.I., Rozenbush V.K., Rspayev F.K., Gorodetsky D.I. Some results of the narrowband photometry of comet P/Halley (1986 III) // Astrophys. J. — 1990. — Vol. 356. — P. 687–692.
14. Picazzio E., De Almeida A., Churyumov K.I., Andrievskii S.M., Lukyanyk I.V. The Optical Spectroscopy and Near Infrared Observations of Comet C/2000 WM1 (Linear) in December, 2001 in Chile and Brazil // Earth, Moon and Planets, — 2002, — Vol. 90, — P. 391–400
15. Filonenko V. S. and Churyumov K. I. The Visual Brightness Behavior of Comet 9P/Tempel 1 During 1972–2005 // Deep Impact as a World Observatory Event: Synergies in Space, Time, and Wavelength. Proceedings of the ESO/VUB Conference held in Brussels, Belgium, 7-10 August 2006. Springer Berlin / Heidelberg, 2009. — P. 73–77.
16. Lykyanyk I.V., Churyumov K.I. Observations of Comet C/2001 A2 (LINEAR) with the Multipupil Fiber Spectrograph // Earth, Moon and Planets, — 2002, — Vol. 90, — P. 177–183

Надійшла до редколегії 25.05.09

УДК 523.68

Ю. Тарануха, П. Козак, О. Рожило, В. Кручиненко

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ МЕТЕОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АСТРОНОМІЧНІЙ ОБСЕРВАТОРІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

У роботі розглядається історія та деякі результати метеорних досліджень, що проводились в Астрономічній обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка за період 1957-2007 рр. За цей час науковцями відділу малих тіл Сонячної системи виконаний великий обсяг досліджень кінематичних та фізичних властивостей метеорних тіл. Захищено 1 докторську та 7 кандидатських дисертацій. Опубліковано більше 600 наукових праць у вітчизняних та зарубіжних журналах. Видана одна монографія.

The history and some results of meteor investigations, which were carrying out at Astronomical Observatory of National Taras Shevchenko University of Kyiv during 1957-2007 are considered in the article. For this period the scientists of department of small bodies of the solar system performed a large range of investigations of kinematical and physical properties of meteor bodies. They have defended 1 doctorate and 7 candidate's theses. More than 600 scientific works were published in native and foreign journals and 1 monograph.

1. Спостереження за допомогою фотографічних патрулів. Метеорні дослідження в Астрономічній обсерваторії Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка розпочалися в 1957 р. під час проведення Міжнародного геофізичного року (МГР). Міжнародний геофізичний рік був грандіозним науковим заходом. Він здійснювався силами вчених 67 країн світу впродовж 18 місяців – з 1 липня 1957 р. по 31 грудня 1958 р. Близько десяти тисяч науковців виконували великий обсяг досліджень різних геофізичних явищ в атмосфері Землі, на її поверхні, під водою та під землею. До участі в МГР було залучено 17 наукових установ України, в тому числі й Київський державний університет ім. Т.Г.Шевченка [1].

Включення цих досліджень в програму МГР не було випадковим: дослідження земної атмосфери на висотах 80-100 км, де в основному і відбуваються метеорні явища, були, і до цього часу є, важливими для розуміння різних аспектів динаміки атмосфери. Крім геофізичних актуальними були також астрономічні проблеми, пов'язані з динамікою та еволюцією малих тіл Сонячної системи. Значний науковий і практичний інтерес представляють дослідження впливу метеорної речовини на Землю, фізичних процесів руйнування як великих, так і малих тіл, що входять в атмосферу з гіперзвуковими швидкостями (11-72 км/с), а також вивчення питань, пов'язаних з безпекою космічних польотів.

Підготовчі роботи по здійсненню наукової програми МГР розпочалися раніше. В 1956-1957 рр. поблизу Києва були побудовані дві спостережні станції: одна біля с. Лісники Києво-Святошинського району, друга – біля с. Трипілля Обухівського району. Зрозуміло, що для визначення просторових координат метеора потрібно мати його зображення, отримані одночасно з двох пунктів, рознесених на десятки кілометрів.

