Висновки. Для деяких завдань метеорної фізики необхідно знати не тільки довжину хвилі тієї чи іншої лінії та її приналежність до даного мультиплету, але і потенціали збудження верхнього і нижнього електронних рівнів. Це може стати в нагоді, наприклад, під час вивчення розподілу атомів за рівнями і відмінності його від больцманівського, для побудови кривих росту, для визначення температури збудження в метеорних комах тощо. Вивчення мультиплетних структур дає можливість досліджувати властивості і поведінку атомів речовини метеорного тіла. Результати можна використовувати для побудови моделей фізико-хімічних процесів, що відбуваються під час метеорних явищ в атмосфері Землі.

Для графічного представлення зв'язків характерних спектральних ліній з квантовими енергетичними рівнями різних атомів та іонів будуються діаграми Гротріана. Такі діаграми мають важливе значення як для фізиків так і для астрономів. Мета діаграм Гротріана показати для різних елементів атомні переходи, що належать основним спектральним лініям, які спостерігаються в астрономічних спектрах.

Список використаних джерел

1. *Mozgova A.M.* Iron multiplets in meteor comas / Mozgova A.M., Churyumov K.I., Melnyk M.V. // Astron. Nachr. – 2015. – 336, №10. – P. 961–967.
2. *Бронштэн В.А.* Физика метеорных явлений / В.А. Бронштэн. – М.: Наука, 1981. – 416 с.
3. *Moore C.E.* Atomic Energy Levels / C.E. Moore. – NBS Circ.U.S. Governmont Printing Office, Washington, 1958. – № 467.
4. http://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html
5. *Borovička J.* Line identifications in a fireball spectrum / J. Borovička // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 103 – 1994. – p. 83–96.
6. *Казаков В.Г., Тюменцев А.С., Яценко А.С.* Информационная система "Электронная структура атомов" с динамическим построением графического представления спектральных данных / Автометрия – 2005. – том 41, №6 – С. 115–123.
7. *Moore C.E.* Partial Grotrian diagrams of astrophysical interest / Moore C.E., Merrill P.W. // Nation. Stand. Ref. Data Series Nation. Bureau of Standarts 23 U.S. – 1968. – 69 p.

A. Mozgova, eng.1 cat.
Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv

GROTRIAN DIAGRAM FOR MULTIPLET LINES OF MgI OBSERVED IN METEOR SPECTRA

This work presents the data of the multiplet spectral lines of MgI and MgII, which can observed in meteor spectra. The technique of Grotrian diagrams construction described. The Grotrian diagram for multiplet lines of MgI built.

А. Мозговая, инж. 1кат.
Астрономическая Обсерватория Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

ДИАГРАММА ГРОТРИАНА ДЛЯ ЛИНИЙ МУЛЬТИПЛЕТОВ MgI, КОТОРЫЕ НАБЛЮДАЮТСЯ В МЕТЕОРНЫХ СПЕКТРАХ

В работе представлено даные спектральных линий мультиплетов MgI и MgII, что могут наблюдаться в спектрах метеоров. Описано методику построения диаграмм термов и построено диаграмму Гротриана для линий мультиплетов MgI.

УДК 520.22; 520.34; 520.35; 520.37; 520.373; 520.44; 520.6.02; 520.62; 520.8.07; 520.82; 520.84; 523.68; 523.683

П. Козак, канд. фіз.-мат. наук,
А. Мозгова, інж. 1 кат.
Астрономічна обсерваторія Київського національного Унеіверситету імені Тараса Шевченка, Київ

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО МОБІЛЬНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МЕТЕОРІВ

Пропонується концепція створення багатофункціонального мобільного автоматизованого комплексу для спостережень метеорів в оптичному та суміжних діапазонах. Спостережний комплекс має бути оснащений панорамними відео камерами оптичного та інфрачервоного діапазону спектра (за необхідності – ультрафіолетового); диспергуючим пристроєм (передоб'єктивною граткою), суміщеним з відео камерою для реєстрації метеорних спектрів; мікрофонами для запису звуку від можливих електрофонних болідів. Для забезпечення мобільності комплексу та його використання в експедиційних умовах планується встановити камери на поворотний пристрій полегшеного типу та оснастити його GPS-приймачем. Для оцифровки відеоданих комп'ютер буде оснащений відповідною електронікою. Також в роботі приводяться основні характеристики запропонованих спостережних камер.

