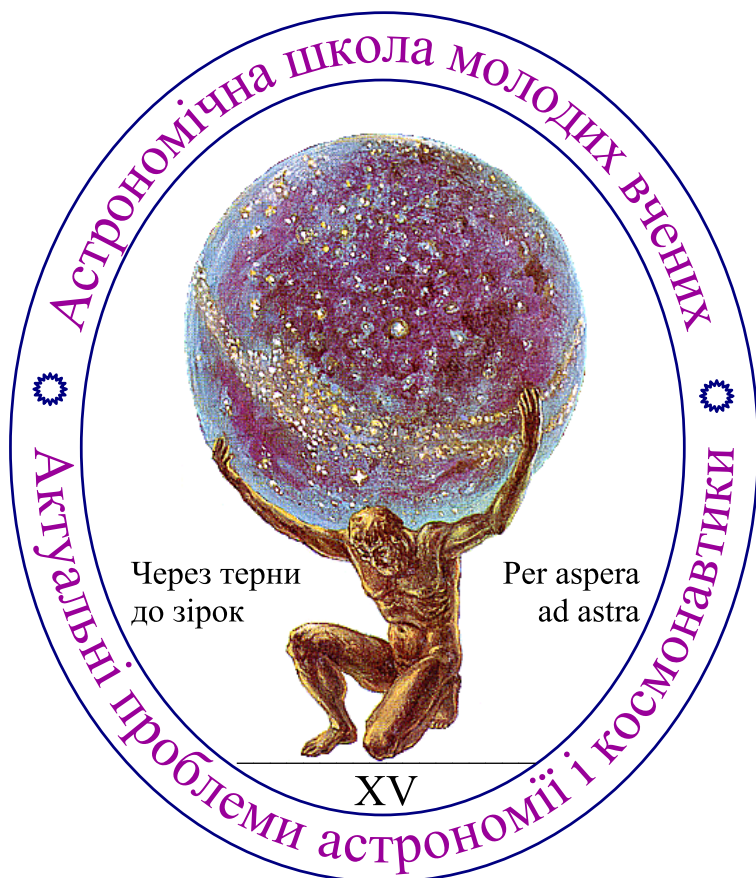


Міністерство освіти і науки України
Українська астрономічна асоціація
Національний авіаційний університет
Департамент освіти і науки
Київської обласної державної адміністрації
Київський обласний інститут післядипломної
освіти педагогічних кадрів

Міжнародна наукова конференція
Астрономічна школа молодих вчених
Україна, Біла Церква, 15–17 травня 2013 р.
Програма і тези доповідей



Київ — Біла Церква. 2013

Конференція організована кафедрою аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету, Департаментом освіти і науки Київської обласної державної адміністрації, Київським обласним інститутом післядипломної освіти педагогічних кадрів за сприяння Української астрономічної асоціації. Астрономічна школа покликана сприяти науковим дослідженням учнів, студентів та аспірантів у галузі природничо-математичних дисциплін (астрономії, космонавтики, геодезії, геоінформатики), а також поширювати знання, які формують у молоді науковий світогляд. Молоді вчені надсилають на адресу наукового комітету Астрономічної школи свої дослідження, тематика яких не обмежується науковими напрямками конференції. Астрономічна експертна рада уважно розглядає ці наукові роботи і рекомендує до друку у провідних наукових журналах.

Науковий оргкомітет: *К.Чурюмов* (співголова), *В.Шмаров* (співголова),
О.Железняк (вчений секретар).

Члени оргкомітету: *С.Андрієвський* (Україна), *І.Андронов* (Україна),
В.Бурачек (Україна), *А.Відьмаченко* (Україна), *А.Гулієв* (Азербайджан),
Х.Ібадінов (Таджикистан), *В.Івченко* (Україна), *П.Задуляк* (Україна),
В.Захожай (Україна), *О.Кривов* (Німеччина), *М.Маров* (Росія),
М.Мищенко (США), *Л.Литвиненко* (Україна), *С.Нінкович* (Сербія),
Б.Новосядлий (Україна), *С.Нурітдінов* (Узбекистан), *В.Орлов* (Росія),
П.Флін (Польща), *А.Чернін* (Росія), *Я.Яцків* (Україна).

Місцевий оргкомітет: *Н.Клокар* (голова), *Л.Кабан* (заступник голови),
О.Чубарук, *В.Гудима*, *О.Хоренко*, *А.Терещенко* (секретар).

Публікації наукових доповідей будуть здійснюватися в журналі “Вісник Астрономічної школи”, який визнаний ВАК України фаховим. Термін подання матеріалів у “Вісник Астрономічної школи” — до 1 серпня 2013 р. за адресою наукового оргкомітету. Доповіді на замовлення (лекції) — до 16 стор., для всіх інших — до 8 стор.

Рукопис подається у твердій копії в двох екземплярах українською, російською або англійською мовою. Резюме (абстракт) англійською та російською мовами. Текст доповіді оформляється в Microsoft Word або L^AT_EX з використанням стандартного класу **article**. Малюнки подаються як окремі файли в форматі EPS чи в одному з популярних растрових форматів. Необхідно пересилати статті електронною поштою у вигляді архіву. Детальніше про вимоги до оформлення див. <http://ies.nau.edu.ua/visnik.html>

Адреса наукового оргкомітету:

03058 м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1, Національний авіаційний університет, кафедра аерокосмічної геодезії, корпус 3, к.524. *А.Терещенко*

Тел. (044) 406-79-95

E-mail: oleg_zheleznyak@yahoo.com, ter_andrew@yahoo.com

Адреса місцевого оргкомітету:

09107 Україна, м. Біла Церква, вул. Ярослава Мудрого, 37, Київський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних кадрів

Контактний тел. (04463) 5-12-40

Програма роботи конференції

15 травня (середа)

- 9⁰⁰ – 11⁰⁰ **Заїзд та реєстрація учасників конференції**
- 10⁰⁰ Виставка творчих робіт *“Космос — близький і далекий”*
- 11⁰⁰ – 11³⁰ **Відкриття конференції**
- Виступ директора департаменту освіти і науки Київської обласної державної адміністрації д.пед.н., проф. *Клокар Н.І.*
- Виступ президента Української астрономічної асоціації д.ф.-м.н., акад. НАН України *Яцківа Я.С.*
- 11³⁰ – 13³⁰ **Пленарне засідання**
- 11³⁰ – 12⁰⁰ д.ф.-м.н., проф. *Жданов В.І.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Загальна теорія відносності та стандартна космологічна модель: проблеми, перспективи”
- 12⁰⁰ – 12³⁰ д.ф.-м.н., проф. *Бельська І.Н.* (Інститут астрономії Харківського університету ім. В.Н.Каразіна) “Сонячна система за орбітою Нептуна”
- 12³⁰ – 13⁰⁰ д.ф.-м.н., проф. *Лозицький В.Г.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Фізичні властивості Сонця”
- 13⁰⁰ – 13³⁰ д.ф.-м.н., проф. *Криводубський В.Н.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Негативна турбулентна в’язкість і турбулентний діамagnetизм сонячної плазми”
- 13³⁰ – 14¹⁵ **Обід**
- 14³⁰ – 16³⁰ **Пленарне засідання**
- 14³⁰ – 15⁰⁰ д.ф.-м.н., проф. *Захожай В.А.* (Інститут астрономії Харківського університету ім. В.Н.Каразіна) “Зоряна система поблизу Сонця”
- 15⁰⁰ – 15³⁰ д.ф.-м.н., проф. *Відьмаченко А.П.* (Головна астрономічна обсерваторія НАН України) “Вивчення кометної речовини на земній поверхні”
- 15³⁰ – 16⁰⁰ д.ф.-м.н., проф. *Шахт Н.А.* (Головна (Пулківська) обсерваторія РАН) “Дослідження руху, оцінки мас та границь населених зон навколо зірок пулківської програми”
- 16⁰⁰ – 16¹⁵ д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. НАНУ *Чурюмов К.І.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Фізико-хімічні властивості комет”

16 ¹⁵ – 16 ³⁰	д.ф.-м.н., проф. <i>Железняк О.О.</i> (Національний авіаційний університет) “Властивості протитечій речовини в самогравітуючих системах”
17 ⁰⁰	Концерт в Будинку органної та камерної музики
19 ⁰⁰	Вечеря

16 травня (четвер)

9 ⁰⁰	Сніданок
9 ³⁰ – 10 ³⁰	Презентація творчих робіт
10 ³⁰ – 13 ⁰⁰	Круглий стіл науковців з молодими дослідниками Всесвіту
13 ⁰⁰ – 13 ³⁰	Нагородження учасників виставки “ <i>Космос — близький і далекий</i> ”
13 ³⁰ – 14 ¹⁵	Обід
14 ³⁰ – 16 ³⁰	Виступи молодих вчених
16 ³⁰ – 17 ⁰⁰	Обговорення виступів і нагородження молодих вчених
17 ³⁰	Екскурсія до дендропарку “Олександрія”
19 ³⁰	Вечеря

17 травня (п’ятниця)

9 ³⁰	Сніданок
11 ⁰⁰ – 13 ⁰⁰	Участь в обласному святі обдарованих дітей Київщини “ <i>Віват, науко молода</i> ”
13 ³⁰	Обід
14 ⁰⁰	Від’їзд учасників конференції

Шкала эффективных температур субзвезд и звезд главной последовательности

Бабенко М.А.¹, Захожай В.А.²

¹Херсонский государственный университет

²Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Обсуждаются результаты работы по составлению шкалы эффективных температур (T_{eff}) для субзвезд и звезд главной последовательности, одной из важнейших характеристик в звездной статистике. Особенностью полученной шкалы является определение зависимости $\lg T_{\text{eff}}$ от спектрального кода C_{Sp} для спектральных типов O8÷Y9 (что соответствует интервалу $C_{\text{Sp}} = 8 \div 89$ [1]). Основанием для построения шкалы являются эффективные температуры и спектральные типы, определенные разными методами, а также предложенные ранее температурные шкалы для различных участков спектральных типов [2–10]. Статистический анализ перечисленных данных позволил получить зависимость $\lg T_{\text{eff}} - C_{\text{Sp}}$, которая аппроксимируется удобной для последующего использования полиномиальной функцией.

1. Babenko M, Zakhzhaj V. New Stellar Radii, The Calculation of the Direct Methods // Odessa Astron. Publicat. — 2012. — Vol. 25, No. 2. — P. 156–158.
2. Belle G.T., Braun K. Directly Determined Linear Radii and Effective Temperatures of Exoplanet Host Stars // The Astrophysical Journal. — 2009. — Vol. 694, Issue 2. — P. 1085–1098.
3. Boyajian T.S., McAlister H.A., Belle G., et al. Stellar Diameters and Temperatures. I. Main-sequence A, F, and G Stars // The Astrophysical Journal. — 2012. — Vol. 746, Issue 1. — P. 101–127.
4. Golimowski D.A., Leggett S.K., Marley M.S., et al. L' and M' Photometry of Ultracool Dwarfs // The Astronomical Journal. — 2004. — Vol. 127, Issue 6. — P. 3516–3536.
5. Kirkpatrick J.D. New Spectral Types L and T // Annual Review of Astronomy & Astrophysics. — 2005. — Vol. 43, Issue 1. — P. 195–245.
6. Martins F., Schaerer D., Hillier D.J. On the effective temperature scale of O stars // Astronomy and Astrophysics. — 2002. — Vol. 382. — P. 999–1004.
7. Nakajima T., Tsuji T., Yanagisawa K. Spectral Classification and Effective Temperatures of L and T Dwarfs Based of Near-Infrared Spectra // The Astrophysical Journal. — 2004. — Vol. 607. — P. 474–498.
8. Rojas-Ayala B., Covey K.R., Muirhead P.S., et al. Metallicity and Temperature Indicators in M Dwarf K-band Spectra: Testing New and Updated Calibrations with Observations of 133 Solar Neighborhood M Dwarfs // The Astrophysical Journal. — 2012. — Vol. 748, Issue 2. — P. 93–125.
9. Theodossiou E., Danezis E. The stellar temperature scale for stars of spectral types from O8 to F6 and the standard deviation of the MK spectral classification // Astrophysics and Space Science. — 1991. — Vol. 183, No. 1. — P. 91–115.
10. Vrba F.J., Henden A.A., Luginbuhl C.B., et al. Preliminary Parallaxes of 40 L and T Dwarfs from the US Naval Observatory Infrared Astrometry Program // The Astronomical Journal. — 2004. — Vol. 127, Issue 5. — P. 2948–2968.

Солнечная система за орбитой Нептуна

Бельская И.Н.

НИИ астрономии Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина

За 20 лет, прошедших с момента обнаружения первого транснептунового объекта, открыто более 1600 тел за орбитой Нептуна, распределение орбит которых свидетельствует о сложной динамической структуре внешнего пояса малых тел. Открытие пояса Койпера привело к существенному пересмотру имеющихся моделей эволюции Солнечной системы. Для проверки динамических моделей исключительную ценность представляет информация о физических свойствах транснептуновых тел. Обсуждаются современные представления о динамической структуре пояса Койпера, методы изучения физических свойств этих удаленных тел, результаты их исследований по данным наземных и космических наблюдений.

Особливості газо-пилової тороподібної структури активних галактик типу Сейферт 2 NGC 3281 та Mrk 1498 за рентгенівським випромінюванням

Василенко А.А., Федорова О.В., Жданов В.І.

Фізичний факультет Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Ми представляємо результати аналізу рентгенівських спектрів галактик з активними ядрами типу Сейферт 2 NGC 3281 та Mrk 1498. Для аналізу використано дані спостережень супутників ХММ-Newton та INTEGRAL у діапазонах енергій 0.2–12 кеВ та 20–150 кеВ відповідно. Показано, що застосування для рентгенівських спектрів цих галактик моделей, які враховують тільки відбитий спектр акреційного диску, дають нефізичні результати. Більш коректними для їх опису є моделі, які враховують проходження та відбиття випромінювання через тороподібну структуру, яка, згідно з уніфікованою схемою активних ядер галактик, є газопиловим тором. Враховуючи це, ми застосували нову модель MYTorus, яка описує спектр випромінювання після проходження крізь газо-пиловий тор. В результаті, для галактики NGC 3281 встановлено, що тор не є суцільною структурою, а складається з окремих хмар, що узгоджується з результатами спостереження в ближньому ІЧ-діапазоні; визначено кут нахилу газо-пилового тору та підтверджено належність даної галактики до типу Комптон-товстих. Також у рентгенівському спектрі NGC 3281 виявлено компоненти, що відповідають випромінюванню гарячого дифузного газу з $kT \sim 590$ еВ та поглинанню теплим середовищем. Спектр активного ядра галактики Mrk 1498 добре описується перевипромінюванням від кільцеподібного тонкого тору. Окрім того, в області 0.2–2 кеВ присутнє випромінювання дифузного газу, іонізованого зіткненнями, та степеновий спектр розсіяного випромінювання.

Астероиды — квазиспутники планет Солнечной системы

Василькова О.О., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.

Главная (Пулковская) обсерватория Российской академии наук

Орбиты астероидов, являющихся квазиспутниками планет, проходят вне сферы Хилла планеты относительно Солнца. Хотя в этом случае основным притягивающим телом для астероида является Солнце, возмущение планеты при захвате в квазиспутниковое состояние действует таким образом, что во вращающейся системе координат астероид движется вокруг планеты по эпициклу-эллипсу с соотношением осей $2:1$, а в невращающейся системе координат его орбита проходит преимущественно с одной стороны от планеты. Захват в квазиспутниковое состояние возможен только для астероидов, находящихся в резонансе $1:1$ с планетой относительно их движения вокруг Солнца. Демонстрируются характерные динамические свойства орбит квазиспутников, найденных при помощи программного пакета ЭПОС.

