

Список використаних джерел

1. *The Dipole Repeller* / Y. Hoffman, D. Pomarède, R. B. Tully, H. Courtois // *Nature Astronomy*, 2017. – Vol. 1, article 36.
2. *Karachentsev I. D. Flat Galaxy Catalogue* / I. D. Karachentsev, V. E. Karachentseva, S. L. Parnovsky // *Astronom. Nachrichten*, 1993 – Vol. 314 – P. 97–222.
3. *Revised Flat Galaxy Catalogue* / I. D. Karachentsev, V. E. Karachentseva, Yu. N. Kudrya et al. // *Bull. SAO*, 1999 – Vol. 47 – P. 5–185.
4. *Parnovsky S. Large-scale collective motion of RFGC galaxies in curved space-time* / S. Parnovsky, A. Parnowski // *Astrophysics and Space Sci.*, 2011. – Vol. 331. – P. 429–440.
5. *Parnovsky S. Investigation of large-scale motions based on RFGC catalogue* / S. Parnovsky (in ukr.: Дослідження великомасштабних колективних рухів галактик на основі каталогу RFGC) // *Bull. Kyiv National Taras Shevchenko University. Astronomy*, 2010. – № 46. – P. 26–29.
6. *Parnovsky S. An impact of nearby attractors on the collective peculiar motion on galaxies* / S. Parnovsky (in ukr.: Вплив близьких аттракторів на великомасштабні пекулярні рухи галактик) // *Bull. Kyiv National Taras Shevchenko University. Astronomy*, 2016. – № 2(54). – P. 38–41.
7. *Peebles P. J. E. The Large Scale Structure of the Universe* / P. J. E. Peebles // – Princeton: Princeton Univ. Press, 1980.

Надійшла до редколегії 15.02.17

Parnovsky S. L.

LARGE-SCALE GALACTIC MOTIONS: TEST OF THE DIPOLE REPELLER MODEL WITH THE RFGC GALAXIES DATA

The paper "The Dipole Repeller" in Nature Astronomy by Hoffman et al. state that the local large-scale galactic flow is dominated by a single attractor – associated with the Shapley Concentration – and a single previously unidentified repeller. We check this hypothesis using the data for 1459 galaxies from RFGC catalogue with distances up to $100 h^{-1}$ Mpc. We compared the models with multipole velocity field for pure Hubble expansion and dipole, quadrupole and octopole motion with the models with two attractors in the regions indicated by Hoffman et al with the multipole velocity field background. The results do not support the hypothesis, but does not contradict it. In any case, the inclusion of the following multipole is more effective than the addition of two attractors. Estimations of excess mass of attractors vary greatly, even changing their sign depending on the highest multipole used in model.

Парновский С.

КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЛАКТИК: ПРОВЕРКА МОДЕЛИ DIPOLE REPELLER ПО ДАННЫМ О RFGC ГАЛАКТИКАХ

Показано, что данные про коллективные движения галактик каталога RFGC не подтверждают и не противоречат гипотезе о существовании двух аттракторов, доминирующих в поле скоростей нехаббловских движений галактик, один из которых является отталкивателем.

УДК 526.3; 523.68; 523.683

П. Козак, канд. фіз.-мат. наук,
Астрономічна обсерваторія
Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ

ДОТИЧНІ ДО ЗЕМНОЇ АТМОСФЕРИ МЕТЕОРИ

Запропоновано огляд описаних у літературі дотичних до земної атмосфери метеорів, які спостерігалися оптичними методами. Описано результати спостережень такого метеора, зареєстрованого в Києві 23 вересня 2003 р. за допомогою телевізійних камер типу супер-ізокон. Наведено кінематичні параметри траєкторії метеора в земній атмосфері та елементи його геліоцентричної орбіти. Проведено порівняльний аналіз інших метеорних каталогів щодо наявності в них та кількості таких аномальних метеорів.

Ключові слова: метеори дотичні до земної атмосфери; фізика метеорів; відео спостереження метеорів.