Ключові слова: метеори; відео спостереження метеорів; мобільний спостережний комплекс.

Вступ. На сьогодні інформація про метеори отримується в результаті оптичних та радіолокаційних спостережень [1, 2, 3, 4]. Оптичні спостереження, в свою чергу, за типом апаратури поділяються на фотографічні, телевізійні та відео спостереження. Класичні фотографічні спостереження [5, 6, 7, 8], що дозволяли спостерігати лише яскраві метеори до 0^m, на сьогодні практично не використовуються, за винятком Європейської болідної мережі [9]. Телевізійні спостереження, які було започатковано в 70–80-х роках, використовували високочутливі аналогові передавальні трубки (наприклад ортикон, ізокон, відикон та ін.), які на сьогодні більше не виробляються. Вони дозволяли реєструвати метеори до $+6^m$, а зараз використовуються лише епізодично [10, 11]. Найбільш поширеним типом спостережень в оптичному діапазоні зараз є відео спостереження (метеори до $+1^m$–$+2^m$) [12], які використовують ПЗЗ-матриці з автоматичним вводом даних в комп'ютер. Причому передача даних від матриці до комп'ютера може здійснюватись як аналоговим шляхом у вигляді відеосигналу та оцифровуватись за допомогою АЦП, так і безпосередньо в цифровому вигляді. Будь-які панорамні спостереження, як фотографічні, так і відео, дозволяють вирішити проблему обчислення траєкторії метеора та елементів його геліоцентричної орбіти, якщо вони проводяться базисно, тобто одночасно як мінімум з двох пунктів [13, 14, 15]. Фотометричні виміри дозволяють побудувати криву блиску метеора, а за нею, в деяких випадках – коли метеор видно повністю – розрахувати фотометричну масу метеороїда [16, 17]. Спектральні спостереження [18] дозволяють отримати додатково дані про хімічний склад метеора. Крім того, фотометрія спектральних ліній вздовж траєкторії метеора дає змогу отримати композитний склад метеорної частинки, та розрахувати густину окремих хімічних елементів. Використання диспергуючих приладів, однак, знижує чутливість спостережної апаратури на порядки, і тому реєструються лише спектри болідів. Окреме місце займає звукова реєстрація електрофонних болідів [19], які є відносно рідкісним явищем. Таким чином, для збору максимально можливої інформації, необхідної для вивчення фізики, хімії та динаміки метеорів, наразі видається доцільним розробити концепцію (а в перспективі створити) універсального багатофункціонального спостережного комплексу для реєстрації метеорів [20], який би використовував усі можливості сучасної оптичної та електронної техніки з одного боку, та при цьому мав би відносно низьку вартість. Бажано, щоб комплекс був компактним для забезпечення його мобільності для участі в експедиціях, включаючи авіа-місії [21]. Також комплекс має бути повністю автоматизованим в частині детектування та реєстрації метеорів та інших динамічних атмосферних явищ [22, 23], та частково або повністю автоматизованим в частині обробки спостережних даних [15].

Мобільний спостережний багатофункціональний комплекс. Для панорамної зйомки в інтегральному світлі, що буде використовуватись для розрахунків параметрів траєкторії метеора, та далі для обчислення елементів його геліоцентричної орбіти доцільно використати камери, які вже пройшли апробацію як любителями метеорної астрономії [12], так і професіоналами [24].