Фотографічні спостереження метеорів проводились одночасно з двох пунктів (Лісники, Трипілля, базис 24.8 км) на установках "Метеорний патруль", виготовлених одеським заводом "Кінап". Комплект кожного агрегату мав чотири

аерофотокамери НАФА-3с/25 (об'єктив "Уран-9", $F = 250$ мм, $D : F = 1 : 2.5$, поле зору $39^\circ \times 53^\circ$). Камери були орієнтовані таким чином, щоб оптичні осі відповідних камер з двох пунктів перетинались на висоті 95 км.

У зв'язку з введенням у дію Трипільської ДРЕС умови для оптичних та радіолокаційних спостережень на станції в Трипільлі значно погіршились і виникла необхідність перенести її в інше місце. Таке місце було вибрано на захід від Києва поблизу с. Пилиповичі Бородянського району Київської області. Спостереження на новій станції проводяться з 1977 р. Необхідно зауважити, що велику організаційну і практичну роботу по переносу станції виконав тогочасний директор Астрономічної обсерваторії Герой Радянського Союзу доц. П.Р. Романчук.

Базисні фотографічні спостереження метеорів були новою справою не лише для нашої обсерваторії, але й для всього СРСР. Що стосується фізичної теорії метеорів, то її основа була розроблена Б.Ю. Левіним і викладена в монографії [2]. А от теорію спостережень метеорів та визначення їх орбіт потрібно було створювати самим. Крім того, самі спостереження та їх опрацювання були досить кропіткою працею. Всі ці задачі вирішували співробітники метеорного відділу Астрономічної обсерваторії КУ В.П. Конопльова, Є.В. Сандакова, О.К. Терентьєва, Ю.М. Кривуца, В.В. Бенюх, В.Г. Кручиненко, Л.М. Шербаум, Л.М. Шульман, С.С. Тряшин, О.С. Бенюх, Л.М. Кожевников. З часом цей початковий дослідницький колектив зазнав помітних змін. На зміну старшому поколінню приходили молоді випускники Київського університету: В.В. Каленіченко, О.М. Шайдо, Ю.Г. Тарануха, А.М. Казанцев, О.О. Рожило, С.С. Єрьомін. Останнім із нині працюючих науковців прийшов в 1992 р. П.М. Козак.

2. Реєстрація метеорів телевізійним методом. Фотографічні спостереження метеорів проводились в нашій обсерваторії до середини 80-х років минулого століття. Ще раніше стало зрозуміло, що для таких спостережень потрібно впроваджувати нову техніку. Було вирішено розпочати створення комплексу високочутливої телевізійної апаратури, спираючись на досвід співробітників кафедри астрономії Київського університету [22]. Завдання було покладене на молодого випускника Університету Ю.Г. Тарануху. Дещо пізніше до цієї роботи були залучені О.О. Рожило, С.С. Єрьомін та П.М. Козак.

Для впровадження телевізійних спостережень метеорів в Астрономічній обсерваторії Київського національного університету в 1986-1987 рр. на базі промислових телевізійних установок "Інтроскоп" було створено два високочутливі телевізійні комплекси [3]. Необхідно зауважити, що з метою суттєвого підвищення чутливості телевізійної установки її штатна передавальна трубка ЛІ-801 була замінена на спеціалізовану трубку ЛІ-804, обладнану в одному корпусі з додатковим підсилювачем яскравості, а саме – однокаскадним електронно-оптичним перетворювачем. Вказані телевізійні установки використовуються для спостережень метеорів до цього часу. На рис. 1 наводяться фотографічне та телевізійне зображення метеора.

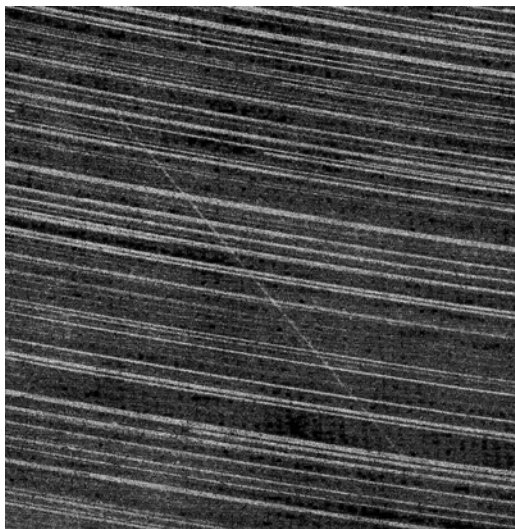


Рис. 1. Фотографічне зображення метеора (зліва) та телевізійне (справа)