Вступ. Класичний розвиток метеора в атмосфері планети передбачає ряд послідовних процесів: нагрівання метеорного тіла, плавлення, та випаровування. Паралельно зі згаданими термодинамічними процесами метеор також гальмується. На практиці процес плавлення метеора як окрема складова його розвитку в атмосфері ігнорується через його швидкоплинність по відношенню до двох інших процесів. Таким чином розглядається спочатку процес нагрівання метеороїда до температури кипіння (випаровування) – абляції, де в якості питомої теплоємності частинки приймається сумарна енергія необхідна для нагрівання та плавлення одного грама речовини. Якщо частинка мала та випаровується досить швидко – за час менше однієї секунди – гальмуванням також нехтується. Також для маломасових метеороїдів можна прийняти що тіло ізотермічне по всьому об'єму, тобто прогрівається одночасно, і використовувати спрощені рівняння нагрівання та випаровування тіла як рідкої краплі, розробленої в [1, 2], а також описаної в [3].

Швидкість абляції метеора, а відтак і форма кривої блиску яка спостерігається, залежить як від внутрішніх характеристик тіла – в першу чергу густини та так званої пористості – так і від початкових кінематичних параметрів метеора – маси, швидкості та кута входження в атмосферу (зенітної відстані радіанта). Очевидно, що при визначених масі та швидкості метеороїда швидкість абляції буде пропорційна швидкості зростання густини атмосфери. Тобто вона буде максимальна для тіла, що входить в атмосферу вертикально, і мінімальна для тіл, які летять майже горизонтально. При цьому легко уявити, що такі горизонтальні, або дотичні до атмосфери метеори при деяких умовах, а саме при великій висоті перигею, можуть і не досягти температури випаровування, і пролетіти через верхні шари атмосфери лише злегка загальмувавшись та нагрівшись. Такі частинки з перигеями на висотах більше $\sim 130\text{--}140$ км не спостерігаються як метеори. Маломасові ($10^{-4} \div 1$ г) частинки з дещо нижчими перигеями на висотах $\sim 100\text{--}120$ км можуть або перетворитись на метеор, або ні – залежно від маси та швидкості. Очевидно, в ряді випадків частинки, які перетворилися на метеор можуть пролетіти через перигей і далі досягти знову розріджених шарів атмосфери зберігши частину своєї маси. Такі частинки летять далі в космічний простір змінивши свою масу, а в деяких випадках і швидкість, дещо міняючи таким чином елементи своєї геліоцентричної орбіти. Очевидно, метеороїди з великими масами, та особливо з малими швидкостями, можуть пролетіти через перигей і на багато менших висотах. Тим не

менш, не дивлячись на очевидність існування таких аномальних метеорів кількість офіційно зареєстрованих та описаних в літературі дотичних метеороїдів на сьогодні дуже мала.

Найбільш відомий болід, зареєстрований багатьма випадковими свідками візуально та за допомогою побутових фотоапаратів пролетів в денний час над територією західної частини США та Канадою 10 серпня 1972 р. Болід був дуже яскравим – порядку $-15^m \div -18^m$ і мав масу, за розрахунками [4] порядку $10^5 \div 10^6$ кг, тобто 100–1000 тон. Мінімальне зближення з Землею – перигейна відстань – була ~ 58 км, довжина траєкторії що супроводжувалася світінням – близько 1500 км, швидкість метеороїда – близько 15 км/с (протягом руху в атмосфері зменшилася до 14.2 км/с). За розрахунками [4] зустріч космічного тіла з Землею змінила його астероїдну групу з Амура на Аполлона.

Інший випадок реєстрації дотичного до атмосфери тіла описаний у [5]. Болід -6^m пролетів 13 жовтня 1990 р. над територією Чехії та Польщі, та був зареєстрований Європейською Болідною Мережею. Космічне тіло пролетіло за 9.6 с шлях 409 км, при цьому мало початкову швидкість 41.7 км/с. Початкова маса тіла була оцінена в 44 кг, з яких випарувалось лише 0.35 кг. Перигейна відстань склала приблизно 98.7 км.