Фотометрія, поляриметрія і спектрометрія найбільшого біляземного астероїда 1036 Ganymed

Величко Ф.П.¹, Псарьов В.А.¹, Величко С.Ф.^{2,3}

¹Інститут астрономії Харківського університету ім. В.Н. Каразіна

²Міжнародний центр астрономічних, медичних та екологічних досліджень

³Терскольська філія ІНАСАН, Москва

Фотометрія, поляриметрія та спектрометрія астероїда 1036 Ganymed, що є найбільшим з астероїдів, які наближаються до Землі, була проведена з травня по листопад 2011 року на 0.7-м телескопі НДІ астрономії ХНУ ім. В.Н. Каразіна, на 1-м телескопі КрАО (гора Кошка, Крим) та на 2-м телескопі МЦ АМЕД (пік Терскол, Північний Кавказ). Спостереження виконані з використанням ПЗЗ камери ML 4710 в BVRI спектральних смугах, фотоелектричного фотометра-поляриметра у V-смузі та спектрографа високої роздільної здатності ($R \approx 42\,000$) MAESTO в діапазоні довжин хвиль $0.38 - 0.98$ мкм.

Були одержані криві блиску (див. рис. 1), які охоплюють весь період обертання астероїда навколо своєї осі (≈ 10.32 год). За час наших спостережень крива блиску зазнала суттєвих змін, а саме: а) амплітуда зросла з 0.25 до 0.40 зор. вел.; б) крива еволюціонувала від виду з двома максимумами і мінімумами до кривої, у якій відсутні вторинні екстремуми, а натомість з'явилося "плато" постійного блиску, що триває майже 0.2 фази обертання астероїда. Більш того, літературні дані показують, що крива блиску на інтервалі з травня 2011 р. по січень 2012 р. зазнала ще більших змін: а) амплітуда варіацій блиску зменшувалась до 0.14 зор. вел.; б) вигляд кривої поступово перетворювався з виду тільки з одним максимумом і одним мінімумом до кривої аж з чотирма парами екстремумів за період обертання [4]. Остання особливість кривої блиску є свідченням про досить складну форму астероїду 1036 Ganymed та про значні альбедні (мінералогічні) неоднорідності на його поверхні [1, 2, 3].

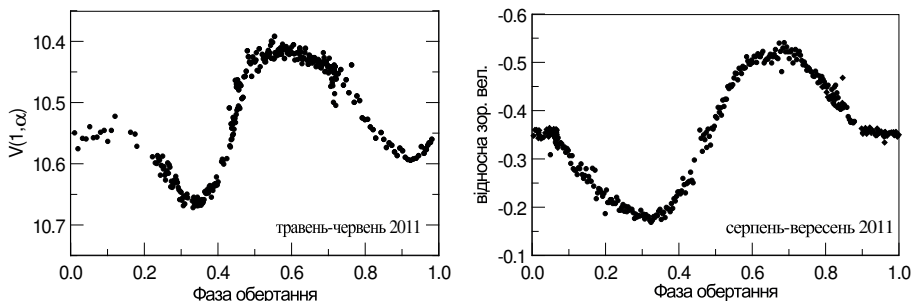


Рис. 1. Криві блиску астероїда 1036 Ganymed, які одержані у травні–червні [3] та серпні–вересні 2011 р. [5]

Наші спектральні спостереження за дві дати у вересні 2011 р. припадали на час, коли астероїд був повернутий до спостерігача двома різними ділянками своєї поверхні. Так спектр, виміряний 15 вересня 2011 р., припадає у часі на плато майже постійного блиску, що триває біля 2 годин (див. рис. 1). Спектр за 19 вересня 2011 р. припадає на інтервал кривої блиску перед її головним максимумом. На обох спектрах астероїда добре проявляється короткохвильове крило спектральної смуги поглинання піроксену. До того ж виміряні спектри дещо відрізняються між собою. Це свідчить про те, що мінералогічний склад поверхні астероїда 1036 Ganymed не є однорідним і змінюється від однієї ділянки його поверхні до іншої.

Виміряні значення колор індексів астероїда у максимумі кривої блиску виявилися наступними: $B - V = 0.85 \pm 0.02$ зор.вел, $V - R = 0.53 \pm 0.01$ зор.вел. та $R - I = 0.36 \pm 0.01$ зор.вел. Значення $V - R$ за нашими спостереженнями відрізняється на 0.05 зор.вел. від того, що було одержане в опозиції 1985 р. [1], а астероїд виявився більш червоним у $V - R$ під час опозиції 2011 р. Але треба зазначити, що аспекти спостереження в опозиції 1985 р. та 2011 р. суттєво відрізняються між собою. На тій частині поверхні астероїда, що визначає криву блиску в області вторинного максимуму або “плато”, мають місце варіації у $B - V$ амплітудою 0.03–0.04 зор. вел. Спостерігається цікава особливість у поведінці кольору та положенні мінімуму смуги поглинання піроксену (≈ 0.92 мкм) при обертанні астероїду, а саме: варіації кольору $B - V$ та $V - I$ корелюють зі зміщенням з довжиною хвилі мінімуму смуги піроксену.

Поляриметрія астероїда 1036 Ganymed була проведена у спектральній смузі V на інтервалі фазового кута від 52.6° до 1.3° . [5]. У такому широкому інтервалі фазових кутів астероїд раніше не спостерігався і нам вдалося виміряти поляризацію як в області малих, так і в області великих кутів. Наші спостереження поляризації у кожному з дат виконані з високою точністю, але мають місце відхилення цілої низки точок відносно середньої фазової залежності лінійної поляризації астероїда. Це пояснюється тим, що в даних присутні варіації поляризації по поверхні астероїда 1036 Ganymed. Крім того, спостереження циркулярної поляризації на великих фазових кутах показали, що при одних фазах обертання астероїда (одна частина поверхні) поляризація

дорівнює нулю, а при інших — вона зростає до 0.2%.

За всіма доступними поляриметричними спостереженнями астероїда були визначені більш точні параметри фазової залежності його лінійної поляризації, а саме: нахил лінійної частини залежності в точці інверсії $h = 0.097$ %/град; фазовий кут точки інверсії $\alpha_0 = 19.1$ град; мінімальне значення поляризації $P_{\min} = -0.74\%$; фазовий кут, при якому поляризація мінімальна, $\alpha_{\min} = 8.5^\circ$. Розраховане по h поляриметричне альbedo астероїда зросло до 0.3 і наблизилось до значення, що було визначене за допомогою інших методів [6].

1. *Hahn G., et al.* Physical studies of Apollo-Amor asteroids: UBVRI photometry of 1036 Ganymed and 1627 Ivar // *Icarus*. — 1989. — **78**, №2. — P. 363–381.
2. *Kaasalainen M., et al.* Models of twenty asteroids from photometric data // *Icarus*. — 2002. — **159**. — P. 369–395.
3. *Velichko F.P., Magnusson P.* Photometry and polarimetry of the largest NEA 1036 Ganymed // *Astron. Tsirk.* — 2012. — **1575**. — P. 1–2.
4. *Pilcher F., et al.* Eight months of lightcurves of 1036 Ganymed // *МРВ*. — 2012. - **39**. — P. 141–144.
5. *Velichko F.P., et al.* Photometry and polarimetry of largest NEA 1036 Ganymed // *LPSC'44*. March 18–22, 2013. The Woodlands, Texas, USA. #2372.
6. *Tedesco E.F., et al.* A supplemental IRAS minor planet survey // *The Astron. J.* — 2002. — **123**. — P. 1056–1085.

Вивчення кометної речовини на земній поверхні

Відьмаченко А.П.¹, Стеглов О.Ф.²

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України,

²Міжрегіональна Академія управління персоналом

Кометою вважають мале тіло Сонячної системи, яке обертається навколо Сонця і має так звану кому (атмосферу) і/або хвіст. Останні є наслідком випаровування ядра комети під дією сонячного випромінювання. Докладне уявлення про поверхню ядра та оболонку отримано завдяки близьким прольотам в 1986 р. біля комети Галлея радянських космічних апаратів (КА) «Вега-1», «Вега-2» та європейського «Джотто». У 2005 р. КА НАСА «Deep Impact» наблизився до комети Темпеля 1 і за допомогою «ударника», що відділився від основного КА, на швидкості 10,3 км/с зіштовхнувся з кометою. Якщо раніше вважалося, що її ядро являє собою величезну брилу льоду із вкрапленням кам'яних гірських порід у вигляді дрібних уламків, то виявилось, що воно складається з дуже пухкого матеріалу, який нагадує не купу каміння, а ком пилу, пори в якому становлять до 80%. Тому незрозуміло, як у такій субстанції можуть зберігатися кратери, пагорби уступні, які чітко видні на знімках ядер комет. У 2004 р. Європейське космічне агентство до комети Чурюмова–Герасименко запустило станцію «Rosetta», яка у 2014 р. стане її штучним супутником і буде майже два роки рухатися разом з нею, фіксуючи відомості про те, як у міру наближення до Сонця нагрівається поверхня ядра, викидається речовина і виникатиме газопопиловий хвіст. Потім

від станції відділиться посадковий модуль «Philae» і здійснить посадку на кометне ядро, прикріпиться спеціальним гарпуном і почне буріння її поверхні. Отриманий зразок речовини буде проаналізований міні-лабораторією. І все це — для отримання докладної інформації про те, як улаштовано й із чого складається кометне ядро.

Проте всім добре відоме таке явище, як метеор. Крім так званих спорадичних метеорів, є близько 15 основних метеорних потоків, більшість з яких об'єдані у сімейства, пов'язані з кометами. Так, щороку у квітні місяці спостерігають потік Ліриди (5–10 метеорів за годину), який пов'язують з кометою Thatcher, 1861 I. Травневий метеорний рій η -Аквариди утворений кометою Галлея. Для дообре відомого понад 1200 років метеорного потоку Персеїди (за годину близько 50) ще Дж. Скіапареллі 1866 р. встановив його зв'язок з кометою Swift-Tuttle, 1862 III. Метеорний рій Дракони́ди утворено кометою Джакобіні 1900 III, яка була втрачена, а потім її знову виявив у листопаді 1913 р. Ціннер (тому комета Джакобіні–Ціннера); найбільші у минулому столітті зорепади були 1933 р. та 1946 р. (близько 10 000 метеорів за годину). Метеорний потік Оріоніди пов'язаний (як і η -Аквариди) з кометою Галлея. На подібність роїв першим звернув увагу Олів'є в 1911 р. Земля у жовтні–листопаді перетинає дальшу й більш розріджену частину рою, порівняно з η -Акваридами. З 15 вересня до 1 грудня з двох радіантів у сузір'ї Тільця (латинською Таурус) спостерігаються два потоки метеорів — Південні та Північні Тауриди. Дуже швидкі метеори листопадового потоку Леоніди (швидкість ≈ 71 км/с) належать до рою, утвореного кометою Tempel-Tuttle, 1866 I; у 2002 р. в Києві на двох спостережних станціях телевізійні камери зареєстрували зорепад з кількістю метеорів у максимумі 1600. Для одного з найактивніших щорічних потоків Гемініди з великою кількістю дуже яскравих метеорів батьківським тілом рою вважають малу планету 3200 Фаєтон (1983 ТВ). Грудневий метеорний потік Урсиди з радіантом у сузір'ї Малої Ведме́диці (латинською Урса Міно́р) вважають утвореним кометою Tuttle, 1939 X.

Виходячи із вищевизначеного, ми робимо висновок про те, що для вивчення природи кометних ядер і дослідження первинного хімічного складу речовини, що її складає, слід не тільки дивитися на небеса над нами, а необхідно ретельно вивчати зразки метеоритної речовини, розкиданої ... під нашими ногами. І чим більший такий зразок, тим більше шансів, що температурні умови при його входженні у щільні шари атмосфери Землі, не змінили первинну структуру і хімічний склад тієї речовини, яка була утворена в момент зародження планетезималей у Сонячній системі. І знайти її можна тут, а не там.

«МИТРА» — геоинформационная система Метео для гражданской авиации

Гаркуша М.И., Купаева А.А.

Национальный авиационный университет

Целью метеорологического обеспечения ГА является обеспечение безопасности, регулярности и эффективности полетов путем предоставления экипа-

жам воздушных судов, органам управления воздушным движением и другим органам, связанным с планированием и обеспечением полетов, необходимой метеорологической информации.

Метеоинформация, предназначенная для авиационных потребителей, должна быть своевременной, максимально краткой и легко интерпретируемой. Новая технология МИТРА-ГИС обеспечивает организацию полноценного авиационного прогностического центра в любой точке материка Евразия, где есть электричество и возможность приёма телевизионных спутников связи на основе использования космического вещания DVB-S через телевизионные искусственные спутники Земли.

Благодаря ей в практической работе даже крупного авиационно-метеорологического центра для составления ежедневных прогнозов требуется при посменной работе всего один человек — дежурный синоптик-прогнозист, прошедший курс специальной подготовки по работе с технологией «ГИС Метео». Объединённая технология «МИТРА-ГИС Метео» полностью обеспечивает дежурного синоптика всеми необходимыми метеорологическими данными с использованием оперативной информации из различных баз данных.

В настоящее время автоматизированное рабочее место (АРМ) синоптика-прогнозиста, организованное по принципу технологии «ГИС Метео» является мощным прогностическим инструментом в руках у подготовленного метеоролога. Практически без вмешательства синоптика-прогнозиста АРМ подготавливает прогностические карты и весьма успешно составляет прогнозы по аэродрому.

В среде ГИС Метео являются встроенные гидродинамические модели:

- модель планетарного пограничного слоя атмосферы;
- трехмерная траекторная модель.

Кроме того, в состав компонентов ГИС включены многочисленные прогностические методы расчёта различных погодных явлений: прогнозы болтанки, обледенения, гололеда, шквала, грозы, метеорологической дальности видимости, нижней и верхней границ облаков, радиационного тумана и т.д.

Программно-аппаратные комплексы «МИТРА-ГИС» могут быть реализованы на одном ПК.

Программно-метеорологический комплекс «МИТРА-ГИС» блестяще решает проблему получения карт SIGWX в авиационно-метеорологическом подразделении, а также, создаёт много дополнительных удобств в подготовке полётной документации.

В качестве примера можно сказать, что применение технологи «МИТРА-ГИС Метео» в АМСГ аэропорта Волгограда «Гумрак» привело к резкому снижению расходов на связь (плата за информацию — около 3 тыс. руб. в месяц, стоимость отправки телеграммы МЕТАР — 7 руб.).

Інтерпретація космічних знімків з використанням прямих дешифрувальних ознак

Гебрин Л.В.

Національний авіаційний університет

Використання аерокосмічних засобів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) сприяє одержанню об'єктивної, достовірної та різнобічної інформації. Така інформація забезпечує можливість спостереження за станом довкілля, факторами, що впливають на них, оцінювати і прогнозувати розвиток подій.

Одним з основних джерел даних ГІС служать матеріали дистанційного зондування. Вони об'єднують всі типи даних, одержуваних з носіїв космічного (пілотовані орбітальні станції, кораблі багаторазового використання “Shuttle”, автономні супутникові знімальні системи і т.д.), і авіаційного базування (літаки, гелікоптери і т.д.), і складають значну частину вихідних даних як альтернативи наземним зйомкам.

Якщо під час проведення робіт відсутні геодезичні дані і координатна сітка карти, то можна скористатися методом “природних кордонів”.

Суть методу “природних кордонів” полягає у тому, що він дозволяє прив'язати до космічного знімку інший картографічний матеріал (карти, плани, інші знімки) по природних рубежах, тобто по природним даним (гірлу річок, струмків, озер, контуру сільськогосподарських угідь) та інфраструктурних даних (перехрестя доріг, трубопроводів, ЛЕП). При цьому треба враховувати, що прив'язка космічного знімка по природним об'єктам значно збільшує помилки прив'язки і може бути застосовано лише для виконання оглядових робіт. Це дозволяє отримати координати на місцевості для подальшого проведення ГІС-аналізу. Якщо на етапі попередніх досліджень виконати зйомку в м-спектральних діапазонах, то кожен об'єкт можна охарактеризувати набором з наявності спектральних яскравостей. Кожен спектральний діапазон дозволяє досить добре розпізнавати лише тільки особливі об'єкти. Наприклад, інженерні споруди гарно розпізнаються у блакитному каналі, а рослинність — у червоному та інфрачервоному каналах.