Як правило, це деякі високочутливі моделі сімейства аналогових камер WATEC, що формально розроблялись як спостережні нічні охоронні системи, але завдяки своїй високій чутливості отримали застосування в спостережній астрономії та геофізиці. Очевидно, для вводу в комп'ютер сигналу аналогові камери потребують захоплювача кадру, що легко реалізується їх компоновкою зі стандартними ТВ-тюнерами. Найбільшого поширення (на даний момент) набула сучасна камера WAT 902H2 Ultimate. Близькими за параметрами є моделі WAT-120N та WAT-910HX, які можна використовувати як альтернативу. Зовнішній вигляд камер та їх базові параметри представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Зовнішній вигляд та основні характеристики високочутливих камер WATEC за даними [25]

	WAT-902H2 Ultimate	WAT-120N	WAT-910HX
Зовнішній вигляд камери			
Розмір, мм	35.5 × 36.0 × 58.0	43.5 × 44.0 × 64.0	35.5 × 36.0 × 63.5
Роздільна здатність, пікс.	768 × 494 ; 752 × 582	768 × 494 ; 752 × 582	768 × 494 ; 752 × 582
Розгортка	PAL; NTCS / Interlace	PAL only / Interlace	PAL; NTCS / Interlace
Чутливість, лк	0.0001	0.00002	0.0001 (0.000005 integrated)

Камери WAT-902H2 Ultimate та WAT-120N мають схожі криві спектральної чутливості (рис. 1), що забезпечують реєстрацію ближнього інфрачервоного випромінювання до 1000 нм. Причому, як видно з рисунку 1, у моделі WAT-902H2 Ultimate порівняно з WAT-120N максимум чутливості зміщений в червону область спектру на 100 нм.

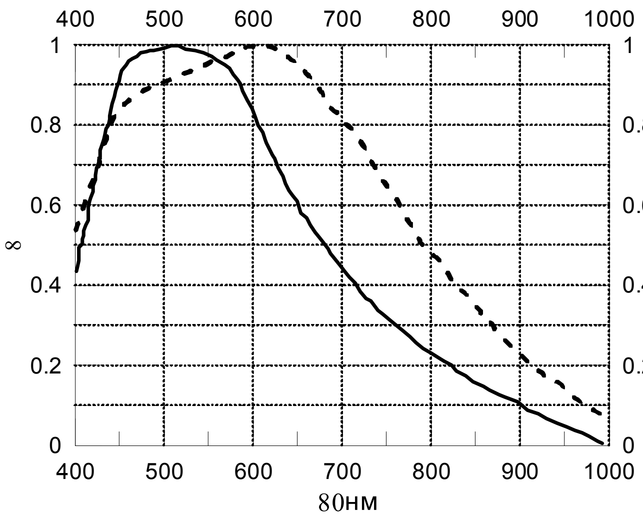


Рис. 1. Криві спектральної чутливості камер WAT-902H2 Ultimate (пунктирна крива) та WAT-120N (суцільна крива) за [25]

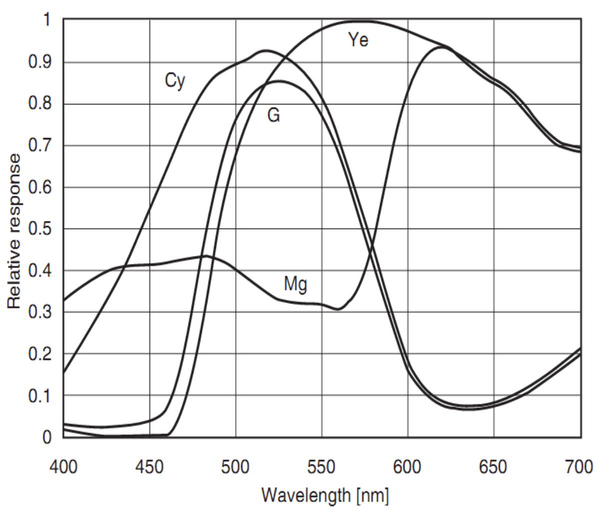


Рис. 2. Криві спектральної чутливості кольорової камери WAT-600CX [25]