Ще один випадок є менш достовірним та був представлений лише на конференції [6]. Від описує реєстрацію боїда -8^m за допомогою Японської любительської відео-мережі метеорних спостережень SonotaCo [7], який пролітав близько 30 с (порядку 1000 км) над територією Японії 29 березня 2006 р. Цей болід було зареєстровано також за допомогою спектральних приладів.

Останній випадок реєстрації дотичного метеора було наведено в [8]. Яскравий метеор приблизно -4^m було зареєстровано над Іспанією 10 червня 2012 р. Протягом ~ 17 с метеор спостерігався з кількох спостережних станцій Іспанської Метеорної Мережі, та пролетів близько 510 км з швидкістю ~ 29 км/с. Його висота в перигей була оцінена як ~ 98 км, а втрачена маса склала ~ 260 г.

У даній роботі приводиться п'ятий випадок спостереження [9] дотичного, досить слабкого метеора, зареєстрованого на спостережних станціях Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка за допомогою надчутливих телевізійних спостережних систем типу супер-ізокон.

Результати спостережень. Спостереження, в яких був зареєстрований даний метеор, проводилися 19–24 вересня 2003 року, в рамках програми пошуку слабких метеорних потоків. Метеор було зареєстровано в обох пунктах спостережень 23 вересня 2003 р., UT = 20:55:52. Для спостережень використовувалися телевізійні установки, оснащені високочутливими передаючими трубками типу суперізокон Лі-804 та фотографічними об'єктивами Юпітер-3 ($F = 50$ мм, $F/1.5$, поле зору $23.5^\circ \times 19^\circ$). Розгортка черезстрокова PAL/SECAM, часова роздільна здатність 0.04 с (25 кадрів за секунду, 720×576 пікселів, 8 біт/піксель, розмір пікселя приблизно $2'$) при роботі з повними кадрами та 0.02 с (50 півкадрів за секунду, 360×288 пікселів, 8 біт/піксель, розмір пікселя $4'$) при використанні парних або непарних полів кадру. Оскільки розгортка черезстрокова, а метеор є динамічним об'єктом обробка зображень відбувається в парних та непарних полях кадру. Установки були розміщені на спостережних станціях Лісники: пункт А, ($N50^\circ 17' 49.5804''$, $E30^\circ 31' 49.4192''$, 130.7900 м у Балтійській системі висот) та Пилиповичі, пункт В, ($N50^\circ 35' 18.2200''$, $E29^\circ 55' 17.7700''$, 139.7250 м) Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, на відстані 54 км одна від одної.

Для повної кінематичної та фотометричної обробки використовувалося програмне забезпечення "Falling Star" [10]. Для астрометричної обробки програма передбачає використання різних редуційних моделей: поліноміальні моделі 6, 10, 12 постійних та метод Дейча (8 постійних) для довільно вибраного оптичного центра; різних вибірок опорних зірок: від використання глобальної вибірки для всього кадру до локальних вибірок зір розміщених навколо об'єкта. У [11] було показано, що загалом для даного типу апаратури оптимальним є використання лінійних поліноміальних редуційних моделей 6 постійних, де в якості вибірки опорних зір вибирається невелика зона навколо об'єкта з достатньою їх кількістю. Якщо зір недостатньо – зона збільшується. Кількість зір, їх конфігурація та симетрія розміщення навколо об'єкта досліджувались емпірично по зорях, та описана в [11]. Для розрахунку параметрів траєкторії метеора в атмосфері Землі, та елементів його геліоцентричної орбіти використовувався векторний метод [12]. Параметри траєкторії метеора, визначені за результатами спостережень в обох пунктах А і В, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Параметри видимої атмосферної траєкторії метеора для обох спостережних пунктів