В якості вхідної оптики використовуються стандартні фотографічні об'єктиви – найчастіше «Юпітер-3» ($F = 50$ мм, $D:F = 1:1.5$, поле зору 28° , проникна здатність, визначена за зорями у фотометрично чисту ніч, складає 9.5^m) та «Геліос-40» ($F = 85$ мм, $D:F = 1:1.5$, поле зору 18° , проникна здатність – 11.5^m), де m – візуальна зоряна величина. Телевізійні установки розміщені на замських спостережних станціях обсерваторії в с. Лісники, Києво-Святошинського району та в с. Пилиповичі, Бородянського району, відстань між якими складає 54 км. При спостереженнях, як правило, камера в одному з пунктів направляєється в зеніт, у другому – по азимуту на перший пункт так, щоб оптичні осі перетинались на висоті 100 км.

З середини 90-х років, з розвитком комп'ютерної техніки, у відділі розпочато використання оцифровувачів телевізійних кадрів та розробки методів та програмних алгоритмів для цифрової обробки результатів спостережень. Уточнений кутовий розмір кадру при використанні об'єктива «Юпітер-3» $\approx 23^\circ.5 \times 19^\circ$, розмір пікселя $\approx 4'$, при використанні «Геліос-40» $\approx 13^\circ \times 11^\circ$, розмір пікселя $\approx 2'.2$. Було розроблено алгоритми астрометричної обробки метеорних зображень, а також алгоритми визначення параметрів траєкторії метеора в атмосфері Землі та елементів його геліоцентричної орбіти.

Окремо стояло питання фотометрії телевізійних метеорів. Досить складна система телевізійної реєстрації та візуалізації зображення метеора не була вивчена. На відміну від фотоемульсії телевізійна апаратура має певну інерційність (післясвічення), що впливає на вигляд метеорного сліду, та суттєво нелінійний відгук на задану освітленість, що значно ускладнює проведення порівняльної фотометрії стаціонарних та рухомих об'єктів. Потрібно також було визначити залежність зареєстрованого апаратного відгуку на блиск метеора від його кутової швидкості. Всі ці питання вирішувалися як експериментальним шляхом, так і теоретично. Більшість проблем було вирішено, але окремі дослідження продовжуються і зараз.

3. Деякі результати телевізійних спостережень слабких метеорів. Впродовж 1991-1993 рр. у відділі малих тіл Сонячної системи було проведено успішні базисні спостереження метеорного потоку Персеїд. Результати обробки цих спостережень представлені у каталозі, до якого увійшло 57 метеорів, з них 35 – Персеїди. Каталог коротко представлений в [4], а повністю опублікований в [5]. Аналіз каталогу проведено в [6]. Там же було розраховано доплив космічної речовини на Землю за власними спостереженнями у діапазоні мас 10^{-4} –1 г. Результати розрахованого допливу спорадичного фону та метеорної речовини з потоку Персеїд були використані з даними інших авторів для оцінки імовірності зіткнення космічних апаратів з метеороїдами [7].

В рамках розробки методів цифрової обробки телевізійних спостережень метеорів проведено аналіз деяких широко вживаних в астрометрії редуційних моделей визначення ідеальних координат об'єкта у застосуванні до обробки оцифрованих телевізійних метеорних зображень. В результаті отримано розподіл похибок обчислень, а також досліджено причини, що викликають найбільше відхилення (більше двох кутових розмірів пікселя). Встановлено, що застосування функцій, які апроксимують контури зображень зір [8], підвищує точність приблизно на одну кутову мінуту. Зроблено висновок, що метод шести змінних є оптимальним в даних умовах. Максимально можлива точність визначення екваторіальних координат у оцифрованому кадрі при розмірі пікселя 4' складає приблизно 1'.5–3'.5 [9].