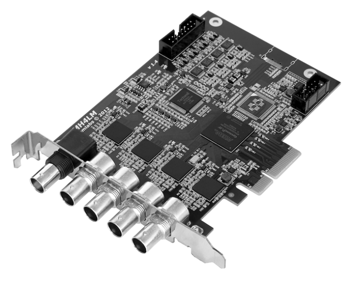
Очевидно, що найбільш інформативною складовою оптичних спостережень є спектральні спостереження. І хоча зареєструвати якісний спектр можливо лише для дуже яскравих метеорів (болідів), наявність спектрального пристрою в даному спостережному комплексі є конче необхідною. Для отримання спектру метеора доцільно використовувати передоб'єктивні гратки від 300 до 1000 шт/мм. Причому в бюджетному варіанті можна використовувати гратки на гнучкій основі [26]. Гратку можна сумістити з однією з камер, описаних вище. Підібрати об'єктив для панорамної відео зйомки, чи для спектральної гратки можна на [27]. Очевидно, що вибір об'єктива для спектральної гратки має супроводжуватись відповідними математичними розрахунками – з одного боку бажана ділянка спектру має повністю попадати на ділянку детектора камери; з іншого – бажане використання об'єктивів з більшим діаметром, аніж для панорамної зйомки. Підібрати даний баланс досить важко, але розв'язок цієї проблеми дозволив би отримувати спектри слабших метеорів, при стандартній схемі розрахунків параметрів їх траєкторії з панорамних камер.

Певною альтернативою, значно слабшою за інформаційністю аніж спектральні спостереження, є використання кольорових камер. В залежності від типу камери (RGB або CyMgYeG) можна забезпечити 3-х смугову або 4-х смугову колориметрію метеора. І хоча в цьому випадку неможливо строго ідентифікувати наявність у спектрі тих чи інших ліній, але об'єм інформації, що отримується із спостережень значно ширший. Проблемою є знову ж таки той факт, що кольорові камери незрівнянно менш чутливі ніж монохромні. Для організації колориметричних спостережень можна рекомендувати, в першому наближенні, камеру WAT-600CX, яка має чутливість 0.02 лк [25], і, знову ж таки, яка може бути використана для відносно яскравих метеорів. Інші параметри камери такі ж як і в описаних монохромних. Криві спектральної чутливості елементів камери приведені на рис. 2. Як видно з рис. 2 максимуми чутливості синього (Cy) та зеленого (G) елементів знаходяться біля 520–530 нм, жовтого – біля 570 нм (Ye), а червоного (Mg) – на 620 нм.

На сьогоднішній день залишається практично недослідженою інфрачервона область метеорного спектру. І хоча камери WATEC мають певну чутливість в області 700–1000 нм, по-перше, її неможливо відділити за результатами фотометрії, по-друге, область вище 1000 нм залишається недослідженою. Тому, з нашої точки зору, спостережний комплекс однозначно має бути оснащений інфрачервоною камерою, бажано високої чутливості. Як приклад, можна рекомендувати камеру FLIR A2600sc (табл. 2), яка оснащена 640 x 512 InGaAs–детектором, чутлива в області 900–1700 нм, та має як аналоговий, так і цифровий вихід [28].

Таблиця 2

Інфрачервона та ультрафіолетова відеокамери для реєстрації коротко- та довгохвильової ділянок спектру метеорів

	FLIR A2600sc	Sony XC-EU50 CE	
			
Роздільна здатність, пікс.	320 × 256; 640 × 512	768 × 494	
Спектральна чутливість, нм	900–1700	300–420	