	H_b , км	H_e , км	Z_{Rb} , град	Z_{Re} , град	Δt , с	ΔL , км	v , км/с
А	116.484 ± 0.093	117.911 ± 0.098	93.813 ± 0.405	93.998 ± 0.406	0.331	20.937 ± 0.071	63.312 ± 0.115
В	115.564 ± 0.175	117.751 ± 0.083	93.689 ± 0.406	93.977 ± 0.405	0.550	32.703 ± 0.165	63.075 ± 0.180

У табл. 1 прийняті наступні позначення: H_b , H_e – висоти початку та кінця видимого шляху метеора; Z_{Rb} , Z_{Re} – зенітна відстань радіанта в першій та останній видимих точках відповідно; Δt – час прольоту метеора через поле зору; ΔL – довжина видимого шляху; v – видима (топоцентрична) швидкість метеора. Як видно з табл. 1 метеор спочатку влетів в поле зору камери пункту В на висоті 115.564 км, а завершив свій видимий шлях покинувши поле зору камери А на висоті 117.911 км, тобто збільшив свою висоту більше ніж на 2 км. Зенітна відстань радіанта при цьому була, як і повинно бути більше 90° : 93.689° та 93.998° відповідно. Значення зенітних відстаней радіанта відповідають напряму топоцентричного вектора швидкості метеора, тому мають бути скориговані за добуву аберацію. Після корекції вектора швидкості за добуве обертання Землі отримали координати радіанта $\alpha_\infty = 78.658^\circ \pm 0.403^\circ$, $\delta_\infty = -3.465^\circ \pm 0.207^\circ$ та модуль швидкості $v_\infty = 62.866 \pm 0.099$ км/с. Значення зенітної відстані скоригованої за добуве обертання радіанта метеора змінилися мало і склали 93.711° та 94.020° .

Корекція за гравітаційний вплив Землі, тобто визначення геоцентричних координат радіанта та модуля швидкості метеороїда проводилася вважаючи, що метеор рухається відносно Землі по гіперболі [9]. Розрахувавши її параметри можна знайти, що відстань від перигею до першої видимої точки була 426.118 км, а до останньої 461.123 км. Видима довжина траєкторії метеора склала відповідно ~35 км. Відстань від перицентра $q_p = 6467.355$ км, висота перигею над рівнем моря $H_p = 101.679$ км.

Оскільки метеороїд залишив у атмосфері лише частину маси і продовжив рух у космічній простір, то надалі визначалися параметри вектора швидкості (координати радіанта та модуль швидкості) та елементи геліоцентричної орбіти як до, так і після зустрічі частинки із Землею. У табл. 2 наведені екваторіальні координати геоцентричних та геліоцентричних радіантів та модулі швидкості метеороїда до та після зближення із Землею.

Таблиця 2

Екваторіальні координати геоцентричних і геліоцентричних радіантів та модулі швидкості метеороїда до й після зближення із Землею

	α , град	δ , град	v , км/с	α , град	δ , град	v , км/с
	Геоцентричні			Геліоцентричні		
До	79.28±0.41	-4.20±0.21	61.88±0.10	70.02±0.67	-24.71±0.40	39.11±0.09
Після	78.11±0.40	-2.82±0.21	61.88±0.10	68.04±0.66	-22.51±0.40	38.79±0.09

Як видно з табл. 2 модуль вектора геоцентричної швидкості до та після зустрічі з Землею має одне і те ж значення, оскільки гальмуванням тіла в атмосфері, через великі висоти руху метеора, ми знехтували. Аналогічно, елементи геліоцентричної орбіти метеороїда до та після зближення наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Елементи геліоцентричної орбіти метеороїда до та після зближення з Землею

	q , А.О.	Q , А.О.	a , А.О.	e	i , град	ω , град	Ω , град $\times 10^{-6}$	f , град
До	0.89±0.04	6.71±0.20	3.80±0.11	0.765±0.008	130.43±0.31	42.29±1.33	0.173336±8	317.71±1.33
Після	0.86±0.04	6.00±0.18	3.43±0.10	0.748±0.009	132.43±0.32	47.98±1.29	0.173283±8	312.02±1.29