З метою створення методичного забезпечення інформаційної системи в частині застосування космічної інформації для природокористування, за допомогою методу “природних кордонів” можна розробляти методики прив'язки первинних матеріалів до даних ДЗЗ та їх реалізації в пілотних проектах. Ці методики за даними супутникових спостережень дозволяють:

- виявляти випадки забруднення природного середовища на шельфі і на суші;
- визначати параметри стану сніжно-льодового покриву для аналізу можливих паводків і повеней;
- визначати відповідності просторових параметрів природокористування з умовами ліцензійних угод;
- визначати параметри динаміки зміни рельєфу в місцях інтенсивного природокористування і можливих техногенних впливів;

- визначати параметри природокористування щодо особливо цінних природних та заповідних територій;
- визначати параметри якісного складу лісового фонду та моніторингових лісових вирубок;
- визначати параметри меж водних об'єктів.

Як висновок, слід відзначити, що застосування методу “природних кордонів” є первинною інформаційною основою для прийняття попередніх управлінських рішень для:

- вишукувальних робіт;
- поновлення відсутніх відомостей у картографічному матеріалі;
- виконання робіт для цілей землевпорядкування та лісовпорядкування.

Поляриметрія — ефективний метод астрофізичних досліджень

Гринчук В.В.

Національний авіаційний університет

Методами астрофізичних досліджень є спектральний аналіз, астрофотографія, фотометрія, поляриметрія та ін. Поляризаційні характеристики світла несуть набагато більше інформації про такі властивості частинок, як розмір, форма і показник заломлення, ніж інтенсивність світла та її залежність від довжини хвилі.

Поляризація хвиль — явище спрямованого коливання векторів напруженості електричного поля E або напруженості магнітного поля H . Для опису світлової хвилі використовують параметри Стокса. Якщо розглянути еліптичну поляризацію, де кінець електричного вектора E описує деякий еліпс, то параметри Стокса описуються так: перший — інтенсивність I , яка дорівнює сумі квадратів півосей еліпса; другий і третій параметри Q і U описують лінійну поляризацію хвилі, тобто різницю між квадратами більшої та меншої півосей, і нахил еліпса. Четвертий параметр V описує кругову поляризацію хвилі, є право- та лівостороння кругова поляризація.

$$I = E_a^2 + E_b^2, \quad Q = I \cos 2\psi \cos 2\chi, \quad U = I \sin 2\psi \cos 2\chi, \quad V = I \sin 2\chi,$$

де E_a і E_b — велика і мала півосі поляризаційного еліпса; ψ — кут повороту поляризаційного еліпса відносно системи координат; χ — допоміжний кут, що визначається як $\operatorname{tg} \chi = \frac{E_a}{E_b}$.

Саме аналіз параметрів Стокса розсіяного випромінювання найчастіше дозволяє визначити фізичні властивості і хімічний склад частинок з точністю, недосяжною для більшості інших методів діагностики, включаючи лабораторні.

Поляриметрія знайшла широке застосування при вивченні фізичних характеристик безатмосферних космічних тіл — планет, супутників, астероїдів, комет, оскільки існує сильна залежність світлорозсіюючих властивостей частинок від їх розмірів, форми і показника заломлення. Зокрема, вона допомагає визначити альbedo, яке характеризує відбивну здатність поверхні.

Для ряду комет при вимірюванні кругової поляризації була знайдена переважно лівостороння поляризація розсіяного світла. Про що це може свідчити? Можливо є зв'язок з тим, що складні органічні молекули існують в природі у двох формах: L (лівостороння) і D (правостороння), котрі виглядають як дзеркальне відбиття. Важливо, що неорганічні системи зазвичай містять рівні кількості L- і D-ізомерів таких молекул, а усі амінокислоти біологічного походження є лівосторонніми. Цілком можливо, що джерелом органіки на Землі були комети, тому виявлення такої поляризації випромінювання комет в Сонячній системі є дуже важливим.

Існує багато інших можливостей використання поляризації світла, яка є дуже інформативною для аерокосмічних досліджень небесних тіл.

Свойства индексов космической погоды и возможность их применения к анализу данных долговременных измерений потоков радиоисточников на РТ «УРАН-4»

Гугля Л.И., Рябов М.И., Сухарев А.Л.

Одесская обсерватория «УРАН-4» Радиоастрономического института НАН Украины

На радиотелескопе «УРАН-4» Одесской обсерватории Радиоастрономического института с 1987 года по настоящее время проводится мониторинг потоков мощных галактических и внегалактических радиоисточников на частотах 25 и 20 Мгц. Данные наблюдений охватывают период 22–23 и начало 24 цикла солнечной активности. В качестве индексов космической погоды использовались ежедневные данные планетарного геомагнитного Ар индекса и индекса УФ-излучения Солнца по данным его радиоизлучения на волне 10 см.

Средствами вейвлет-анализа определена динамика изменений основных индексов космической погоды и выявлены основные периоды активности.

В сопоставлении с динамикой развития солнечной активности определены источники изменения основных индексов космической погоды. Полученные данные будут использованы для интерпретации наблюдений изменений потоков радиоисточников, как в течение всего цикла активности, так и при экстремальных проявлениях космической погоды.

Сучасна наукова програма Шемахінської астрофізичної обсерваторії НАН Азербайджану

Гулієв Р.А., Гулієв А.С.

Шемахинская Астрофізична обсерваторія НАН Азербайджану

Внаслідок суттєвої реконструкції ШАО НАНА основним досягненням є повна автоматизація 2-м рефлектора Carl Zeiss (головного приладу обсерваторії). Також для даного телескопа були придбані: новий спектрограф, CCD камера (2000 × 2000 пікселів) на азотному охолодженні. Було придбано устаткування для напилення дзеркал діаметром до 2 м. Проведено капітальний ремонт всіх будівель обсерваторії. Побудовано та введено в експлуатацію: два житлових комплекси (по 5 поверхів), котеджне містечко для прийняття го-

стей і проведення наукових симпозіумів. Плануються подальше розширення матеріально-технічної бази обсерваторії і тісне співробітництво з українськими астрономами.

Маси іонізованого газу в оболонках планетарних туманностей в Магеланових Хмарах

Демчина А.В.

Кафедра астрофізики Львівського національного університету імені Івана Франка

Визначено маси іонізованого газу $M_{\text{neb}}/M_{\odot}$ в оболонках планетарних туманностей (ПТ) в Малій (12 ПТ) та Великій (28 ПТ) Магеланових Хмарах. Враховано наявність в газових оболонках туманності атомів водню та гелію. Прийнято до уваги як рекомбінаційне так і ударне збудження емісійних ліній H_{β} і HeI в туманностях. Виявлена лінійна залежність між масою іонізованої $M_{\text{neb}}/M_{\odot}$ оболонки та її об'ємом V_{neb} (рис. 1).

Знайдена також залежність між масою іонізованого газу $M_{\text{neb}}/M_{\odot}$ та електронною концентрацією атомів в оболонках туманностей n_e (рис. 2). Розглядаються залежності $M_{\text{neb}}/M_{\odot}$ від інших еволюційних параметрів планетарних туманностей.

Знайдені значення $M_{\text{neb}}/M_{\odot}$ порівнюються з відповідними даними інших авторів. Обговорюється причини розбіжності між даними різних авторів.

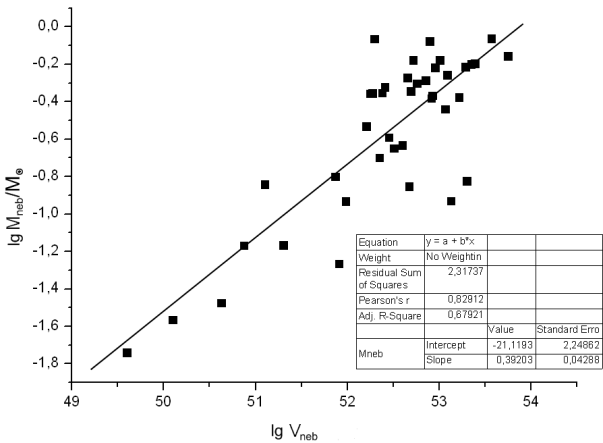


Рис. 1

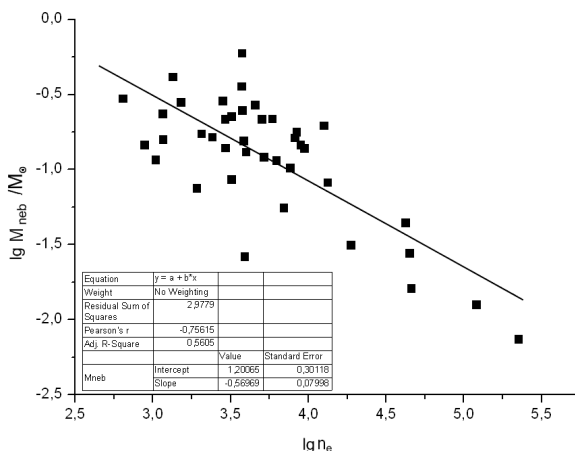


Рис. 2

Динамічна геоінформаційна модель рослинного покриття Київської агломерації

Дзядуць Ю.В.

Національний авіаційний університет

Сьогодні у зв'язку з великою кількістю інформації про навколишній світ постійно з'являються нові технології та технічні засоби для дослідження й аналізу стану навколишнього середовища. Великою перевагою методів дистанційного зондування і ГІС є те, що інформацію можна отримати без втручання в об'єкт дослідження. Очевидне досягнення — швидкість отримання інформації, її оглядовість, можливість по-новому бачити розвиток природних явищ у просторі й часі, робити прогнози, які неможливо було б зробити, лише спостерігаючи за екосистемами з невеликої відстані.

За допомогою ГІС можна оперативніше отримувати тематичні карти для прийняття управлінських рішень, ефективніше використовувати моделі. ГІС зберігає у своїх базах даних інформацію про об'єкти реального світу на основі їх точного положення в просторі (у системі координат) і часі, та дозволяє створювати набір різноманітних тематичних інформаційних шарів цільового призначення. У ГІС-середовищі інформація може відбиватись в лаконічній картографічній (2D) або об'ємно-картографічній (3D) формі, із додатковими текстовими поясненнями, графіками, діаграмами, анімаціями тощо. Найбільш широкі перспективи для розвитку має просторовий аналіз і моделювання. Вивчення міських ландшафтів потребує постійного дослідження, оскільки на сучасному етапі розвитку техносфери людина постійно намагається якомога більше полегшити власне життя. Це виявляється насамперед у зростанні кількості антропогенного навантаження на природні екосистеми. Міські території, на які здійснюється постійне навантаження, перебувають в досить складному екологічному стані і потребують постійного оновлення.

Територія Києва розташована на важливому природному рубежі Східно-європейської рівнини, у місці сусідства двох природно-географічних зон — змішаних лісів і лісостепової та широкої долини Дніпра. Зазначені природні категорії визначають складність і контрастність ландшафтної структури його території. На жаль, склалася така ситуація, що територія Києва забудовується все новими будівлями. У зв'язку з вичерпанням місця для розвитку нової забудови зелені масиви, у тому числі й парки, опинилися під загрозою знищення. Земля в місті є дорогою, а тому ведеться війна за кожен ділянку землі, придатної для нового багатоповерхового будівництва. Наступ на колись майже не зачеплені антропогенним впливом куточки міста змусив владу оголосити низку місцевостей ландшафтними заказниками.

Створення кадастрових карт (планів) на основі космічного знімку

Дубрава Т.О.

Національний авіаційний університет

На сьогоднішній день ведення земельного кадастру із застосуванням сучасних інформаційних і аерокосмічних технологій є показником високого рівня управління державою. Формування актуального земельного кадастру є доволі трудомістким процесом із складною диференційованою методологією. У цьому процесі важливе місце займає створення та побудова кадастрових карт (планів) як засобу відображення реальності. В основі карти (плану) має бути одночасно точна та достовірна інформація, яку потрібно отримувати з перевіреного джерела. Серед таких джерел найактуальнішим є космічний знімок, який людина отримує шляхом використання новітніх цифрових та космічних технологій.

Космічні технології є ефективним засобом постійного і надійного глобального моніторингу навколишнього середовища. Завдяки оглядовості, об'єктивності та оперативності одержання інформації дані дистанційного зондування Землі з космосу виступають важливим джерелом геопросторових даних. Використання сучасних космічних технологій спрямоване, в першу чергу, на здійснення завдань сталого розвитку територій, моніторингу та охорони ґрунтів. У цьому аспекті виконані дослідження тісно пов'язані з законами України «Про державний земельний кадастр» та «Про охорону земель».

Найточніші сучасні космічні знімальні системи (QuickBird, GeoEye, IKONOS, OrbView) дозволяють з впевненістю отримати карти масштабів 1 : 10 000 та 1 : 5 000.

Детальні дослідження щодо використання сучасних космічних знімальних систем у цілях ведення земельного та містобудівного кадастрів дають підстави для висновку про неможливість їх використання для побудови детальних карт у межах населених пунктів і поза ними, для яких характерним є масштаб 1 : 2 000 і крупніше.

Матеріали космічних знімальних у наш час неможливо використовувати для нормативної грошової оцінки земель населених пунктів, створення кадастро-

вих і тематичних карт адміністративно-територіальних утворень, де встановлено масштаб картографування територій в межах населених пунктів 1:2000. Для створення кадастрового плану необхідного масштабу можна застосувати ГІС або певне програмне забезпечення, наприклад Delta Digital. У ньому буде доцільно використати набір шаблонів, які згенерують растрову картинку даної земельної ділянки в масштабах крупніших за 1:2000.

Отримані в результаті обробки космічних знімків картографічні матеріали можна використовувати в кадастрі для внутрішньогосподарського землеустрою окремих великих агропромислових підприємств та розроблення проєктів сівозмін, а також з метою планування та вирішення управлінських завдань в агропромисловому виробництві окремого регіону та країни загалом.

Загальна теорія відносності та стандартна космологічна модель: проблеми, перспективи

Жданов В.І.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Подано огляд експериментальних перевірок загальної теорії відносності (ЗТВ) та ефектів ЗТВ в астрофізиці та космології на різних масштабах. Перелік питань, що розглядаються:

1. Перевірки ЗТВ у Сонячній системі. Принципи еквівалентності, сучасні оцінки ППН параметрів.
2. Пульсари у подвійних системах як лабораторія для тестування ЗТВ. Гравітаційне випромінювання.
3. Космологічні виклики. Чи треба модифікувати ЗТВ?
4. Космологічні поля. Скалярні поля в околі компактних об'єктів.
5. Фізичні процеси в околі надмасивних чорних дір. Рентгенівські спостереження та спін-парадигма.

Свойства противотоков вещества в самогравитирующих системах

Железняк О.О.

Национальный авиационный университет

Астрономическими наблюдениями установлено существование противотоков вещества в галактиках, газопылевых межзвездных облаках, Солнечной системе, а также в экзопланетных системах. Обнаружение такого необычного динамического явления требует детального аналитического исследования для выявления причин возникновения обратного вращения части вещества в самогравитирующих системах. К примеру, для некоторых эллиптических галактик открыт неожиданный факт: звездная составляющая вращается в одну сторону, а газопылевая составляющая — в противоположную. В спиральных галактиках существуют некоторые зоны в виде колец и дисков, которые вращаются в противоположную сторону по отношению к данной галактике. В нашей Галактике существует система шаровых скоплений, которая вращает-

тся в противоположную сторону. В Солнечной системе известны много комет и астероидов, которые имеют обратное движение по отношению к солнечному вращению. В свою очередь, в последнее время открыто много спутников планет-гигантов, которые движутся по ретроградным орбитам. Таким образом, противотоки вещества в самогравитирующих системах существуют в разных космических масштабах. Для объяснения существования противотоков в работе найден общий фактор — влияние несимметричного гравитационного поля в условиях динамики газопылевого вещества. Показано, что при некоторых выбранных параметрах несимметричного гравитационного поля оседание газопылевого вещества может приводить к образованию противотоков в виде дисков и колец.

Стійкість ретроградних орбіт супутників у несферичному гравітаційному полі планет

Железняк О.О., Радченко К.О.

Національний авіаційний університет

Гравітаційне поле планети в першому наближенні описується гравітаційним полем сфери. При розгляді ретроградних супутників, які обертається по витягнутих орбітах зі значними кутами нахилу до площини Лапласа, потрібно врахувати той факт, що кожна планета має стиснення внаслідок обертання і набагато краще описується еліпсоїдом обертання.