До недавнього часу вважалося, що метеор не випромінює в ультрафіолетовій області. Та реєстрація метеорного спектру потоку Леонід з супутника в діапазоні 110–860 нм, показала, що ультрафіолетова частина спектру швидких метеорів не лише наявна, а і займає переважну його частину за рахунок випромінювання у лініях водню [29]. Очевидно, що реєстрація ультрафіолетового випромінювання від метеорів на висотах 80–120 км неможлива наземними методами, в першу чергу через його поглинання озоновим шаром. Однак в деяких випадках, при спостереженнях болідів на низьких висотах – на кінцевих частинах їх траєкторії – особливо при місіях спостережень з борту літака, наявність камери з чутливістю в ультрафіолеті бажана. Для таких задач можна рекомендувати камеру Sony XC-EU50 CE [30], яка має чутливість 0.3 лк в області 300–420 нм, з максимумом чутливості на 369 нм. Камера має компактні розміри 29 x 29 x 32 мм, інші параметри та зовнішній вигляд приведені в табл. 2.
Для детектування звуку від болідів можна використати просту класичну стерео-мікрофонну систему. При більш глибоких дослідженнях, для визначення розподілу інтенсивності звуку як функції азимуту та висоти над горизонтом можна розробити систему з багатьох мікрофонів, з виділеними кутовими зонами реєстрації.

Для вводу сигналів в комп'ютер від перерахованих інструментів можна рекомендувати універсальну плату Stream MH4LM [31] (рис. 3). Дана плата має 4 зовнішніх аналогових відеовходи (які можна використовувати для вводу сигналів від 4-х відеокамер відповідно), які можуть працювати в режимі PAL, SECAM, NTSC. Крім цього, плата має 4 аналогових каналів вводу звуку в форматі 24 bit/48кHz. Альтернатива – використання зовнішніх захоплювачів кадру (як правило суміщених з побутовими відео-тюнерами), з USB входом. Звук при цьому можна вводити в комп'ютер через звукову карту.

Альтернативні наземні та супутникові метеорні електрофотометричні спостереження. Як альтернативу спектральним метеорним спостереженням можна запропонувати методи, які використовуються при супутниковій реєстрації космічних високоенергетичних частинок та гамма-променів надвисоких енергій, які продукують в атмосфері так звані широкі атмосферні зливи – ШАЗи. І хоча вимоги до реєстрації таких феноменів набагато вищі, аніж для реєстрації метеорів (часи існування ШАЗів – 0.8 мкс, релятивістських частинок – 25–26 мкс, атмосферних транзієнтів – 0.4 мс), схема спостережень та апаратура цілком підходять і для метеорів, час існування яких (слабких) – порядку 0.2–1 с. В роботах [32, 33] приводяться дані про використання в космічному експерименті ТУС (супутник "Михайло Ломоносов") спостережної системи, яка складається з блоку 16х16 фотоприймачів, кожен з елементів якого являє собою широкосмуговий детектор, включаючи ультрафіолет, ФЕП (R1463 (Hamamatsu). Така система, відповідно, має слугувати як приймальна матриця – аналог ПЗЗ – де роль елементів виконують високочутливі окремі фотоприймачі, для детектування ШАЗів – досить слабких у відношенні інтенсивності випромінювання об'єктів.

Видається очевидною спроба використати даний підхід, або навіть інструментарій, для вузько-смугових електрофотометричних (псевдо-спектральних) спостережень метеорів. Для цього можна використати той факт, що слабкі метеори не мають неперервного спектру, а випромінюють у лініях атомів та іонів, причому в основному металів, див. наприклад [18] (рис. 4).

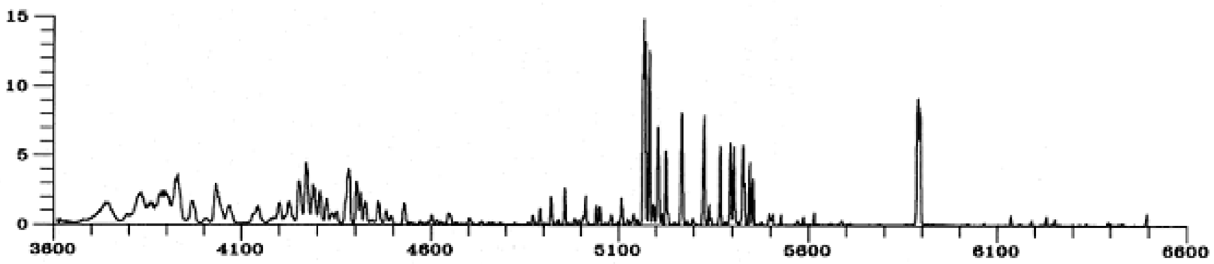


Рис. 4. Спектр метеора, зареєстрованого чеською метеорною групою [18]. Чітко видно лінійчатий характер спектру метеора