Позначення в табл. 3 прийняті стандартні: q , Q – афелійна та перигелійна відстані відповідно; a , e – велика піввісь орбіти та ексцентриситет; i , ω , Ω , f – нахил, аргумент перигелію, довгота висхідного вузла та істинна аномалія відповідно. Усі кутові елементи задані для епохи J2000.0. На основі розрахунків елементів геліоцентричної орбіти метеора було зроблено висновок, що метеор не належить до будь-якого з відомих метеорних потоків.

Абсолютна зоряна величина метеора в полі зору коливалася в межах $+2.9^m \div +4.1^m$. За час перебування в полях зору камер метеор втратив масу $5.4 \pm 1.6 \times 10^{-3}$ г, що, імовірно, є незначною частиною його початкової маси. Враховуючи той факт, що метеор був зареєстрований на висотах, де абляція мала б стати незначною та згодом припинитися, з великою імовірністю можна стверджувати, що метеороїд залишив земну атмосферу зберігши частину своєї маси.

Обговорення та висновки. Розглянутий метеор є одним з 98 метеорів [13], які були зареєстровані протягом вересневих спостережень в околі осіннього рівнодення: 18 зареєстрованих у 2001 р. [14], та 80 – у 2003 р. [15]. Після пошуку серед них інших метеорів з достатньо великою зенітною відстанню було знайдено метеор дуже схожий за кінематичними параметрами, який спостерігався 21 вересня 2001 р., UT = 21:57:26, тобто на два роки раніше. Метеор був зареєстрований в діапазоні висот $\Delta H \approx 109.1 \div 107.8$ км, зенітна відстань радіанта в зоні видимості була $Z_R \approx 87.3^\circ \div 87.5^\circ$. Метеор пролетів в межах видимості камер відстань ~29 км, на перигейній відстані $L_p = 316.6 \div 287.4$ км. Висота перигею склала $H_p = 101.5$ км. Метеор був дуже схожий за блиском, та мав подібні екваторіальні координати та елементи орбіти.

Як уже йшлося, кількість зареєстрованих нами вересневих метеорів слала 98, і формально серед них кількість дотичних метеорів складає 1%. Для порівняння ми переглянули найбільшу базу даних відео спостережень метеорів SonotaCo [7] за 2007–2013 роки, і знайшли там 15 метеорів з близько 140 тисяч які мали $\Delta H < 0$, і відповідно $Z_R > 90^\circ$. Це становить близько 0.01%, тобто на два порядки менше, ніж в нашому випадку спостереження вересневих метеорів. Діапазон їх абсолютних зоряних величин складав приблизно $-1^m \div +3^m$, тобто йдеться також про відносно слабкі метеори. Слід завважити, що зенітна відстань радіантів метеорів коливалася від мінімальних, близьких до 90° значень, і аж до $98^\circ \div 100^\circ$. Якщо ці значення є достовірними ми маємо припустити, що такі метеори спостерігалися досить далеко від перигею, і відповідно мали пролетіти через достатньо густі шари атмосфери.

Порівнюючи відсоток метеорів, які спостерігалися після перигею бачимо, що їх кількість відрізняється на два порядки. Можна було б припустити, що вибірка з 98 метеорів, зареєстрованих камерами супер-ізококон не репрезентативною, а один дотичний метеор – випадковість, і відтак вважати 0.01% більш коректним значенням. Однак наявність іншого, майже дотичного метеора ($Z_R \approx 87.3^\circ \div 87.5^\circ$) піддає сумніву такий висновок. Перевірити правильність припущень про реальну кількість дотичних метеорів, які мали б спостерігатися різною за чутливістю апаратурою, можна провівши теоретичне моделювання руху маломасових частинок в атмосфері використовуючи, наприклад, модель рідкої краплі [1, 2]. Дану теоретичну роботу планується провести найближчим часом.