Достатнім критерієм стійкості орбіти супутника є негативне значення його повної енергії, що не виключає можливості його падіння на планету. За Лагранжем стійкість супутника визначається виконанням співвідношення $r_1 \leq r \leq r_2$, де $r_1 > R_{\text{пл}}$, $r_2 < \infty$.

Орбіти ретроградних супутників більш стійкі до зовнішніх збурень, що було показано Ф.Мультоном, Р.Хантером, М.Хеноном і Г.А.Чеботарьовим в рамках обмеженої задачі трьох тіл. За допомогою чисельних методів вони доводять, що для прямих супутників нестійкість орбіти виникає при значенні великої півосі $a \approx \frac{1}{2}R_H$, а для ретроградних — $a \approx R_H$, де R_H — радіус гравітаційної сфери Хілла — області навколо планети, в якому вона притягує супутник сильніше, ніж Сонце [2]:

$$R_H = a \left(\mu - \frac{1}{3}\mu^2 - \frac{1}{9}\mu^3 \right), \quad \mu = \left(\frac{m}{3} \right)^{1/3}.$$

Достатні умови стійкості передбачають існування двох інтегралів руху в осесиметричному випадку, які виражаються через оскулюючі елементи:

$$\frac{1}{2a} + R = h, \quad a(1 - e^2) \cos^2 i = H^2,$$

де R — пертурбаційна функція; h, H — константи інтегрування, які повинні знаходитися в певних межах [1].

Усі ретроградні супутники планет-гігантів, відомі на сьогоднішній день, задовольняють цим критеріям, що свідчить про стійкість їх орбіт, незважаючи на те, що елементи орбіт оскулюють у широких межах під впливом Сонця.

1. *Холшевников К.В.* Устойчивость орбитального движения спутника в поле тяготения несферической планеты // Бюлл. ИТА. — 1965. — **10**, № 5. — С. 92–102.
2. *Чеботарёв Г.А.* Интеграл Якоби и устойчивость спутниковых систем // Бюлл. ИТА. — 1969. — **11**, № 10. — С. 625–641.

Динаміка газопилової речовини навколо ядер комет

Железняк О.О. (мол.)

Національний авіаційний університет

При потраплянні сонячного випромінювання на поверхню ядра комети одна частина енергії відбивається, а інша — поглинається. Кількість поглинутої енергії залежить від альbedo та кута падіння. Кількість енергії, що випромінюється з поверхні ядра, залежить від температури, яка визначається внутрішніми фізико-хімічними процесами в ядрі комети та енергією, що надходить від Сонця. Сублімація газів залежить від прихованої теплової енергії та її зміни з температурою. Проникнення потоку енергії вглиб ядра залежить від теплопровідних властивостей речовини. Наявність пилу в газопиловій оболонці комети (комі) також може вплинути на випаровування летючих компонентів. Тому визначення кількості сублімуючих летючих складових, що викидаються з ядра комети — дуже складний процес з великим числом маловивчених факторів. Для отримання більш точних даних про вищеописані процеси необхідно звести задачу до рівняння балансу потоку різних видів енергії.

Температура ядра визначається балансом між кількістю поглинутої та випроміненої енергії. Рівняння енергетичного балансу для простої моделі сферичного ядра, що враховує термічне перевипромінювання та тепло, що використовується для трансформації льоду, який перетворюється в газ з стабільною фазою речовини, може бути знайдено:

$$\frac{F(1 - A_v)}{r^2} \cos z = (1 - A_{IR})\delta T^4 + Z(T)L(T),$$

де F — випромінювання Сонця в на відстані в 1 а.о., A_v і A_{IR} — пов'язані між собою альbedo ядра в видимому та інфрачервоному діапазоні; r — відстань до Сонця; $Z(T)$ та $L(T)$ представляють значення випаровування газу в молекулах за секунду на 1 м^2 площі поверхні і приховане тепло для сублімації в джоулях на одну молекулу відповідно; T — температура поверхні; z — зенітна відстань Сонця. Кількість випромінювання $Z(T)$ може бути виведена з рівноважного тиску випаровування газу. В умовах рівноваги кількість молекул, що виходять з поверхні ядра, буде врівноважена молекулами, що потрапляють на поверхню.

В роботі розглянуто різні моделі, що враховують як нерухоме ядро, так і ядро комети, що обертається, а також залежність сублімації від параметрів орбіти комети і будови її ядра.

Поляриметрия высокоальбедного астероида 64 Ангелина

Зайцев С.В.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Представлены результаты поляриметрических наблюдений высокоальбедного астероида Е-типа 64 Ангелина, проводимых в течение 8 ночей с сентября 2009 г. по сентябрь 2012 г. в Крымской астрофизической обсерватории на 1.25-м телескопе АЗТ-11, оснащенный пятицветным (UBVRI) двулучевым фотополяриметром, и 2.6-м телескопе ЗТШ, оснащенный одноканальным фотометром-поляриметром. Наблюдения проводились в диапазоне фазовых углов $0.69^\circ - 24.29^\circ$. По полученным данным построена фазовая зависимость поляризации астероида. Результаты наблюдений хорошо согласуются с результатами, полученными ранее для астероида 64 Ангелина, и дополняют их.

Звездная система в окрестности Солнца

Захожай В.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Важность исследования кинематических и статистических свойств окрестностей Солнца чрезвычайно велика. Эта область находится в плоскости галактического диска и только в этой области доступны для исследования объекты низкой светимости со звездными, субзвездными и планетными массами. Относительное содержание таких объектов в этой области изучено лучше всего, что позволяет их статистические свойства интерполировать на Галактику в целом.

С другой стороны, Местная звездная система (МЗС), центральной областью которой является Пояс Гулда, обладает всеми свойствами молодой галактики. Солнце, а также окружающие его объекты уже захвачены гравитационным полем МЗС [1]. Принадлежность окрестностей Солнца к МЗС отразилась и на их статистических свойствах: возраст наблюдаемых звезд и субзвезд в этой области существенно меньше солнечного.

Таким образом, Солнце принадлежит одновременно к двум галактикам, а в его окрестностях наблюдаются объекты, как более старой популяции Галактики, так и самого молодого населения, которое образовалось при формировании МЗС.

1. *Olano C.A.* The Origin of the Local System of Gas and Stars // *Astron. J.* — 2001. — **121**. — P. 295–308.

Космография в системе современного астрономического образования

Захожай В.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Выносятся на дискуссию вопрос о необходимости включения Курса космографии в систему астрономического образования студентов, обучающихся

по спеціальності «Астрономія» класических університетів, і студентів-педагогів фізико-математических відділень педагогіческих університетів. Відсутність Курса космографії в відповідних університетських навчальних програмах привело до того, що студенти, отримуючі астрономіческе освітання, не знають «ночного неба».

Изложение Курса космографії необхідно проводити на першому етапі астрономіческого навчання в об'ємі не менше 18 аудиторних годин. Наряду з лекціями, повинні плануватися семінарські і практическі заняття, які цілесобразно проводити в планетаріях. Возникає необхідність в створенні спеціального навчальника по данному Курсу.

Створення засобів та розроблення методик післястартового калібрування оптичних засобів системи космічного спостереження космічної системи «Січ»

Зелик Я.І.

Інститут космічних досліджень Національної академії наук України та
Державного космічного агентства України

Розглядаються результати досліджень у напрямку створення в Україні метрологічного післястартового забезпечення систем ДЗЗ на базі розроблюваних науково обґрунтованих методик, розгорнутої наземної інфраструктури системи контрольно-калібрувальних полігонів з тестовими об'єктами (ТО) і вимірювальними приладами і створюваних програмно-технічних комплексів в інтересах побудови в Україні державної системи оцінки достовірності даних космічного спостереження поверхні Землі. Проаналізовано стан проблеми післястартового калібрування оптичних засобів космічного спостереження у світовому масштабі і в Україні, зокрема, стосовно оптичних сенсорів космічної системи (КС) «Січ». Мета калібрування, яке є обов'язковим для засобів космічного спостереження у польоті в усьому світі, полягає у зведенні значень цифрових відліків оптичних сенсорів до абсолютних фізичних одиниць спектральної густини енергетичної яскравості з використанням відновлюваної залежності за даними космічних знімків і синхронних з ними наземних вимірювань з оцінюванням калібрувальних коефіцієнтів — підсилення і зміщення. До сьогоднішнього дня в Україні післястартове калібрування оптичних засобів систем космічного спостереження Землі з використанням контрольно-калібрувальних полігонів (ККП) не здійснювалося, а існуючий анотаційний файл даних ДЗЗ КС «Січ-2» не містив інформації, що стосується виконання контрольно-калібрувальних робіт.

Виходячи з основних завдань контрольно-калібрувального полігону під супутникової підтримки, критеріїв вибору місць розгортання таких полігонів з використанням як стандарту опису ККП шаблону, затвердженого робочою групою з калібрування та валідації комітету CEOS, обґрунтовано вимоги до інфраструктури ККП в районі розташування НЦУВКЗ (м. Євпаторія-19). Сформовано 2 групи ТО ККП: 1) ТО для визначення просторового розрізнення на місцевості і геометричного калібрування — об'єкти з чіткими геометри-

чними формами і відомими з високою точністю геометричними параметрами з встановленими реперами; 2) ТО для радіометричного калібрування та визначення спектральної чутливості бортових оптичних сенсорів у спектральних каналах. На основі результатів синхронних з супутниковою зйомкою КС «Січ-2» експериментів з визначення спектральних характеристик відбиття обраних ТО за даними наземних вимірювань створена геоінформаційна база даних, що містить векторні шари полігональних природних і штучних об'єктів НЦУВКЗ, шари точок вимірювання спектральних характеристик, супутникові знімки КС «Quick Bird-2» та «Січ-2», цифрову модель місцевості ККП. Наповнення геоінформаційної бази даних здійснюється з реалізацією їх геоприв'язки. З врахуванням шаблону опису ККП, розглянуті такі прилади для наземних вимірювань, якими повинні бути обладнані тестові ділянки полігону при виконанні контрольно-калібрувальних робіт: 1) як з числа наявних у розпорядженні дослідників: цифрові метеостанції, спектрометри ASP-100F, ASD FieldSpec 3FR, апаратура для прецизійних вимірювань геодезичних координат реперів, 2) так і прилади, які використовуються на полігонах системи LANDNET Sites комітету CEOS: сонячні фотометри CIMEL в мережі AERONET CIMEL network, портативний сонячний фотометр MICROTOPS II, гоніо радіометричні спектрометричні системи. Розроблені та попередньо оцінені щодо досяжної точності на статистичних даних з використанням знімків КС «Січ-2» 2011–2012 рр. такі методики: 1) оцінювання спектральної чутливості каналів багатоспектральної системи ДЗЗ; 2) визначення просторового розрізнення на місцевості; 3) радіометричного калібрування спектральних каналів. Результати проведених наукових досліджень і розроблені методики актуальні і будуть використані та реалізовані у метрологічному забезпеченні післястартової підтримки оптичних засобів космічного спостереження розроблюваної космічної системи «Січ-2-1».

Использование сигналов загоризонтных FM-станций для обнаружения метеоров

Калюжный Н.А., Шульга А.В., Козырев Е.С., Вовк В.С.

Научно-исследовательский институт Николаевская астрономическая обсерватория

Наблюдения метеоров необходимы для изучения эволюции солнечной системы, исследования слоев атмосферы на высоте 80–120 км и оценки метеорной опасности.

Исследование метеоров в радиодиапазоне является наиболее эффективным, т.к. позволяет проводить регистрацию метеорных явлений круглосуточно. Одним из способов регистрации метеорных явлений в радиодиапазоне является метод загоризонтного зондирования, который основан на приеме отраженных от следов метеороидов сигналов загоризонтной FM-станции.

В НИИ НАО с 2010 года разработана и введена в эксплуатацию приемно-регистрирующая установка для наблюдения отраженных от метеорных следов сигналов FM радиовещательных станций. Эксперимент проводился методом пассивного приема радиосигналов загоризонтных FM радиостанций, сигнал

от которых, невозможно принять по прямой линии.

Передающий пункт был выбран исходя из соображений оптимальной дальности радиотрассы, максимально большой мощности передатчика и наличия свободного от местных помех частотного окна в г. Николаеве. Этим требованиям удовлетворяет радиостанция в Кельце, находящаяся на расстоянии в 1000 км и имеющая следующие параметры: мощность — 120 квт., рабочая частота — 88.2 МГц. Для регистрации метеорных явлений в НИИ НАО разработано программное обеспечение, которое позволяет строить и анализировать частотно-временное поле — последовательность спектров сигнала построенных на коротких интервалах времени. Построение частотно-временного поля осуществляется с использованием алгоритма быстрого преобразования Фурье. Получаемые данные наблюдений позволяют провести исследование статистического распределения метеорных явлений, оценить скорости и длительности метеорных явлений. Из массива данных, наблюденных за период с 21.03.2011 по 01.04.2013, более 100 000 явлений выделено как метеоры. Количество регистрируемых метеорных явлений в час в среднем составляет порядка 60, во время сильных потоков достигает 300, во время слабых — до 150. Применение метода Шепарда позволило оценить внутреннюю погрешность регистрации метеоров: СКО составило 10 метеоров в час.

Поглощение метана в атмосфере Сатурна около равноденствия 2009 г.

Каримов А.М.

Астрофизический Институт им. В.Г.Фесенкова, Алматы, Казахстан

В течении нескольких десятков лет в лаборатории физики Луны и планет Астрофизического Института им. В.Г.Фесенкова проводятся регулярные спектрофотометрические исследования атмосфер планет-гигантов. В частности, наблюдения Сатурна и Юпитера производятся в диапазоне длин волн 560—900 нм. В данном интервале определяются максимальная глубина (R) и эквивалентная ширина (W) полос поглощения метана 619, 670, 702, 725 и 787 нм, а для контроля также измеряется теллурическая полоса кислорода 760 нм. Используется телескоп Zeiss-600 (фокус 7,5 м, диаметр 60 см), и дифракционный спектрограф SGS с ПЗС-камерой ST-7XE (дисперсия 4.3 Å/пиксель, экспозиция 10—20 сек.). Представляло интерес исследовать поведение поглощения в 2009 г., в период равноденствия Сатурна, когда плоскость его экватора и колец были ориентированы ребром по отношению к Солнцу и Земле.

В 2007 г. полосы 619, 670 и 702 нм в северном полушарии ($40^\circ - 60^\circ$) имели более высокие значения W и R, чем в южном; эта тенденция имела место и в 2008 г. В то же время сильные полосы 725 и 787 нм имели повышенные значения W и R в полярных широтах обоих полушарий. В южном полушарии в зоне широт $20^\circ - 40^\circ$ полосы показывают заметное увеличение эквивалентных ширин, в слабых полосах этого не обнаружено.

Обработка спектрограмм, полученных в начале 2009 года, говорит о явно

выраженном сезонном характере происходящих в атмосфере Сатурна изменений. Ожидалось, что в 2009 г. широтные вариации поглощения на Сатурне будут подобны асимметричным наблюдавшимся в равноденствие Сатурна 1995 г., но в зеркальном отображении. Однако в 2009 г. наблюдалось почти одинаковое поглощение в обоих полушариях на умеренных широтах. Полоса 725 нм была по интенсивности почти одинакова в обоих полушариях, кроме экваториального пояса, где всегда наблюдается минимальное поглощение. Слабые полосы демонстрируют усиление поглощения в умеренных широтах северного полушария ($40^{\circ} - 60^{\circ}$) по сравнению с южным, причем наибольший эффект показывают эквивалентные ширины полос.

Слабые полосы поглощения в 2010 г. в величине эквивалентной ширины поглощения имели минимум в области умеренных широт ($30^{\circ} - 60^{\circ}$) обоих полушарий. В течении годового периода наблюдений, этот минимум постепенно сглаживался. В умеренных широтах, ($45^{\circ} - 55^{\circ}$) с начала наблюдений повышенное поглощение преобладало в северном полушарии, которое значительно выросло в связи с увеличением инсоляции (в полосе 619 нм с 27 до 32 А). В полосе 702 нм незначительный рост поглощения происходит в южном полушарии. В полосе 725 нм в южном полушарии остаётся неизменным повышенное поглощение.