Розроблено метод визначення параметрів траєкторії метеороїда в атмосфері Землі і елементів його геліоцентричної орбіти. В якості основної використовується геоцентрична прямокутна система координат, що дозволяє уникнути деяких неточностей, притаманних іншим методам, та простіше провести всі необхідні обчислення. Метод побудований виключно з використанням елементів векторного аналізу та орієнтований, в основному, на застосування до обробки результатів телевізійних спостережень метеорів, з врахуванням можливостей сучасної цифрової обробки та алгоритмічних мов. В той же час цей метод може застосовуватись і для опрацювання даних, отриманих іншими спостережними засобами. Цифрова обробка передбачає такі особливості телевізійних зображень слабких метеорів як їх коротка кутова довжина, мала кількість значень координат точок голови метеора з відомими моментами часу, велика загальна кількість вимірних точок вздовж сліду метеора (в сумарному кадрі). Врахування цих особливостей значно підвищує точність обчислення координат радіанта [10]. Отримано характер залежностей та параметри статистичного розподілу похибок вимірювань екваторіальних координат точок на зображенні метеора, що дало можливість застосувати метод Монте-Карло, або статистичний метод випадкових випробувань для визначення похибок усіх параметрів кожного індивідуального метеора. В результаті генерації випадкових чисел, відповідно до розподілів похибок вхідних даних, після кінематичної обробки можна отримати статистичні розподіли похибок усіх обчислюваних параметрів. Параметри отриманих розподілів можна використовувати для визначення фізичних характеристик метеора: середнє чи модальне значення розподілу як фізичну величину, що описується даним розподілом, а стандартне відхилення розподілу – як її довірчий інтервал. В результаті застосування цього методу до результатів телевізійних спостережень метеорів отримано наступні середні похибки, що характеризують якість спостережної апаратури та методу обробки спостережних даних: для екваторіальних координат радіанта – $\pm 0^\circ.1$, для висоти метеора та дальності до нього від пункту спостереження – ± 0.2 км, для швидкості – ± 0.5 –2 км/с, в залежності від умов спостережень. Точність обчислень усіх параметрів добре узгоджується з точністю, що приводиться іншими авторами [11, 12].

Розроблено методику фотометрії метеорів, яка базується на фізичних принципах випромінювання, поширення та реєстрації світлового потоку від метеора в діапазоні 450-900 нм, та включає в себе створення і абсолютну калібровку власної телевізійної фотометричної системи; розробку алгоритму коректного використання каталожних зоряних величин V чи B ; врахування атмосферного поглинання світла; розробку та уточнення техніки внутрішніх фотометричних вимірів в оцифрованому телевізійному кадрі; обчислення та врахування фотометричної похибки поля; схему побудови та корекції калібровочних кривих за зорями порівняння. Крива спектральної чутливості телевізійної системи з врахуванням пропускання вхідної оптики $S_{TV}(\lambda)$ була отримана експериментально та приведена в [13]. У відповідності до отриманої кривої зоряна величина обчислюється за формулою

$$m_{TV} = -2.5 \lg \frac{\int_{-\infty}^{\infty} E(\lambda) S_{TV}(\lambda) d\lambda}{\int_{-\infty}^{\infty} S_{TV}(\lambda) d\lambda} + C_{TV},$$

де $E(\lambda)$ - розподіл енергії у спектрі об'єкта. Абсолютна калібровка фотометричної системи виконувалась шляхом чисельного інтегрування за абсолютним розподілом енергії у спектрі Веги. Обчислене значення калібровочної константи: $C_{TV} = -21.39$, (Дж·с⁻¹·м⁻²·нм⁻¹). Перехід від каталожних візуальних чи синіх зоряних величин до телевізійної фотометричної системи також здійснюється методом чисельного інтегрування [14] з використанням відносних розподілів енергії у спектрах зір різних спектральних класів. Неврахування коефіцієнту переходу від каталожної до телевізійної системи приведе при побудові калібровочної кривої до максимальної похибки $0^m.5$ при використанні зоряних величин V та $2^m.5$ при використанні зоряних величин B [15]. Максимальні відхилення дають червоні зорі. Для зменшення похибки внутрішніх фотометричних вимірів в оцифрованому кадрі проводиться апроксимація вимірюва-