Для спостережень метеорів, в такому випадку, можна було б використати той же широкосмуговий мультилужний фотоелемент Hamamatsu, оснащений додатково системою вузькосмугових інтерференційних світлофільтрів, що відповідають класичним метеорним лініям нейтральних атомів Fe, Na, Mg, Al, Ca, Ti, Cr, Mn, Ni, іонів Mg+, Si+, Ca+, Fe+, та, можливо, молекул FeO. Очевидно, такий спостережний модуль може бути успішно використаний для спостережень метеорних потоків, у яких розподіл енергії випромінювання достатньо відомий, але не може надати інформаціє про нові можливі ліній в спектрах метеорів.

Обговорення та висновки. Коротко підсумовуючи вищесказане можна стверджувати, що створення багатофункціонального спостережного метеорного комплексу цілком можливе, причому певною мірою і в бюджетному варіанті. Вартість усіх запропонованих камер (крім інфрачервоної FLIR A2600sc) лежить в межах 500-1000 дол. США. Мікрофони для запису звуку, плата вводу відеосигналу (або USB ТВ-тюнери) коштують менше. Для запису відеосигналів можна використати як настільний комп'ютер – у разі використання аналогової плати вводу стандарту PCI, так і ноутбук – в поєднанні з зовнішніми USB ТВ-тюнерами. Для забезпечення мобільності комплексу використання ноутбука доцільніше, однак може постати питання про збереження температурного режиму; про достатню швидкодію; про достатню ємність дискових накопичувачів та ін. Оптимальним може стати використання компактних так званих barebone-систем, які можна комплектувати довільно, в залежності від задач. Також для задач мобільності комплекс має бути доповнений GPS-приймачем для визначення географічних координат камер на момент спостереження та отримання сигналів точного часу, та для синхронізації різних камер спостереження. Спостережна система має бути встановлена на поворотний пристрій полегшеного типу, з наявністю рівнів горизонтального позиціонування. При використанні комплексу в стаціонарних умовах можна забезпечити його автоматичне функціонування, та використовувати Internet як для управління (ввімкнення комп'ютера та його вимкнення, позиціонування камер та ін.), так і для перенесення результатів спостережень на лабораторні комп'ютери для подальшої обробки та зберігання.

Список використаних джерел

1. *Kashcheyev B., Pososhenko V., Tatarets L., Oleynikov, A., Slipchenko N., Solyanik O.* MARS-M: A highly sensitive automated meteor radar // Meteoroids 1998, Eds: W. J. Baggaley and V. Porubcan. – Proc. Int. Conf., Tatranska Lomnica, Slovakia, 1998. – 1999. – P. 107.

2. *Kolomiyets S., Voloshchuk Y., Kashcheyev B., Slipchenko N.* Meteor researches at KHNURE // In: Highlights of Astronomy. – Vol. 13. – Ed. O. Engvold. San Francisco, CA. – 2005. – P. 765–766.

3. *Baggaley, W. J.* The AMOR radar: an efficient tool for meteoroid research // Advances in Space Research. – Vol. 28, Issue 9. – 2001. – P. 1277–1282.

4. *Brown P., Jones, J., Weryk, R.J.,* Campbell-Brown M.D. The Velocity Distribution of Meteoroids at the Earth as Measured by the Canadian Meteor Orbit Radar (CMOR) // Earth, Moon, and Planets. – Vol. 95, Iss 1–4. – 2004. – P. 617–626.

5. *Millman P.N., Hoffleit D.* A study of meteor photographs taken through a rotating shutter // 1937. – H. C. O. Annals. – vol. 105, N 31. – P. 613–619.