Различие в характере широтных вариаций в равноденствия 1995 и 2009 гг. можно объяснить различиями в расстоянии Сатурна от Солнца, предшествовавшими году равноденствия. До 1995 г. Сатурн находился на максимальном удалении от Солнца, тогда как перед равноденствием 2009 г. его гелиоцентрическое расстояние было минимальным и к Солнцу было наклонено южное полушарие. Поэтому приток солнечной энергии к южному полушарию в это время был больше, чем к северному, обращенному к Солнцу до 1995 г.

Черные дыры промежуточной массы в шаровых скоплениях

Киселев А.А., Гнедин Ю.Н., Шахт Н.А.

Главная (Пулковская) обсерватория Российской академии наук

С помощью астрометрического метода, разработанного в ГАО РАН, получены оценки масс центральных объектов — черных дыр промежуточных масс для шаровых скоплений в нашей Галактике и для G1 в Туманности Андромеды. Проведено сравнение с оценками, сделанными по радио-наблюдениям и др. Используя данные о возрасте шаровых скоплений, удалось определить характерный масштаб времени квантового испарения черных дыр промежуточных масс и на основе полученного результата определить верхний предел на размер дополнительного пространственного измерения согласно современной теории гравитации с дополнительными пространственными измерениями.

Застосування геоінформаційних технологій для моніторингу водосховищ

Кицюк А.Є.

Національний авіаційний університет

На сьогоднішній день в Україні налічується приблизно 1200 водосховищ загальним об'ємом 55,3 км³. Високо оцінюючи значення штучних водойм для різних галузей економіки, потрібно звернути увагу на те, що безсистемне, часто не узгоджене із загальним водогосподарським планом створення водосховищ може мати несприятливі економічні та екологічні наслідки.

Унікальні екологічні процеси відбуваються в Дніпровських водосховищах. Тут швидко заростають мілководдя й утворюються нові ландшафти. Але як вони впливають на якість Дніпровської води та використання водних ресурсів? Як, нарешті, використовувати й оберігати новостворювані ландшафти?

Вивчення і обробка космічних знімків, в сукупності з проведенням цілеспрямованих контрольних наземних вимірювань і оцінок екологічного стану водних об'єктів відображає ретроспективу процесів, що відбуваються, й може дати не тільки динаміку змін, але й дозволить оцінити сучасний екологічний стан водних об'єктів.

У сукупності з технологіями геоінформаційних систем (ГІС) методи ДЗЗ дають змогу швидко й комплексно інтерпретувати інформацію екологічного змісту, оперативно її поновлювати та аналізувати, поєднуючи з прийняттям управлінських рішень. Тому саме ці методи були використані при проведенні досліджень екологічного стану водосховищ.

За результатами досліджень було встановлено, що загальна площа дельтоподібних ландшафтів у верхів'ях водосховищ досягла понад 70 000 га, а площа самих заростей (тобто наземних, гідрофітних і гідрофітних екосистем) перевищила 37 000 га. Зокрема, в Київському водосховищі площа таких ландшафтів досягла 15 тис. га (разом з водною поверхнею в таких мілководдях — 26 тис. га), в Канівському відповідно 3 тис. га і 8 тис. га, в Кременчуцькому — 7 тис. га і 18 тис. га, в Дніпродзержинському — 6 тис. га і 13 тис. га, в Каховському — 4 тис. га. Активно заростає і дельта Дніпра південніше Херсону.

Загрозливим фактором стало збільшення темпів приросту площ зарослих мілководь. Якщо за останні 25 років середній приріст таких площ складає від 300—400 га за рік в Київському до 50—150 га — в нижчих водоймах, то за останні 5 років тільки в Київському водосховищі приріст перевищив 1000 га за рік. Важливо й те, що найактивніше розростається такий «червонокнижний» вид, як водяний горіх плаваючий, а також очерет, рогаз, осока, лілія біла, глечики жовті, численні водорості. А на нових островах, що формуються у водосховищах, поширюються заплавні ліси й луки.

Найбільш істотними негативними наслідками заростання мілководь є погіршення якості води через «цвітіння» водоростей і розклад органічної маси вищої рослинності, погіршення умов пропуску великих паводків через водосховища, особливо — Київське і Канівське, суттєве погіршення умов для

роботи водного транспорту через заростання акваторії, зменшення у водоймах обсягів води, яка використовується для гідроенергетики та водопостачання, активізація руйнівних процесів (руйнування берегів і підтоплення) внаслідок регресивної ерозії в руслах вище водосховищ і в зоні перемінного підпору.

Динамическое исследование широких кратных звезд: ADS 6175 (Castor) и ADS 9626.

Кияева О.В.¹, Орлов В.В.¹, Жучков Р.Я.¹,

Малоголовец Е.В.¹, Матвиенко А.С., Глухова А.В.²

¹ Главная (Пулковская) обсерватория Российской академии наук

² Казанский государственный университет

Иерархическая визуально-тройная система ADS 6175 (Castor) состоит из шести компонентов, так как каждый компонент является спектроскопической двойной с периодом в несколько дней. Для визуально-двойной внутренней пары АВ определена орбита ($a = 6.6''$, $P = 445$ лет, Дособо, 1985). Расстояние во внешней паре $72''$. Система ADS 9626 состоит из двух пар: АаАб, у которой орбитальный период $P = 3.75$ года, большая полуось орбиты $a = 0.1''$; и ВС, $P = 257$ лет, $a = 1.5''$ (Soderhjelm, 1999). Расстояние между парами $108''$. При исследовании ADS 6175 использовались опубликованные данные из каталога WDS, для ADS 9626 были получены также новые наблюдения на пулковском 26-дюймовом рефракторе, 1.5-м Российско-турецком телескопе РТТ-150 (Анталия, Турция) и БТА САО. Эти системы исследовались с помощью метода параметров видимого движения. Впервые определены внешние орбиты. Орбита ADS 9626 Аа-ВС скорее всего гиперболическая.

Оцінка радіаційних збурень орбіт геосинхронних супутників

Клімик В.У., Минда О.Ю., Мотрунич І.І.

Ужгородський національний університет

Геосинхронні супутники (ГСС), рухаючись високо над поверхнею Землі ($H \sim 36\,000$ км), більше ніж 99% часу польоту освітлені Сонцем і лише на окремих витках (залежно від параметрів їх орбіти та координат Сонця) короткочасно перебувають в тіні Землі. Тиск на ГСС сонячної радіації (випромінювання у всьому діапазоні довжин хвиль і часток сонячного вітру) надає їм додаткового прискорення в напрямку від Сонця. Величина цього тиску на різні ГСС істотно залежить від їх “радіаційної вітрильності” (відношення їх площі до маси — S/m), яку визначають розміри і просторова орієнтація корпусу супутника та площа і відносне розташування його сонячних батарей. Середній тиск сонячної радіації на нормальну до неї одиничну площу впродовж року змінюється мало, а на момент перебування ГСС в тіні Землі мов би зовсім “виключається”. В результаті такої дії орбіта ГСС періодично ніби “зміщується” відносно центра мас Землі — зазнають змін параметри (елементи), що визначають орбітальний рух супутника.

З іншого боку, ГСС зазнає аналогічної дії від розсіяного земною поверхнею і атмосферою сонячного світла та власного теплового (інфрачервоного)

випромінювання Землі. Ця дія має зовсім інший напрямок (в широкому діапазоні кутів). Вона присутня завжди, зазнає суттєвих змін у часі та просторі, визначається значно гірше, ніж дія прямої сонячної радіації.

Оцінку збурень в елементах орбіт ГСС ми проводили за допомогою розробленого в Лабораторії космічних досліджень УжНУ комплексу програм з реалізацією інтегрування рівнянь руху Лагранжа. Величини збурень визначали за вибірками 16 ГСС з відомою “вітрильність”, взятими із різних випусків каталогів ESA “Classification of Geosynchronous objects”. Оцінювали як сонячну, так і земну складові короткоперіодичних (добових) та довгоперіодичних радіаційних збурень. Часовий діапазон досліджень для різних ГСС охоплював проміжки від 1 до 10 років.

Показано, що в окремих елементах орбіти наявні добові зміни, спричинені дією прямої сонячної радіації, а в інших — незначні вікові зміни, зумовлені проходженням ГСС через тінь Землі. Дія на ГСС радіації з боку Землі, в порівнянні із прямою сонячною, нехтовно мала.

Определение размеров кратеров на поверхностях безатмосферных тел Солнечной системы

Клянчин А.И.¹, Прокофьева-Михайловская В.В.²

¹Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

²Научно-исследовательский институт «Крымская астрофизическая обсерватория»

Методика определения размеров кратеров на поверхностях безатмосферных тел Солнечной системы, называемая спектрально-частотный метод, разработана в Крымской астрофизической обсерватории В.В.Прокофьевой-Михайловской, Н.А.Рублевским совместно с сотрудником ГАИШ В.В.Бусаревым. С помощью этой методики были определены размеры кратеров на астероидах 1620 Географ, 1921 Лютеция и 4 Веста. В основу метода положено известное соотношение $L = \pi D \Delta t / P_{\text{rot}}$, опубликованное еще в 1979 г. В нем авторами заменено время регистрации детали Δt на $p/2$, где p — период, найденный при частотном анализе кривых блеска или цвета астероида. По данным фотометрии астероида 1620 Географ, полученным в первичном и вторичном максимумах блеска во время его сближения с Землей в 1994 г., были сделаны оценки размеров кратеров его поверхности. Они показали наличие крупной детали размером 1–1.2 км на одной стороне астероида и более мелких, размером до 150–100 м на другой. Оценки согласовались с данными радиолокации.

Спектрально-частотные исследования астероида 21 Лютеция свидетельствуют о пятнистом характере распределения гидросиликатов на его поверхности. Эти результаты можно рассматривать как подтверждение гипотезы о доставке гидросиликатов на поверхность астероида при соударениях с большими телами. Оценка размеров кратеров согласуется с данными, полученными космическим аппаратом при пролете мимо астероида. Анализ показателей цвета $B-V$ и $V-R$ астероида 4 Веста позволил сделать 19 и 20 оценок размеров цветowych пятен на его поверхности. Сравнение размеров,

определенных СЧМ, с размерами образований, полученных оценкой по фотографиям АМС «Dawn», находящегося на орбите около астероида, показало хорошее согласие.

Спектрально-частотный метод исследований кривых блеска или цвета астероидов позволяет наземными средствами получать информацию о размерах деталей на их поверхностях. Видимость кратеров объясняется обратным когерентным рассеянием солнечного излучения на выброшенном при столкновении реголите.

Челябінський метеорит: огляд явища та розрахунки

Козак П.М.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Проліт яскравого боліда та випадіння фрагментів Челябінського явища відбулося 15 лютого 2013 р. За оцінками різних фахівців початкова швидкість метеорного тіла була 15–20 км/с, а маса складала порядку 10 тис. тон. Діаметр метеороїда оцінюється в 15–17 метрів. Приблизно через півхвилини тіло через серію вибухів майже повністю зруйнувалося — декілька кілограмів речовини було знайдено у вигляді метеоритів.

На основі відеороликів, отриманих автомобільними відеореєстраторами, доступними в Internet, було проведено власні обчислення параметрів траєкторії метеорного тіла та елементів його геліоцентричної орбіти. Для розрахунків використовувався векторний метод обчислення характеристик метеора (Козак, Кін. Фіз. Небесн. Тіл, 2003), який використовується в Астрономічній обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка для опрацювання результатів базисних телевізійних спостережень метеорів, та відповідне розроблене програмне забезпечення “Falling Star” (Kozak, EM & P, 2008). Для визначення похибок обчислень використовується метод Монте-Карло. Результати розрахунків порівнюються з результатами інших авторів.

Фотометричні особливості метеорного потоку Леоніди

Козак П.М., Рожило О.О., Тарануха Ю.Г.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Метеорний потік Леоніди є найбільш цікавим метеорним потоком, в першу чергу через свою високу активність та короткі шторми, під час яких годинне число метеорів збільшується на порядки. Інша вагома причина підвищеної цікавості до даного потоку — його майже гіперболічна геоцентрична швидкість — біля 71 км/с. Зустрічається Земля з даним метеорним роєм в середині листопада, координати радіанта потоку: пряме сходження 152° , схилення $+22^\circ$. Вважається, що метеорний потік Леоніди породжений кометою 55P/Темпеля–Тутля.

Телевізійні спостереження метеорного потоку Леоніди систематично почали проводитися не так давно. Особливу цікавість представляли передбачені

сплески активності потоків 1998 року (Watanabe et al., Publ. Astron. Soc. Japan, 1999; Betlem et al., Meteoritics & Planet. Sc., 1999), 1999-ro (Watanabe et al., Publ. Astron. Soc. Japan, 2000; Brown et al., Plan. & Space Sc., 2002; Trigo-Rodríguez et al., EM & P, 2000; Betlem et al., EM & P, 2000), 2001-ro (Watanabe et al., Publ. Astron. Soc. Japan, 2002; Gural et al., Adv. Sp. Res., 2004) та інтенсивного короткочасного шторму 2002 року (Fujiwara et al., Publ. Astron. Soc. Japan, 2003; Trigo-Rodríguez et al., Icarus, 2004; Trigo-Rodríguez et al., Icarus, 2004; Kozak et al., Adv. Sp. Res., 2007). Для уточнення даних використовуються радіолокаційні спостереження потоку (Ogawa et al., WGN, 2002) та повітряні спостережні місії — організація спостережень з борту літака (Jenniskens et al., EM & P, 2000; Abe et al., Publ. Astron. Soc. Japan, 2003).

Останнім часом приділяється багато уваги спектральним дослідженням метеорів потоку Леонід (Carbary et al., Icarus, 2003; Kasuga et al., Astron. & Astrophys, 2005; Kasuga et al., Adv. Sp. Res., 2007; Kasuga et al., Astron. & Astrophys, 2007; Abe et al., EM & P, 2004; Trigo-Rodríguez et al., EM & P, 2003) та спостереженням в ультрафіолетовій та інфрачервоній областях спектру (Jenniskens et al., Meteoritics & Planet. Sc., 2002; Russell et al., EM & P, 2000). Цікавими для дослідження є яскраві метеори (боліди) Леонід та поведінки їх атмосферних слідів (Abe et al., Astrophysical Journal, 2005; Jenniskens et al., EM & P, 2000; Jenniskens et al., EM & P, 2000; Borovicka et al., EM & P, 2000).

Однак найбільш цікавими феноменами в метеорах потоку Леоніди є прояви аномальних явищ, не характерних для більшості інших потоків. Це в першу чергу метеори з надвеликими висотами появи (Fujiwara et al., Geophys. Res. Letters, 1998; Kozak et al., Adv. Sp. Res., 2007 та ін.) та метеори з нестандартними фотометричними характеристиками, серед яких найбільш незвичайними є поперечні джети (LeBlanc et al., Mon. Notes Royal Astron. Soc., 2000; Taylor et al., EM & P, 2000) та можливі прояви видимості ударної хвилі (Stenbaek-Nielsen et al., Adv. Sp. Res., 2004). Також важливими дослідженнями можна вважати пошук органічної речовини в потоку Леонід (Rairden et al., EM & P, 2000), та спробу побудувати самоузгоджену модель внутрішньої структури потоку (Takeuchi et al., Publ. Astron. Soc. Japan, 2003).

Під час телевізійних спостережень короткочасного метеорного шторму Леоніди 2002 року на спостережних станціях Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка було зареєстровано та опрацьовано 28 базисних метеорів. Кінематичні характеристики (параметри траєкторій та елементи орбіт) були опубліковані раніше (Kozak et al., Adv. Sp. Res., 2007). Під час більш детального перегляду було виявлено, що близько половини метеорів мають в кількох початкових кадрах дифузну структуру, іноді досить велику. При приблизних розрахунках були отримані розміри дифузної структури порядку 1 – 1.5 км, іноді більше. В декількох метеорах були зареєстровані сліди (післясвітіння телевізійної мішені) з синусоїдальною структурою, що може свідчити про швидкісне обертання частинок. В даній

роботі робиться спроба пояснити обидва зареєстровані феномени, та порівняти результати з подібними дослідженнями метеорного потоку Леоніди іншими авторами.