них контурів зображень метеора та зір порівняння функціями типу гаусіани чи лоренціани [8]. На основі тестів, проведених по зоряних зображеннях, встановлено, що застосування апроксимацій підвищує відносну точність фотометричних вимірів на 10-15% в середньому, та на 100-200% для гранично слабких зір. Нерівномірність чутливості телевізійної системи по полю зору – фотометрична похибка поля – розраховується експериментально під час кожних спостережень шляхом проєкції певної групи зір послідовно на різні місця фотокатоду, визначенням відносного коефіцієнту чутливості по полю, та подальшим приведенням вимірів до центральної частини кадру. Розкид чутливості по кадру варіюється в межах $0^m.2-0^m.3$ з максимальним відхиленням $\sim 0^m.4$ [14];

Для порівняльної фотометрії метеора використовуються результати експерименту штучний метеор, проведеного по зорях [16]. Для цього використовувалось обертання камери з різними кутовими швидкостями, а виміри проводились для широкого діапазону зоряних величин. Динамічний діапазон для коректної фотометрії метеорів складає в середньому біля чотирьох зоряних величин: $2^m.5-6^m.5$ для об'єктива «Юпітер-3».

Проведені спостереження унікального явища - короткочасного шторму метеорного потоку Леонід 19 листопада 2002 року. Опрацьовано 28 поточних метеорів [17, 18, 19]. Середні координати радіанта метеорного згустку під час короткочасного піку активності потоку: $\alpha_R = 154^\circ.25 \pm 0^\circ.45$, $\delta_R = 21^\circ.90 \pm 0^\circ.52$, аргумент перигелію $\bar{\omega} = 175^\circ.13 \pm 1.37$ і нахил орбіти $\bar{i} = 162^\circ.62 \pm 0.61$. Було зареєстровано два метеори з висотою появи біля 140 км і один, що з'явився на висоті більше 150 км. Отримано, що кількість метеорів з масами не менше $\sim 1.5 \times 10^{-7}$ кг, які перетинають горизонтальну площадку радіуса 100 км² на висоті 100 км за одну годину при радіанті в зеніті, складала 1400 для початку піку метеорного шторму, що відповідає просторовій концентрації частинок з даними масами у метеорному рої 1.7×10^{-7} км⁻³. Усі обрахунки проводились за допомогою розробленого П.М. Козаком програмного забезпечення "Falling Star" [20].

Підводячи підсумок можна відзначити, що починаючи з 1957 р. науковцями відділу малих тіл Сонячної системи проведено значний об'єм наукових досліджень, що стосуються фізичних та динамічних властивостей метеорного комплексу. Захищено 1 докторську та 7 кандидатських дисертацій. Опубліковано більше 600 наукових праць у вітчизняних та зарубіжних журналах. Видана одна монографія [21].