6. McCrosky R.E., Posen A. Orbital elements of photographic meteors // Smithsonian Contrib. Astrophys. – 1961. – vol. 4. – P. 15–84.

7. Ceplecha Z., Rajchl J., Program of fireball photography in Czechoslovakia // Bull. Astron. Inst. Czech. – 1965. – N 16. – P. 15–22.

8. *Ceplecha Z.* Geometric, dynamic, orbital, and photometric data on meteoroids from photographic fireball networks // Bull. Astron. Inst. Czech. – 1987. – N 38. – P. 222–234.

9. *Spurny P.* Photographic monitoring of fireballs in Central Europe // Proc. SPIE 3116. – 1997. – 144–155.

10. *Kozak P., Watanabe J., Sato M.* Anomalous meteors from the observations with super-isocon TV systems // Abst. Int. Astron. Conf. "ACM'2014" ("Asteroids, Comets, Meteors"), Helsinki, Finland, 2014. – Eds.: K. Muinonen, A. Penttila, M. Granvik, A. Virkki, G. Fedorets, O. Wilkman, T. Kohout. – 2014. – P. 310.

11. *Козак П.М., Козак Л.В.* Метод фотометрії слабких метеорів та штучних супутників Землі із спостережень з телевізійними системами суперізокон // Космічна наука і технологія. – Т. 21, № 1. – 2015. – С. 38–47.

12. *SonotaCo* A meteor shower catalog based on video observations in 2007-2008 // WGN, Journal of the IMO. – Vol. 37, No. 2. – 2009. – P. 55-62.

13. *Козак П.Н.* Анализ методов и точность определения экваториальных координат при цифровой обработке телевизионных наблюдений метеоров // Кинематика и физика небесных тел. – Т. 18, № 5. – 2002. – С. 471–480.

14. *Козак П.Н.* Векторный метод определения параметров траектории и элементов гелиоцентрической орбиты метеора для телевизионных наблюдений // Кинематика и физика небесных тел. – Т. 19, № 1. – 2003. – С. 62–76.

15. *Kozak P.* "Falling Star": Software for Processing of Double-Station TV Meteor Observations. – Earth, Moon, and Planets. – Vol. 102, N 1–4. – 2008. – P. 277–283.

16. *Kozak P.M.* Semi-empirical method for the photometry of low-light meteors from observations with the isocon television system // Meteoroids 2013, Proc. Astron. Conf., A.M. Univ., Poznan, Poland. – Eds.: Jopek T.J., Rietmeijer F.J.M., Watanabe J, Williams I.P. – A.M. University Press. – 2014. – P. 335–343.