Выборочный каталог гиперболических орбит метеорных тел по результатам наземных радиолокационных наблюдений в Харькове

Коломиец С.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Целью исследования является представление специальной выборки экспериментального материала наземных радиолокационных наблюдений в Харькове в виде каталога (и его статистик) с обзором процедуры формирования каталога и его возможностей, а также с анализом входящих в него данных.

В результате накопления наблюдательных данных, полученных на космических летательных аппаратах (КЛА), одной из насущных задач освоения космического пространства стала проблема сопоставимости и стыковки данных, полученных в космосе и на Земле. Не менее важной считается задача оформления в виде конкретного знания (моделей, каталогов и т.д.) всех результатов наземных экспериментов по исследованию космического пространства. С открытием космической эры неизменным спутником космических исследований стали метеорные исследования. В 1985 году в бывшем СССР для целей предсказания метеороидной опасности для КЛА была создана инженерная модель распределения метеорного вещества вблизи орбиты Земли. Сейчас существует целый ряд современных моделей метеорного вещества NASA и ESA (для эллиптических орбит). В основе построения моделей распределения метеорного вещества (вблизи орбиты Земли и в Солнечной системе) лежат наземные наблюдательные данные, полученные визуально-оптическими, фотографическими или радиолокационными методами, а также в результате измерений на КЛА. Данные первых КЛА, которые регистрировали орбиты пылевых частиц, были такими, что все зарегистрированные орбиты оказались гиперболическими. Это вызвало полемику в научных кругах об их реальности, так как статистика была мала. Из всех методов регистрации орбит метеорных тел до настоящего времени самым статистически обеспеченным является радиолокационный метод. Вместе с тем наземные радиолокационные эксперименты (высокой чувствительности и точности) по регистрации орбит метеорных тел являются дорогостоящими, энергоемкими и достаточно сложными. В настоящее время активно функционирует только одна наземная радиолокационная система по определению орбит — канадский метеорный радар CMOR (в ее активе более 3 миллионов метеорных орбит). Несколько процентов орбит, полученных на радаре CMOR, — гиперболические. В открытом доступе эти данные отсутствуют. В мировом ресурсе среди других данных прошлых лет (также в полном объеме отсутствующих в открытом доступе) следует выделить высококачественные метеорные орбитальные данные, полученные в Харькове на метеорной автоматизированной радиолокационной

системе (МАРС) в 1972–1978 годах (около 250 тысяч орбит), которые по ряду показателей являются непревзойденными до настоящего времени. Известный украинский ученый из Киева профессор Всехсвятский С.К. был инициатором исследования гиперболических орбит, полученных на харьковском радаре МАРС, число которых при формальном отборе по $e > 1$ оказалось около 7 тысяч. Актуальность исследования гиперболических орбит и сильно вытянутых орбит метеорных тел резко возросла сегодня с новыми задачами и возможностями исследования Солнечной системы и межзвездного пространства. В силу своей сильной вытянутости орбиты с большими значениями эксцентриситета, которые наблюдаются на Земле, с одной стороны могут «царапать» Солнце, а с другой стороны достигать границ Солнечной системы. Имеется настоятельная потребность в доступе ко всем исходным экспериментальным данным с описанием условий их получения, а не только к результатам анализа данных. Опубликование настоящего выборочного каталога (частями, в силу большого объема данных), позволит ученым, которые располагают собственными радиолокационными данными с орбитами такого класса метеорных тел, и всем другим заинтересованным ученым сравнить имеющиеся у них аналогичные данные и использовать настоящий каталог для уточнения моделей распределения метеорного вещества. Каталог в электронном виде является современным инструментарием научных исследований и при надлежащем оформлении будет внесен в метеорную базу данных Международного астрономического союза, дополнив имеющийся там выборочный харьковский каталог метеорных эллиптических орбит по наблюдениям 1975 года.

Зміна рефракції в залежності від параметрів земної атмосфери

Копчак Ю.В., Заболотна Ю.І.

Національний авіаційний університет

Рефракція світла в атмосфері — атмосферно-оптичне явище, що викликається заломленням світлових променів в атмосфері і виявляється в зсуві видалених об'єктів, а інколи і в зміні їх форми. Деякі прояви рефракції, як, наприклад, сплюснута форма дисків Сонця і Місяця біля горизонту, мерехтіння зірок, тремтіння далеких земних предметів в жаркий день, були відмічені вже в давнину.

Рефракція залежить від закону розподілу щільності в атмосфері. Якби температура всіх шарів повітря була однаковою, то щільності були б пропорційні тискам, і рефракція обчислювалася б дуже просто. Але температура повітря зменшується з висотою за законом, який ще невідомий, тому і закон розподілу щільності залишається теж невідомим, а теорію рефракції доводиться засновувати на різних гіпотезах будови атмосфери, обраних так, щоб обчислена рефракція добре узгоджувалася зі спостереженням.

Крім будови атмосфери, рефракція залежить від абсолютної величини щільності повітря, тобто змінюється з тиском і температурою; тому для обчислення рефракції необхідно записувати при спостереженнях показання баро-

метра і термометра.

Особливо погано піддається обчисленню рефракція поблизу горизонту, тому астрономи рідко спостерігають світила нижче $10-15^\circ$ висоти над горизонтом. Внаслідок рефракції світила сходять раніше і заходять пізніше, ніж це відбувалося б за відсутності атмосфери. Розробка більш точної теорії рефракції враховує кривизну повітряних шарів, закон зміни щільності атмосфери, атмосферний тиск, температуру й вологість повітря. Результати розрахунку астрономічної рефракції при температурі повітря $+10^\circ\text{C}$ і атмосферному тиску 760 мм рт. ст., поблизу обрію рефракція приблизно дорівнює $0,5^\circ$. При низьких температурах рефракція значно підсилюється і у деяких випадках у полярних країнах поблизу обрію досягає 2° .

В атмосфері завжди відбувається швидке переміщення повітряних мас різної щільності, від чого виникають різкі коливання рефракції. Для неозброєного ока це проявляється в мерехтінні зірок, а при спостереженні в телескопи — у спотворенні координат небесних світил.

Негативна турбулентна в'язкість і турбулентний діамagnetизм сонячної плазми

Криводубський В.Н.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Протягом тривалого часу серед дослідників існувало породжене спостереженнями переконання, що турбулентність в природних середовищах завжди руйнує структури всіх видів. Проте з часом наступило розуміння, що за певних умов дрібномасштабна турбулентність може породжувати макроскопічні структури. Перший крок в обґрунтуванні цього напряму зробив Лебединський [1], який показав, що анізотропна турбулентна конвекція відповідальна за диференціальне обертання СКЗ. Пізніше цей результат незалежно отримав Бірман [2]. Особливість нового підходу полягала в демонстрації того, що турбулентність, всупереч загально поширеному переконанню, не завжди руйнує великомасштабні структури, а за певних умов може їх *створювати*. На особливу роль турбулізованих конвективних потоків в МГД вперше звернули увагу Гуревич і Лебединський [3] при дослідженні природи магнітних полів сонячних плям і Френкель [4] при вивченні магнітного поля Землі. Потім Паркер [5] запропонував механізм створення великомасштабного полоїдального магнітного поля Сонця з тороїдального поля під дією циклонної турбулентної конвекції. Фізичні процеси, вперше описані Лебединським, Бірманом і Паркером, були прикладами явищ, при яких дрібномасштабна турбулентність приводить до виникнення гідродинамічних і магнітних макроскопічних структур. Подальші за згаданими піонерськими роботами інтенсивні теоретичні дослідження і чисельні експерименти прояснили фізичну суть виявленого феномена. Було показано, що за певних умов в турбулентній плазмі квадрат вихришви швидкості може передаватися по спектру від великомасштабних рухів до дрібномасштабних, тоді як енергія передається в протилежну сторону, що

приводить до появи енергоємних макромасштабних вихрових (турбулентних) утворень — так званий *зворотний (інверсний) каскад енергії турбулентності*. Останній процес приводить до ефекту *негативної турбулентної в'язкості* [6], який характеризує не фізичні властивості рідин і газів, а статистичні властивості їх турбулентних рухів. Суть позитивної молекулярної в'язкості полягає в перешкоді відносним рухам в рідині, тоді як ефект негативної в'язкості полягає в підтримці різниці швидкостей або збільшенні її.

Важливий прогрес в поясненні феномена утворення макроскопічних структур в турбулентному середовищі пов'язаний із залученням до розгляду *спіральних* рухів рідини. Виявилось, що виникненню інверсного енергетичного каскаду в тривимірній турбулентності, що приводить до ефекту негативної в'язкості, сприяє швидке обертання систем, в яких розвиваються *спіральні рухи* (циклонне обертання, при якому усереднена спіральність поля швидкостей $\langle \mathbf{v} \cdot \text{rot } \mathbf{v} \rangle$ відмінна від нуля).

У зв'язку з цим ми вважаємо, що негативна турбулентна в'язкість може зіграти важливу роль у поясненні дискретної структури сонячних магнітних полів. Як відомо, скрізь над поверхнею Сонця магнітні поля виявляють незвичайну і, на перший погляд, важко з'ясовну властивість спонтанно концентруватися в дискретні магнітні силові трубки (МСТ) однієї полярності в діапазоні від маленьких факельних точок і пор до крупних плям. Викликає здивування, як можуть притягуватися магнітні вузли однакової полярності всупереч тому, що однополярні магнітні поля повинні відштовхуватися. Тому необхідно зрозуміти, чому магнітні поля однієї полярності поведуться так незвично. Явище негативної турбулентної в'язкості набуває особливої актуальності при дослідженні перебудови магнітного поля на Сонці, оскільки за певних умов в конвективній зоні, що обертається, воно може сприяти стискуванню (концентрації) магнітних полів в ізольовані МСТ. Для виникнення негативної дифузії (у міру збільшення величини керуючого параметра — в даному випадку числа Рейнольдса) потрібні великі кути повороту (π або 3π) магнітних силових ліній. Тобто, необхідно, щоб за характерний час існування окремого турбулентного вихору Сонце встигло зробити багато оборотів. А саме, для нестійкого зростання локального магнітного поля необхідно, щоб час підтримки спіральності турбулентних вихорів τ_α перевищував характерний час пульсацій τ ($\tau_\alpha \approx (2 \div 3)\tau$). В результаті розрахунків для параметрів моделі конвективної зони Стікса показано, що в глибоких шарах Сонця створюються сприятливі умови ($\tau_\alpha > \tau$), при яких негативна спіральна в'язкість може сприяти концентрації магнітних полів в ізольовані силові трубки. Після магнітного спливання на сонячну поверхню їх можна спостерігати у вигляді дискретних магнітних структур впродовж тривалого часу з величиною магнітної індукції від 1500 Гс в магнітних джгутах і порах до 3000 Гс в сонячних плямах.

Тому необхідно пояснити тривалу стабільність рівноважного стану цих структур, насамперед плям, після спливання породжуючих їх магнітних полів на сонячну поверхню: ефект самоутримання однополярного магнітного поля,

коли магнітні силові трубки (МСТ) в підфотосферних шарах займають близьке до вертикального положення. Ми вважаємо, що істотну роль в рішенні цього питання може зіграти *макроскопічний турбулентний діамagnetизм*, фізичний сенс якого полягає в ефекті витісненні великомасштабного магнітного поля з ділянок з підвищеною інтенсивністю турбулентних пульсацій в місця з менш розвиненою турбулентністю уздовж градієнта турбулентної в'язкості. Наша ідея полягає в тому, що магнітне поле пригнічує турбулентну конвекцію в тіні плями і тим самим сприяє формуванню на межі між МСТ і навколишньою плазмою межового вертикального шару *неоднорідної турбулентності*, в якому інтенсивність турбулізованих конвективних пульсацій істотно зростає в поперечному (горизонтальному) напрямі при переході від плями до фотосфери або СКЗ. В результаті тут створюється просторовий градієнт турбулентної в'язкості, необхідний для виникнення ефекту макроскопічного турбулентного діамagnetизму. Якщо врахувати модифіковану двомірну турбулентну магнітну в'язкість, породжену сильним магнітним полем в тіні плями, то у відміченому вертикальному перехідному шарі має місце *конкуренція двох протилежно направлених процесів перенесення* магнітного поля в горизонтальній площині — направленою з тіні плями назовні двомірної турбулентної магнітної дифузії і макроскопічного турбулентного діамagnetизму, що *діє проти неї*. Ми взяли до уваги відмінність інтенсивностей турбулентних пульсацій в тіні плями (де турбулентні пульсації пригнічені сильним магнітним полем) і в плазмі, що оточувала пляму, без магнітних полів (фотосфера і СКЗ, де магнітного пригнічення турбулізованої конвекції немає). В результаті розрахунків для турбулентних параметрів тіні плями, фотосфери і моделі СКЗ Стікса було встановлено наступне. У тіні плями його розпад визначається повільною *магнітною дифузією*, зумовленою відносно *низькою* (пригніченою магнетизмом) двомірною турбулентною в'язкістю в тіні плями. Тоді як поза плямою магнітні поля, що в результаті двомірної турбулентної дифузії виносяться з плями у фотосферу/СКЗ, під впливом сильної зовнішньої турбулізованої конвекції повинні «закидатися» назад в пляму. Ми вважаємо, що саме цей процес (ефект макроскопічного діамagnetного «повернення» дифундуючого назовні магнітного поля з СКЗ або фотосфери назад до плями), разом з рядом інших фізичних процесів, зокрема, інтенсивно досліджених останнім часом Олександром Соловйовим [7], з Пулковської обсерваторії РАН, відіграє істотну роль в тривалій стабільності рівноважного стану вертикальних МСТ плям.

1. Лебединский А.И. // Астрон. журнал. — 1941. — **18**, № 1. — С.10.
2. Biermann L. // Zeits. Astrophys. — 1951. — В.28. — S.304.
3. Гуревич Л.Э., Лебединский А.И. // ДАН СССР. — 1945. — **49**. — С.92.
4. Френкель Я.И. // ДАН СССР. — 1945. — **49**. — С.98.
5. Parker E.N. Hydromagnetic dynamo models // Astrophys. Journal. — 1955. — **122**. — P.293.
6. Starr V.P. Physics of Negative Viscosity Phenomena. — Toronto, London, Sydney: McGraw-Hill Book Company, 1968.

Природа Челябінського метеориту

Кручиненко В.Г., Чурюмов К.І., Мозгова А.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Яскравий болід, який закінчився потужним вибухом, спостерігався 15 лютого 2013 р. над Південним Уралом.

Сенсори, встановлені на геостационарних супутниках, працюючих в інтересах міністерства оборони США і міністерства енергетики США, зафіксували повітряний вибух від Челябінського боліду і визначили його світимість, яка за даними НАСА (NASA) склала $E_0 = 3,75 \cdot 10^{14}$ Дж, з чого слідує оцінка повної енергії метеориту, що породив цей болід, дорівнює 440 кілотон. Швидкість боліда за тими ж даними у момент максимальної яскравості склала 18,3 км/с. Подія сталася в точці з координатами $54,8^\circ$ півн. ш., $61,1^\circ$ сх. д. на висоті 23,3 км в 03:20:33 за Гринвичем. Наближена оцінка маси і розміру при густині $3,6$ г/см³ склали відповідно порядку 10 000 тонн і діаметр близько 18 м.

На підставі теорії метеороного явища [1] отримано формулу для максимальної маси метеороїда:

$$m_{0\max} = 1,84 \cdot 10^9 \left[\frac{AH^*}{\delta^{2/3} \cos Z_R} \right]^3, \quad (1)$$

де A — коефіцієнт форми тіла, H^* — висота однорідної атмосфери, δ — густина тіла, Z_R — зенітна відстань радіанта. Із формули (1) випливає, що максимальна маса такого метеороїда не залежить від швидкості, а визначається коефіцієнтом форми, величиною шкали висот, густиною тіла та $\cos Z_R$. Приймавши коефіцієнт форми $A = 1,21 \dots 1,65$; $H^* = (6,7 \dots 7,3) \cdot 10^5$ см; $\delta = 3$ г/см³ і $\cos z_R = 1,0 \dots 0,5$, одержимо $m_{0\max} = 1,1 \cdot 10^8 \dots 2,8 \cdot 10^9$ г, тобто максимальна маса тіла, яке може досягти максимального гальмування у межах земної атмосфери, становить $\sim 3 \cdot 10^9$ г. Максимальний діаметр такого тіла дорівнює ~ 3 м, а не 100 м, як вважали автори роботи [2]. Якщо у формулу (1) підставити густину залізного метеороїда ($7,8$ г/см³), то максимальна маса буде дещо меншою: $1,6 \cdot 10^7 \dots 4,1 \cdot 10^8$ г. Метеорні тіла, маси яких перевищують $3 \cdot 10^9$ г, будуть мати максимальне гальмування (формально) нижче поверхні Землі, тобто вони не будуть спричинювати вибухи-спалахи в атмосфері, а у разі падіння на поверхню планети утворюють вибухові кратери.