Список використаних джерел

1. Whipple F. L. The theory of micro-meteorites. Part I. In an isothermal atmosphere / F. L. Whipple // Proc. Nat. Acad. Sci. Amer., 1950. – Vol. 36, № 12. – P. 686–695.
2. Whipple F. L. The theory of micro-meteorites. Part II. In heterothermal atmospheres / F. L. Whipple // Proc. Nat. Acad. Sci. Amer., 1951. – Vol. 37, № 1. – P. 19–29.
3. Levin B. Ju. Physical theory of meteors and meteoric matter in the Solar System / B. Ju. Levin (in rus.: Левин Б. Ю. Физическая теория метеоров и метеорное вещество в Солнечной системе). – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 296 p.
4. Ceplecha Z. Earth-grazing daylight fireball of August 10, 1972 / Z. Ceplecha // Astron. Astrophys., 1994. – Vol. 283. – P. 287–288.
5. Borovicka J. Earth-grazing fireball of October 13, 1990 / J. Borovicka, Z. Ceplecha // Astron. Astrophys., 1992. – Vol. 257. – P. 323–328.
6. Meteor Network Team in Japan / S. Abe, J. Borovicka, P. Spurny, Koten P., Ceplecha Z., Tamagawa T. // Earth-grazing fireball on March 29, 2006. – European Planetary Sci. Congress 2006, Berlin, Germany, 18–22 September 2006. – P. 486.
7. SonotaCo. Meteor database site / SonotaCo. – URL: <http://sonotaco.jp/doc/SNM/index.html>.
8. An Earth-grazing fireball from the Daytime ζ -Perseid shower observed over Spain on 2012 June 10 / J. M. Madiedo, F. Espartero, A. J. Castro-Tirado, et al. // Mon. Not. R. Astron. Soc., 2016. – Vol. 460. – P. 917.
9. Kozak P. M. Upward-moving low-light meteor – I. Observation results / P. M. Kozak, J. Watanabe // Mon. Not. R. Astron. Soc., 2017. – Vol. 467, N 1. – P. 793–801.
10. Kozak P. "Falling Star": software for processing of double-station TV meteor observations // P. Kozak // Earth, Moon, and Planets, 2008. – Vol. 102, № 1–4. – P. 277–283.
11. Kozak P. N. Analysis of the methods and precision of determination of the equatorial coordinates in digital reducing of TV observations of meteors / P. N. Kozak (in rus.: Козак П. Н. Анализ методов и точность определения экваториальных координат при цифровой обработке телевизионных наблюдений метеоров) // KFNT, 2002. – Vol. 18, № 5. – P. 471–480.
12. Kozak P. N. A vector method for the determination of trajectory parameters and heliocentric orbit elements of a meteor in TV observations / P. N. Kozak (in rus.: Козак П. Н. Векторный метод определения параметров траектории и элементов гелиоцентрической орбиты метеора для телевизионных наблюдений) // KFNT, 2003. – Vol. 19, № 1. – P. 62–76.
13. Kozak P. M. Trajectory parameters and orbital elements of 98 September meteors from double station TV observations in 2001 and 2003 / P. M. Kozak, O. O. Rozhilo, Y. G. Taranukha // Int. Conf. "Asteroids, Comets, Meteors", May 16–20, 2012, Niigata, Japan. – 2012. – № 6451.
14. Kozak P. Kinematical parameters of the meteors from the results of the basic television observations during the period of the autumn solstice 2001 / P. Kozak, O. Rozhilo, Ju. Taranukha (in ukr.: Козак П. М., Рожило О. О., Тарануха Ю. Г. Кінематичні параметри метеорів за результатами базисних телевізійних спостережень в період осіннього рівнодення 2001 року) // Bull. Kyiv National Taras Shevchenko University. Astronomy, 2012. – Vol. 49. – P. 19–24.
15. Kinematical characteristics of meteors from the basis TV observations during September 2003 / P. Kozak, O. Rozhilo, Ju. Taranukha, V. G. Kruchinenko (in ukr.: Козак П. М., Рожило О. О., Тарануха Ю. Г., Кручиненко В. Г. Кінематичні характеристики вересневих метеорів за базисними телевізійними спостереженнями 2003 року) // Cosmic science and technology, 2011. – Vol. 17, № 4. – P. 51–62.