17. *Козак П.М., Козак Л.В.* Метод фотометрії слабких метеорів та штучних супутників Землі із спостережень з телевізійними системами суперізокон // Космічна наука і технологія. – Т. 21, № 1. – 2015. – С. 38–47.
18. *Borovicka J.* A fireball spectrum analysis // Astron. Astrophys. – Vol. 279. – 1993. – P. 627–645.
19. *Астапович И.С.* Метеорные явления в атмосфере Земли // Москва: Физматгиз. – 1958.
20. *Козак П.М., Рожило О.О., Мозгова А.М.* Концепція створення багатофункціонального мобільного телевізійного комплексу для спостережень метеорів // Тези наук. конф. "Астрономія та фізика космосу в Київському університеті", 2015, Київ, Україна. – 2015. – С. 80–83.
21. *Koten P., Vaubaillon J., Margonis A., Tóth J., Ďuriš F., McAulliffe J., Oberst J.* Double station observation of Draconid meteor outburst from two moving aircraft // Planetary and Space Science. – Vol. 118. – 2015. – P. 112–119.
22. *Козак Л.В., Івченко В.М., Одзимек А.С., Клоков І.С., Козак П.М., Лапчук В.П.* Оцінка енергії світіння атмосфери над грозовими розрядами // Космічна наука і технологія. – Т. 18, № 2. – 2012. – С. 33–42.
23. *Козак Л.В., Одзимек А., Вольвач А.Е., Івченко В.Н., Гарипов Г.К., Козак П.Н., Лапчук В.П.* Наблюдение и анализ кратковременных оптических явлений в атмосфере Земли // Тези наук. 13-ї укр. конф. з космічних досліджень, 2013, Євпаторія, Україна. – 2013. – С. 129.
24. *Gural P. S.* The California All-sky Meteor Surveillance (CAMS) System // Proc. Int. Meteor Conf., Armagh, Northern Ireland, 2010. – Eds.: Asher D.J., Christou A.A., Atreya, P., and Barentsen, G. – International Meteor Organization. – 2011. – P. 28–31.
25. Site of WATEC Corp.: http://www.watec.com.
26. Site of EDMUND OPTICS Corp. http://www.edmundoptics.com/optics/gratings/holographic-diffraction-grating-film/1490.
27. Site of WATEC Corp. sales dept.: http://www.wateccamerashop.com/watec-products.
28. Site of FLIR Corp.: http://www.flir.eu.
29. *Carbary J.F., Morrison D., Romick G. J., Yee J.-H.* Leonid meteor spectrum from 110 to 860 nm // Icarus. – Vol. 161. – 2003. – P. 223–234.
30. Site of Sony Corp. products: https://pro.sony.com.
31. Site of Stream Labs. Corp.: http://www.stream-labs.com.
32. *Гарипов Г.К., Зотов М.Ю., Климов П.А., Морозенко В.С., Хренов Б.А., Шаракин С.А., Козак П.Н., Козак Л.В.* Оценка эффективности работы орбитального детектора "ТУС" на борту ИСЗ "Михайло Ломоносов" // Тези 13-ї Укр. конф. з космічних досл., 2-6 вересня 2013, Євпаторія, Україна. – С. 45.
33. *Козак П.Н., Шаракин С.А., Климов П.А., Хренов Б.А., Рожило А.А., Тарануха Ю.Г.* Спектрометрические наблюдения метеоров в видимом и ближнем УФ-диапазоне наземными средствами и с борта ИСЗ // Тези 13-ї Укр. конф. з космічних досл., 2–6 вересня 2013, Євпаторія, Україна. – С. 73.

P. Kozak, Ph. D.,
A. Mozgova, eng. 1 cat.
Astronomical Observatyory of National Taras Shevchenko University of Kyiv

THE CONCEPTION FOR CREATION OF THE MULTI-FUNCTIONAL MOBILE AUTOMATED COMPLEX FOR METEOR OBSERVATIONS

The conception for creation of the multi-functional mobile automated complex for meteor observations in optical and adjacent wavelength is proposed. The observational complex will be equipped with panoramic video cameras of the optical and infrared wavelength (in necessary ultraviolet); dispersion device (pre-lens spectral grating) composed with a video camera for meteor spectra registration; microphones for detecting sound from possible electro-sonic bolides. For providing mobility of the complex and using it in expedition conditions the cameras will be installed on light-weight rotary device and equip it with GPS-receiver. For digitizing video-data the PC will be equipped with according electronics. Main characteristics of the proposed observational cameras are presented in the work as well.

П. Козак, канд. физ.-мат. наук,
А. Мозгова, инж. 1 кат.
Астрономическая обсерватория
Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ МЕТЕОРОВ

Предлагается концепция создания многофункционального мобильного автоматизированного комплекса для наблюдений метеоров в оптическом и смежных диапазонах. Наблюдательный комплекс должен быть оснащен панорамными видео камерами оптического и инфракрасного диапазонов спектра (при необходимости – ультрафиолетового); диспергирующим прибором (передобъективной решеткой), совмещенной с видео камерой для регистрации метеорных спектров; микрофонами для записи звука от возможных электрофонных болидов. Для обеспечения мобильности комплекса и его использования в экспедиционных условиях планируется установить камеры на поворотное устройство облегченного типа и оснастить его GPS-приемником. Для оцифровки видеоданных компьютер будет оснащен соответствующей электроникой. Также в работе приводятся основные характеристики предложенных наблюдательных видеокамер.