Виходячи з наведеного, оцінки розміру Челябінського тіла порядку 15–20 м (явище 15.02.2013), які опубліковані в пресі, суттєво завищені. Помилкові також і оцінки висоти його вибуху. На підставі тих руйнувань, які утворені вибуховою хвилею, висота вибуху не повинна перевищувати 10–12 км і його маса повинні бути порядку 300 т. При розмірах 15–20 м, воно б не досягло висоти максимального гальмування у межах земної атмосфери і вибухнуло б на поверхні Землі, утворивши великий вибуховий кратер, подібний Аризонському.

1. *Кручиненко В.Г.* Математико-фізичний аналіз метеорного явища. — Київ: Наукова думка, 2012. — 295 с.
2. *Hills J.G., Goda P.* Damage from the impacts of small asteroids // Planet Space Sci. — 1998. — **46**. — P. 219–229.

Ротаційна нестійкість ядра комети Хартлі-2 і астероїда Ітокава

Ксанфомаліті Л.В.¹, Чурюмов К.І.²

¹Інститут космічних досліджень РАН, Москва

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Космічний апарат Deep Impact (проект EPOXI, NASA) зблизився з ядром комети 103P/Хартлі-2 (103P/Hartley 2) у листопаді 2010 р. і передав знімки цього невеликого небесного тіла, форма якого нагадує форму гантелі з гладкою шийкою. Оскільки обертання ядра призводить до виникнення відцентрових сил, шийка гантелі виникла під їх дією і зараз відбувається повільне, але безперервне подовження шийки, яке повинно завершитися поділом ядра на два фрагменти. В роботі проведені розрахунки динамічної еволюції реального ядра комети Хартлі 2. Розрахунок показує, що у вузькій частині відцентрові сили перевершують гравітаційні і ядро реально знаходиться в стані його майбутнього розриву і поділу на 2 частини. При відсутності зовнішніх збурень обидві частини небесного тіла розійдуться на відстань менше 1 км. Форма ядра комети Хартлі 2 є своєрідним передвісником поступового руйнування малого тіла Сонячної системи. Аналогічні розрахунки зроблено і для малої планети Ітокава, де є подібне утворення (гладка шийка), але сили тяжіння в області цієї пекулярної структури переважають відцентрові сили, і динамічна еволюція астероїда Ітокави не завершиться руйнуванням цього малого тіла.

Телевизионные наблюдения метеоров в НИИ НАО

Куличенко Н.А., Шульга А.В., Козырев Е.С., Сибирякова Е.С.

Научно-исследовательский институт Николаевская астрономическая обсерватория

В 2011 г. в НИИ НАО введен в эксплуатацию опытный вариант системы метеорных телескопов, который включает 2 объектива Canon ($D = 47$ мм, $F = 85$ мм), оснащенных ТВ ПЗС-камерами Wattec (768×576 , 8.3μ). Поле зрения каждого телескопа составляет $4.2^\circ \times 3.2^\circ$. Наблюдения проводятся комбинированным методом. Для наблюдений используется программное обеспечение автоматической регистрации метеорных явлений с использованием ТВ камер “Meteor detect”, разработанное в НИИ НАО. Метод автоматического детектирования метеорных явлений заключается в выделении ячеек изображения, отношение сигнал/шум которых превышает пороговое значение по сравнению с отношением сигнал/шум этих же ячеек на предыдущих кадрах. Помимо отношения сигнал/шум анализируется также скорость объектов. Параллельно с записью изображения метеора проводится накопление и сохранение кадров с опорными звездами.

В 2012 г. система метеорних телескопов состояла из трех объективов: один с $D = 41$ мм, $F = 50$ мм, и два с $D = 50$ мм, $F = 100$ мм, при помощи которых получена 1101 однопунктная регистрация метеорных явлений. Все данные обработаны до экваториальных координат. Для всех метеоров рассчитаны угловые скорости и координаты полюсов больших кругов метеорных траекторий.

Из сравнения суточных и часовых чисел со статистикой телевизионных наблюдений ИМО сделан вывод, что в течение года комплексом метеорных телескопов наблюдались такие потоки: η -Акварииды (ETA, дата максимума 05.05.2012), Ориониды (ORI, 21.08.2012), Леониды (LEO, 17.11.2012) и Геминиды (GEM, 13.12.2012).

Рівняння Ейнштейна у випадку статичної циліндричної симетрії і діагональний тензор енергії-імпульсу

Леонов А.Б.

Днепропетровский национальный университет

Серед розв'язків рівнянь Ейнштейна найбільш важливими, окрім вакуумного, є розв'язки із ідеальною рідиною, у присутності електромагнітного поля, та розв'язки з космологічною сталою. У найпростіших, найбільш симетричних випадках, компоненти відповідних тензорів енергії-імпульсу пропорційні між собою (коефіцієнти пропорційності є сталими). Тому виникає можливість дослідити всі ці розв'язки одночасно використовуючи діагональний тензор енергії-імпульсу із довільними коефіцієнтами пропорційності між його компонентами.

Ми проводимо це дослідження у випадку статичної циліндричної симетрії. Розглянемо наступний тензор енергії-імпульсу

$$T^{\mu}_{\nu} = \begin{pmatrix} lp(\rho) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -p(\rho) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -mp(\rho) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -np(\rho) \end{pmatrix}$$

Тут $p(\rho)$ — деяка невідома функція, що залежить від радіальної координати ρ ; l , m та n — довільні сталі, за допомогою яких можна відтворити тензори енергії-імпульсу ідеальної рідини, статичного електричного поля та випадок космологічної сталої. Наступні значення сталих відповідають цим випадкам

	l	m	n
Статичне електричне поле	−1	−1	−1
Ідеальна рідина	α	1	1
Космологічна стала	−1	1	1

Звичайно ж, ми шукаємо розв'язок рівнянь Ейнштейна при всіх можливих значеннях цих сталих — таким чином ми отримаємо і деякі нові розв'язки. Аналогічне дослідження, в рамках якісного дослідження рівнянь Ейнштейна у випадку сферичної симетрії, було проведено в [1, 2].

У випадку, що розглядається в даній роботі, рівняння Ейнштейна можна

звести до системи трьох однорідних диференціальних рівнянь першого порядку (ці рівняння є, по суті, рівняннями для коефіцієнтів зв'язності)

$$\Omega' = -\Omega\Psi + \frac{1}{2}(l+m+n+1)(\Phi\Psi - \Omega^2)$$

$$\Phi' = -\Omega^2 + m(\Phi\Psi - \Omega^2)$$

$$\Psi' = -\Psi^2 + (n+1)(\Phi\Psi - \Omega^2).$$

Надалі, в залежності від значень сталих виділяються три різних випадки. В одному випадку систему можна проінтегрувати повністю; в двох інших випадках система спрощується до системи з двох рівнянь, які можна досліджувати якісно.

1. *Grigoryev S.B.* Qualitative analysis of static spherical symmetric solution of Einstein equation // Proc. Int. Conf. GRG (GR-13), 1992.
2. *Григорьев С.Б.* Качественное исследование уравнений Эйнштейна для статической сферически-симметричной метрики // Кинематика и физика небесных тел. — 1994. — Т. 10, № 1. — С.25.

Фізичні властивості Сонця

Лозицький В.Г.

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Сонце — не тільки найближча, але й по-своєму унікальна зоря. Це зоря з оптимальною масою, що дорівнює $2 \cdot 10^{33}$ г. Завдяки такій масі (а також відповідному хімічному складу) вона світитиме нам так, як зараз, ще дуже довго — біля 5 мільярдів років. Сонце світить і зігріває своїм теплом Сонячну систему завдяки тому, що в його ядрі протікає реакція термоядерного синтезу водню в гелій, притому дуже повільно, тунельним ефектом. Сонце — стабільна й надійна зоря, воно й надалі світитиме без грандіозних вибухів типу спалахів нових і наднових зірок, які могли б знищити біосферу. Відмітимо, що надновими стають на завершальній стадії еволюції лише масивні зорі — принаймні у 3 рази масивніші, ніж Сонце. Такими є, наприклад, Полярна, Бетельгейзе, Денеб та інші. Але вони від нас досить далеко (більше 600 світлових років) і ніяк нам не загрожують.

Ще одне благо — те, що Сонце одиночна зоря. Якби Сонце входило в склад подвійної, потрійної чи кратної системи, орбіта Землі була б дуже складною, з періодичними наближеннями й віддаленнями від зірок-супутників. А це створювало б постійні й значні коливання температури на планеті, нестерпні для сучасного високорозвинутого життя. Насправді ж Сонце близьких зірок не має, орбіта Землі майже кругова і це дає практично однаковий обігрів планети впродовж кожного її оберту навколо Сонця.

Потужність енергетичного потоку від Сонця (його світність) змінюється у сучасну епоху дуже незначно — в межах 0.1%. Такі зміни світності теоретично міняють температуру на Землі лише на 0.1°C, тобто дуже мало в порівнянні з ефектами глобального потепління. Однак за даними дослідження кернів

багатовікового льоду в Антарктиді й Гренландії, фактичні зміни глобальної температури на Землі за останні 420 тисяч років були набагато більшими — в діапазоні приблизно 10°C (Petit et al. 2001). Виявляється, що за цей час на Землі був в основному льодовиковий період ($\approx 90\%$ часу), коли температура на Землі була нижча сучасної на величину до $6-8^{\circ}\text{C}$. Проміжки між льодовиками є відносно короткими і повторюються з періодом близько 100 тис. років. Попередні чотири міжльодовикові періоди були 125 000, 280 000, 325 000 і 415 000 років тому, а між ними були значно довші льодовикові періоди. Всі попередні міжльодовикові періоди були на $1-3$ градуси теплішими сучасного періоду. Сучасний міжльодовиковий період (голоцен) триває вже 11.6 тисяч років і, як це видно з його порівняння з попередніми аналогічними періодами, рано чи пізно має змінитись льодовиковим періодом. Однак перехід до льодовикового періоду має бути дуже поступовим — з типовою середньою швидкістю приблизно $1/500$ градуса за рік, тому виявити таку зміну можна хіба що через 500–1000 років. Цікаво, що в попередні чотири міжльодовикові періоди концентрація CO_2 ніколи не перевищувала 0.029% , тоді як концентрація CO_2 нині досягає 0.039% . Поскілки в голоцені температура приблизно на 2 градуси нижча, ніж в попередні чотири міжльодовикові періоди, є сумнівним те, що основним фактором сучасного глобального потепління є саме антропогенне забруднення атмосфери Землі парниковими газами. Скоріш всього, тут основному роль грають природні фактори, а саме: а) зміна світності Сонця, б) зміна елементів орбіти Землі, в) варіації геомагнітного поля, д) зміни сонячної активності.

Щодо змін світності Сонця у далекому минулому, то це питання ґрунтовно розглядається в рамках стандартної моделі Сонця. Один з важливих висновків цієї моделі полягає в тому, що Сонце, перебуваючи на сучасній стадії еволюції — стадії головної послідовності, або V -класу світності — має поступово “розгорятись”, збільшуючи свою світність. Це пов'язано з тим, що температура в центральній частині Сонця T_c теоретично розраховується так: $T_c = AGm_cM/kR$, де A — деяка константа, близька до $2/3$, G — гравітаційна стала, m_c — середня маса мікрочасток в зоні протікання реакцій термоядерного синтезу, M — маса Сонця, k — стала Больцмана, R — радіус Сонця. При чисто водневій плазмі й повній йонізації середовища $m_c = 0.5m_p$ (де m_p — маса протона), при чисто гелієвій плазмі і також повній йонізації середовища $m_c = \frac{4}{3}m_p$, а при наявності лише важких ядер і електронів — $m_c \approx 2m_p$. Поскілки при термоядерному синтезі водню в гелій частка водню зменшується, а гелію — збільшується, очевидно, це повинно давати невинне збільшення параметра m_c , а отже, й температури T_c . А підвищення температури сонячного ядра неминуче повинно збільшувати світність Сонця — теоретично на $30-40\%$ за останні 4 мільярди років. Тобто теоретично в минулому Сонце мало значно меншу світність, ніж нині.

Однак це не узгоджується з даними моделювання клімату й палеонтологічними даними. Розрахунки показують, що якби світність Сонця зменшилась

лише на 5%, Земля повністю зледеніла б, її альbedo збільшилося б, і навіть коли б Сонце знову відновило свою світність на сучасному рівні, Земля так і осталась би повністю покритою льодом і снігом.

Цей висновок — одна з проблем стандартної моделі Сонця. Висловлювалась гіпотеза, що насправді внутрішня будова Сонця відрізняється від класичної, згідно з якою Сонце має ядро з променевим перенесенням енергії, далі зону променевого переносу і ще далі, найближче до поверхні, — конвективну зону. По цій моделі, область хімічного перемішування включає лише конвективну зону, тоді як у ядрі і зоні променевого переносу хімічного перемішування немає. А якщо там немає перемішування — то й немає збагачення середовища «свіжим» воднем, який ще може, згоряючи, перетворюватись у гелій. Суть гіпотези про неklasичну внутрішню будову Сонця полягає в тому, що можливо, насправді все-таки існує дуже повільне перемішування не тільки в конвективній зоні, а також і в глибших надрах Сонця. Таке перемішування не повинно відповідати відомому критерію Шварцшильда, згідно з яким для конвективної рівноваги адіабатичний градієнт має бути по модулю менший, ніж променевий. Але така «нешварцшільдівська» конвекція — нині не більше, ніж робоча гіпотеза.

Ще одна гіпотеза на цю тему зводиться до того, що насправді надра Сонця чомусь дуже збагачені важкими елементами. Загальноприйнятий на сьогодні сценарій утворення Сонця з газово-пилової хмари цього не передбачає. Однак все-таки, якщо в надрах Сонця, у ядрі з масою близько половини всієї маси Сонця, вміст важких елементів (починаючи з літію і важчих) досягає 50%, то це суттєво міняє ситуацію. Тоді перетворення водню в гелій при термоядерному синтезі майже не змінює середню масу мікрочасток m_c , а отже, і світність Сонця. Питання тут «лише» в тім, як могло так статись, що Сонце в процесі своєї еволюції отримало таке незвичайне ядро?

Сонячна активність — спорадичні процеси в атмосфері Сонця, пов'язані з спливанням на його поверхню сильних концентрованих магнітних полів. Там, де з'являються ці поля, виникають сонячні плями. Вони можуть мати різну магнітну полярність і індукцію магнітного поля в межах 2000–6000 Гс. Ті групи плям, де сильні магнітні поля розташовані дуже тісно і мають протилежну магнітну полярність, найчастіше дають сонячні спалахи. Сонячні спалахи — це вибухоподібні процеси в його атмосфері, при яких виділяється енергія $10^{27} - 10^{33}$ ерг. Вони тривають від кількох хвилин до 3–4 годин і пов'язані з раптовим перетворенням магнітної енергії в енергію у інших формах — теплову, електромагнітного випромінювання, прискорених часток, ударних хвиль та корональних викидів маси.

Розвиток сонячної активності у поточному 24-му циклі вказує на те, що найімовірніше це буде цикл з активністю нижче середньої, схожий на цикл № 12 (1878–1889 рр.). Очікується, що максимальне згладжене число Вольфа у цьому циклі буде $W_{\max}(24) = 80 \pm 15$, а момент максимуму — перша половина 2014 р.

Хімічний склад коми комети C/2004 Q2 за її спектром 15 січня 2005 р.