1. *Международный геофизический год*. Инф. Бюл. 1958. №1.
2. *Левин Б.Ю.* Физическая теория метеоров и метеорное вещество в Солнечной системе. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. 296 с.
3. *Кручиненко В.Г., Шайдо О.М., Рожило О.О., Ерьомин С.С., Тарануха Ю.Г.* Спостереження Персеїд в 1992 р. // Вісник Київського університету. Астрономія. – 1994. Вип. 33. С. 84 - 88.
4. *Hajdukova M., Kruchinenko V.G., Kazantsev A.M., Taranukha Ju.G., Rozhilo A.A., Eryomin S.S., Kozak P.N.* Perseid meteor stream 1991-1993 from TV observations in Kiev // *Earth, Moon and Planets*. – 1995. – Vol. 68. – P. 297-301.
5. *Kruchinenko V.G., Kazantsev A.M., Taranukha Yu.G., Kozak P.M., Yeryomin S.S., Rozhylo O.O., Smertyuk L.M.* Catalogue of Perseid shower meteors on TV observations in Kyiv during 1991-1993 // Вісник Київського університету, Астрономія. – 1997. – вип. 34. – С. 94-117.
6. *Kozak P.M., Rozhilo O.O.* Low-light meteor mass distribution from TV observations in Kyiv // *Abstr. Int. Conf. JENAM'98*. – Prague (Czech. Rep.). – 1998. – P. 79.
7. *Кручиненко В.Г., Козак П.Н.* Взрывные кратеры на поверхности космических аппаратов, образованные метеороидами и частицами космического мусора // *Космічна наука і технологія*. – 2001. – Т. 7, № 5/6. – С. 71-74.
8. *Козак П.Н., Рожило А.А.* Астрометрическая и фотометрическая точность измерений при цифровой обработке телевизионных широкоугольных снимков астрономических объектов // *Труды Другой міжнар. астрон. конф. КАММАК 2002* (під ред. проф. Чурюмова). – Вінниця (Україна). – 2003. – С. 217-221.
9. *Козак П. Н.* Анализ методов и точность определения экваториальных координат при цифровой обработке телевизионных наблюдений метеоров // *Кинематика и физика небесных тел*. – 2002. – Т. 18, № 5. – С. 471-480.
10. *Козак П.Н.* Векторный метод определения параметров траектории и элементов гелиоцентрической орбиты метеора для телевизионных наблюдений // *Кинематика и физика небесных тел*. – 2003. – Т. 19, № 1. – С. 62-76.
11. *Cepplecha Z., Borovicka J., Eflord G., Revelle D., Hawkes R., Porubcan V., Simek M.* Meteor Phenomena and Bodies // *Space Science Reviews*. – 1998. - vol. 84, N 3/4. – P. 327-471.
12. *Hawkes R.L., Bussey J.E., MacPhee S.L., Pollock C.S., Taggart L.W.* Techniques for high resolution meteor light curve investigations // *Proc. Int. Conf. Meteoroids 2001* (ed. B.Warmbein). – Kiruna (Sweden). – 2001. – P. 281-286.
13. *Тарануха Ю.Г., Рожило О.О., Козак П.М.* Дослідження спектральної характеристики телевізійної системи для спостережень метеорів // Вісник Київського ун-ту, Астрономія, вип. 41-42, 2005, сс. 61-63.
14. *Kozak P.M., Rozhilo A.A., Taranukha Y.G.* Some features of digital kinematic and photometrical processing of faint TV meteors // *Proc. Int. Conf. Meteoroids 2001* (ed. B.Warmbein). – Kiruna (Sweden). – 2001. – P. 337-342.
15. *Козак П.Н., Рожило А.А.* О критериях подбора звезд сравнения для фотометрии телевизионных снимков метеоров // *Труды междунар. конф. Физ. и динам. малых тел Солнечной сист., посв. пам. Астаповича (АИСТ'98)*. – Киев (Украина). – 1998. – С. 24.
16. *Kozak P., Rozhilo A.* The problem of Light Curves Plot at Digital Processing of Faint TV Meteors // *Abstr. Int. Conf. Asteroids, Comets, Meteors (ACM'2002)*. – Berlin (Germany). – 2002. – P. 36.
17. *Кручиненко В.Г.* Приток космических тел на Землю в широком интервале масс // *Кинематика и физика небесных тел*. – 2002. – 18, № 2. – С. 114–127.
18. *Kozak P., Rozhilo O., Kruchynenko V., Kazantsev A., Taranukha Y.* Results of processing of Leonids-2002 meteor storm TV observations in Kyiv // 35th COSPAR Sc. Assembly, Book of Final Sc. Program & Abstracts in CD. – Paris (France). – 2004. – P. 107.
19. *Kozak P., Rozhilo O., Kruchynenko V., Kazantsev A., Taranukha Y.* Results of processing of Leonids-2002 meteor storm TV observations in Kyiv. – *Advances in Space Research*, Vol. 39, Iss. 4, 2007, pp. 619-623.
20. *Kozak P.* "Falling Star": Software for Processing of Double-Station TV Meteor Observations. – *Earth, Moon, and Planets*, Vol. 102, N 1-4, 2008, pp. 277-283.
21. *Волощук Ю.И., Кащеев Б.Л., Кручиненко В.Г.* Метеоры и метеорное вещество. – Киев: Наукова думка. – 1989. – 294 с.
22. *Ивченко В.Н., Лазоренко П.Ф., Милиневский Г.П.* Телевизионные наблюдения с широкоугольными объективами. – *Проблемы космической физики*, Киев, "Вища школа", 1979, вип. 14, с. 16-23.