Надійшла до редколегії 15.02.17

P. Kozak, Ph. D.,
Astronomical Observatory of National Taras Shevchenko University of Kyiv, Kyiv

EARTH ATMOSPHERE GRAZING METEORS

An overview of described in literature earth atmosphere grazing meteors observed with optic methods is proposed. Results of observations of such a meteor detected in Kyiv on 23 September 2003 with super-isocon TV cameras are described. Kinematic parameters of the meteor trajectory in earth atmosphere and its heliocentric orbit elements are given. The comparative analysis of other meteor catalogues for presence in them and a number of such anomalous meteors is carried out.

Key words: earth atmosphere grazing meteors; meteor physics; video observations of meteors.

П. Козак, канд. физ.-мат. наук,
Астрономическая обсерватория
Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев

КАСАТЕЛЬНЫЕ К ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ МЕТЕОРЫ

Предложен обзор описанных в литературе метеоров касательных к земной атмосфере, которые наблюдались оптическими методами. Описаны результаты наблюдений такого метеора зарегистрированного в Киеве 23 сентября 2003 года при помощи телевизионных камер типа супер-изокон. Приведены кинематические параметры траектории метеора в земной атмосфере и элементы его гелиоцентрической орбиты. Проведен сравнительный анализ других метеорных каталогов на предмет наличия в них и количества таких аномальных метеоров.

Ключевые слова: метеоры касательные к земной атмосфере; физика метеоров; видео наблюдения метеоров.

УДК 523.985

В. Лоцицький, д-р фіз.-мат. наук,
Н. Лоцицька, канд. фіз.-мат. наук,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

МАГНІТНІ ПОЛЯ В ПРОТОННОМУ СОНЯЧНОМУ СПАЛАХУ БАЛУ X17.2/4В ЗА ДАНИМИ ОДНОЧАСНИХ ВИМІРЮВАНЬ У КІЛЬКОХ СПЕКТРАЛЬНИХ ЛІНІЯХ

Порівнюються спектрально-поляризаційні вимірювання магнітного поля у сонячному спалаху 28 жовтня 2003 р. балу X17.2/4В, виконані на ешельному спектрографі АО КНУ в 6 лініях FeI а також лінії H α . Отримані дані стосуються максимальної фази спалаху і ділянки фотосфери за межами плям, де ефективно (усереднено) магнітне поле по лінії FeI 6302.5 було близько 100 Гс і мало S полярність. Виміряне розщеплення емісійних піків в ядрах сильних ліній 15-го мультиплету FeI відповідає значно сильнішим полям – у межах 550–700 Гс, причому також S полярності. Виявлено помітне розщеплення емісійних піків (11–20 мА) також в лінії 5434.527 з ефективним фактором Ланде $g_{\text{eff}} = -0.014$. Величина вказаного розщеплення, а також його знак, вказує на існування особливо сильного магнітного поля напруженістю 25–50 кГс, яка мала протилежну полярність (N) і негативні променеві швидкості (підйом плазми) величиною 1.7–2.2 км/с. Магнітне поле по лінії H α близько 300 Гс, полярність – N. Отримані дані вказують на суттєву неоднорідність магнітного поля в області спалаху, яка включає як протилежні магнітні полярності вздовж променя зору, так і значний діапазон ефективних магнітних полів.

Ключові слова: Сонце, сонячні магнітні поля, сонячні спалахи, протонний спалах балу X17.2/4В, ешельні зесман-спектрограми, розщеплення емісійних піків, напруженості у фотосфері, зоні температурного мінімуму і хромосфері.

© Лоцицький В., Лоцицька Н., 2017