Мікаїлов Х.М.¹, Чурюмов К.І.², Гулієв Р.А.¹, Ісмаїлова Ш.К.¹

¹Шамахінська астрономічна обсерваторія НАН Азербайджану

²Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Довгоперіодична комета Мачгольца (офіційна назва C/2004 Q2 (Machholz)) була відкрита Д. Мачгольцем 27 серпня 2004 року. Комету було видно неозброєним оком в січні 2005 року (максимум блиску 4^m). Спектр комети C/2004 Q2 (Machholz) було отримано в області $\lambda\lambda$ 4760 ÷ 6580 Å 15 січня 2005 за допомогою 2-м телескопу ШАО НАН Азербайджану. Всього в спектрі визначено довжини хвиль 280 емісійних ліній. Серед них ототожнено емісійні лінії молекул C_2 , NH_2 , H_2O^+ і заборонених атомів кисню OI та ін. Кількість неототожнених ліній становить 76.

Особливості прояву сейсмічності у 23 циклі сонячної активності у Карпатському регіоні України

Назаревич Л.Є.

Інститут геофізики НАН України, відділ сейсмічності Карпатського регіону, м. Львів

Відомо, що 23-й цикл сонячної активності мав тривалість приблизно 13 років, що є доволі тривалим в порівнянні до середнього циклу 11 років. Він почався в травні 1996 року і закінчився в липні 2009 року, тоді, як дослідники прогнозували його закінчення у 2007 році. 23-й цикл мав ряд особливостей: не найбільша кількість плям на Сонці, як у інших циклах; два піки в зоні максимуму. Цикли сонячної активності різняться тривалістю, амплітудою, періодом наростання і спаду активності. Пояснити ці відмінності можна тим, що основні характеристики циклу залежать від глобальних параметрів (механізм $\alpha\Omega$ -динамі в конвективній зоні Сонця), які управляють циклом. Випадкові короткотермінові і навіть незначні флуктуації цих параметрів можуть привести до спостережуваних варіацій і аномалій сонячної активності. 23-й цикл сонячної активності (СА) був не тільки особливим в аспекті астрономії, але він мав особливий вплив на хід сейсмічного процесу у Карпатському регіоні України. Раніше нами був проведений аналіз сейсмічності і фаз СА у різних циклах і виявлено, що у фазі росту і максимуму СА відбувається значна кількість землетрусів з $K \geq 7$.

Аналіз впливу змін на Сонці на хід сейсмічного процесу в 23 циклі показав, що з початку циклу СА до початку 2001 року сонячна активність і сейсмічний процес ведуть себе синхронно. Було передбачено швидкий спад активності 23 циклу, але він тривав до липня 2009 року. І власне на фазі спаду СА (2003 р.) відбувається скачок сейсмічної активності, пік припадає на 2005–2006 роки (29 землетрусів). З 2006 року сейсмічна активність різко починає падати до 5 землетрусів у 2007 році і цей процес спаду сейсмічності Карпатського регіону України синхронізується зі спадом сонячної активності. Час запізнення між максимумами СА і сейсмічності є близько 4 років. По-

яснення цьому таке: тектонічні структури мають відставання у реагуванні на вплив сонячної радіації через інертність цих структур, особливості геодинамічного режиму, техногенного навантаження, тощо. При помісячному аналізі СА і сейсмічності можна сказати, що фаза максимуму СА триває 14 місяців, а сейсмічності — 17 місяців. До 2004 року дані криві добре між собою корелюють: підйом СА відповідає більшій кількості землетрусів, проміжний спад СА також корелює з сейсмічністю в регіоні, з 04.2004 р. відбувається збільшення кількості землетрусів, яке припадає на фазу спаду СА (запізненням між відповідними максимумами 4,7 років).

Отже, астрономічні особливості 23 циклу сонячної активності певним чином мали вплив на хід сейсмічного процесу у Карпатському регіоні України.

Пряма і обернена задачі планетних відстаней у проблемі ідентифікації екзопланетарних систем

Осипчук М.М.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

У роботі [1] на основі вихрової теорії отримано закон планетних відстаней у будь-яких планетарних системах з масивною центральною зіркою та низкою планет. Цей закон встановлює залежність між первинними параметрами (r_i, ω_i) руху на центральних колах вихрових кілець планетарного вихору та кінцевими значеннями (R_i, Ω_i) , цих параметрів (радіусів та кутових швидкостей) планет у сформованій у полі тяжіння зірки планетарній системі.

Важливе значення має обернена задача, коли за даними експериментальних значень параметрів руху двох екзопланет (R_k, Ω_k) і (R_{k+1}, Ω_{k+1}) знайти визначальні параметри $\{\alpha, C_0, C_2, M\}$ первинного планетарного вихору системи і визначити таким чином основні характеристики цього вихору (загальну кількість планет у системі; їх планетні відстані R_i від зірки; їх кутові швидкості Ω_i обертання навколо зірки). Для пошуку цих параметрів була розв'язана система з 4-х трансцендентних рівнянь у пакеті Maple методом Ньютона за допомогою розробленого авторами спеціального ступінчастого алгоритму. Реалізація цього методу на прикладі ідентифікації екстрасонячної планетарної системи зірки HD10180, у якій відкрито 7 планет з орбітальними параметрами, взятими з таблиць [2], має наступний вигляд:

№ пл.	$y_{\text{теор}}$	$r_{\text{(теор)}}$	$R_{\text{(exp)}}$	$\varepsilon, \%$
1	15,846026	0,023948	0,0223	−7,39
2	22,230185	0,060477	0,0641	5,65
3	28,608202	0,135089	0,129	−4,72
4	34,985440	0,27	0,27	0,00
5	41,364715	0,492999	0,493	0,00
6	47,748356	0,837479		
7	54,139104	1,342455	1,42	5,46
8	60,541108	2,052628		
9	66,962267	3,018485	3,4	11,18
10	73,423703	4,296559		

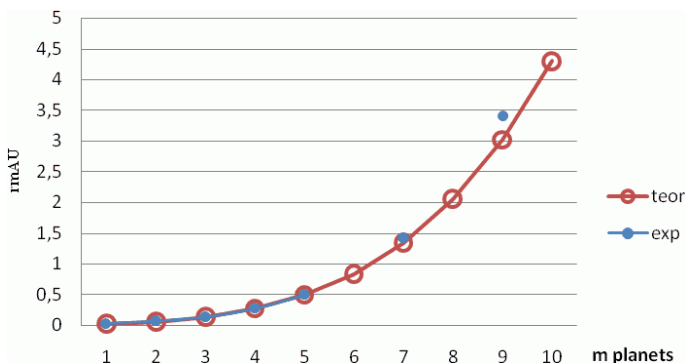


Рис. 1. Ідентифікація планетарної системи HD10180

Таким чином, розроблена методика дозволяє обрахувати остаточні положення та параметри руху (R_i, Ω_i) усіх планет нових екзопланетарних систем, у тому числі й ще не відкритих. Це дасть астрономам обґрунтовані підстави для пошуку нових екзопланет, тобто для повної ідентифікації екзопланетарних систем.

1. *Перехрест В.І.* Закон планетних відстаней у вихровій теорії планетарних систем // Вісник Дніпропетр. ун-ту, Механіка. — 2011. — вип. 15, том 1. — С. 21–33.
2. <http://exoplanets.org/exotable/exotable.html>

Возможность глобального количественного картирования растительности Земли на основе спутниковых информационных продуктов

Пестова И.А.

Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины

В отличие от первых аэрофотосъемок, проводившихся 150 лет назад, современные технологии позволяют осуществлять глобальное картирование в масштабах целой планеты. Для этих целей используется ряд сенсоров низкого и среднего пространственного разрешения: NOAA/AVHRR, EOS/MODIS, Envisat/MERIS, SPOT/Vegetation, Sentinel/MSI — продукты которых используются для изучения текущего состояния и глобальных тенденций биосферы, океана и атмосферы Земли [1].

Наибольший спектр информационных продуктов получают на основе многоспектральных данных спектрорадиометров MODIS, установленных на борту спутниковой системы наблюдения Земли EOS. Эта система позволяет осуществлять ежедневный оперативный мониторинг всей поверхности планеты. Съемка выполняется в полосе шириной 2330 км, регистрируются изображения в 36 спектральных диапазонах видимого, ближнего, среднего и теплового инфракрасного спектра. Данные получают с пространственным разрешением 250, 500 и 1000 м и радиометрическим разрешением 12 бит на пиксел. Стандартные продукты MODIS разделяются по уровням обработки на базовые, тематические и конечные продукты для широкого использования [2].

MODIS Land Products (рис. 1) позволяют определить физические характеристики земной поверхности, такие как температура и эмиссионная способность, альbedo, типы земной поверхности их изменения, процент снежного покрова, вегетационные индексы, индекс листовой поверхности, первичную продуктивность растительности, поверхностное количество осадков, тепловые аномалии и т.д. Некоторые широко востребованные типы информационных продуктов второго и третьего уровней обработки перечислены ниже:

MOD09 Surface Reflectance

MOD11 Land Surface Temperature & Emissivity

MOD12 Land Cover/Land Cover Change

MOD13 Gridded Vegetation Indices (NDVI & EVI)

MOD14 Thermal Anomalies, Fires & Biomass Burning

MOD15 Leaf Area Index & FPAR

MOD16 Evapotranspiration

MOD17 Net Photosynthesis and Primary Productivity

MOD43 Surface Reflectance

MOD44 Vegetation Cover Conversion

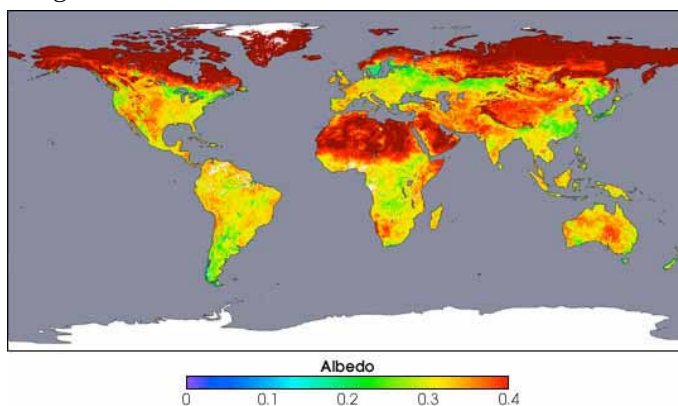


Рис. 1

Глобальный спутниковый мониторинг позволяет изучать планету как единую систему геосфер с учётом химического состава и динамики океана и атмосферы, водного и энергетического баланса, глобального биохимического цикла, экосистем различных ландшафтно-климатических зон. В частности, долговременные спутниковые наблюдения среднего пространственного разрешения позволяют выявлять и прогнозировать изменения растительного покрова и экологического состояния урбанизированных территорий [3].

1. Rodell M., Houser P.R., Jambor U., Gottschalck J., Mitchell K., Meng C.-J., Arsenault K., Cosgrove B., Radakovich J., Bosilovich M., Entin J.K., Walker J.P., Lohmann D., Toll D. The global land data assimilation system // Bulletin of the American Meteorological Society. — 2004. — Vol.85, No. 3. — P. 381–394.
2. Morisette J., Heinsch F.A., Running S.W. Monitoring global vegetation using moderate-resolution satellites // Eos. — 2006. — Vol.87, No.50. — P. 567–568.

3. *Пестова І.О.* Виявлення довготривалих трендів стану рослинності урбанізованих територій // Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів “Екологічна безпека держави”. — Київ: НАУ, 2013. — С.16.

Астрономические основания астробиологии

Рябов М.И.

Одесская обсерватория «УРАН-4» Радиоастрономического института НАН Украины; кафедра астрономии физического факультета Одесского национального университета

Исследования последнего десятилетия показывают, с одной стороны, широкий спектр экологических ниш для существования и воспроизведения живых организмов на дне земных океанов, в облаках, в вечной мерзлоте и горячих вулканических источниках. Отдельные формы жизни оказываются чрезвычайно устойчивыми и проявляющие способность к восстановлению своей деятельности даже в условиях открытого космоса. С другой стороны, возможно наличие в прошлом подходящих для жизни условий на Марсе, а также на спутниках Юпитера и Сатурна (где с большой долей вероятности имеются подповерхностные океаны). Обнаружение большого числа разнообразных экзопланет говорит о возможности существования во Вселенной различных жизненных форм. Однако наиболее актуальными являются вопросы появления и развития жизни на Земле, перспективы развития земной цивилизации и ее стратегия освоения нашей планетной системы. Для решения этой задачи необходим синтез основных достижений астрономии, геофизики, биологии и гелиобиологии. Это придает актуальность новой отрасли науки — астробиологии, изучающей многообразие возможных сред для возникновения и развития биологических объектов. Освещается опыт преподавания курса «Астрономические основания астробиологии» для магистров биологов в 2012–2013 учебном году в Одесском национальном университете им. И.И.Мечникова. Подобный курс впервые читается в странах СНГ.

Особенности динамики развития 23–24-го циклов солнечной активности

Рябов М.И., Лукашук С.А., Сухарев А.Л.

Одесская обсерватория «УРАН-4» Радиоастрономического института НАН Украины; кафедра астрономии физического факультета Одесского национального университета

На основе применения вейвлет-анализа рассмотрены особенности динамики развития 23–24-х циклов солнечной активности по основным показателям: числам Вольфа, суммарной площади групп пятен и вспышечному индексу отдельно для северного и южного полушарий. Показано, что активность в северном и южном полушариях существенно отличается в проявлении основных периодических процессов определяемых видом «спектров периодов». В ходе развития цикла активности происходит попеременное преимущественное развитие сначала северного, а затем южного полушарий. Так в 23-м цикле первый максимум 2000 года определялся активностью северного полушария,

а второй максимум 2002 года был вкладом южного полушария. Формирование таких свойств солнечного цикла определяется развитием комплексов активных областей на Солнце представляющих собой несколько групп пятен объединенных в единую магнитную систему. Эпизодически возникают крупномасштабные комплексы активности, связывающие активные области северного и южного полушария. Эволюция комплексов активности сопровождается наиболее значительными проявлениями вспышечной активности.

Спектры периодов переменности потоков внегалактических радиоисточников 3C120, CTA102, DA55, OJ287 на сантиметровых волнах

Рябов М.И., Сухарев А.Л., Донских А.И., Аллер М.

Одесская обсерватория «УРАН-4» Радиоастрономического института НАН Украины

Анализировались данные длительного мониторинга потоков внегалактических радиоисточников, полученных на частотах 4.8, 8 и 14.5 ГГц в радиоастрономической обсерватории Мичиганского университета. Исследовались вариации потоков радиоисточников 3C120, CTA102, DA55 и OJ287 на основе полномасштабного применения вейвлет анализа. Были выявлены долгопериодические (трендовые) и короткопериодические компоненты для каждого источника на всех исследуемых частотах и определено время их существования. Построены «спектры периодов» для каждого года наблюдений, позволяющие оценить вклад отдельных периодов в формирование наиболее мощных фаз активности радиоисточников. Полученные данные сравнивались с результатами VLBI наблюдений проявления активности в ядре и джете.

Використання космічної інформації ДЗЗ для дослідження стану міських територій (на прикладі м. Києва)

Соколовська А.В.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі

Інституту геологічних наук НАН України, Київ

В останні роки дистанційне зондування урбанізованих територій дало можливість не тільки покращити горизонтально-вертикальне міське планування, а ще й на досить високому рівні досліджувати екологічний стан мегаполіса. На сьогоднішній день дані супутникових систем спостереження прив'язані до місцевості і надають можливість збору інформації для міських та приміських територій у різних просторових, часових і спектральних масштабах. Тому виникає необхідність створення якісно нових системних методів використання космічної інформації ДЗЗ, що підвищать ефективність дослідження урбанізованих територій на основі комплексних досліджень геосистеми.

В основі роботи було оцінити поступові зміни, що відбуваються в урбанізованих середовищах з використанням багаторічних космічних зніманих супутника Landsat та змодельовати різні сценарії подальшого розвитку екологічного стану території, а також більш детально виділити складові урболанд-

шафту, які мають як негативний так і позитивний вплив на стан міста на основі супутникових даних високої розрізненості QuickBird.

Об'єктом дослідження є ділянка антропогенно змінених ландшафтів, на якій простежується посилення техногенного навантаження (територія м. Києва).

Сучасний розвиток великих міст багато в чому відбувається за рахунок перетворення і більш раціонального використання внутрішньої структури без розширення меж міської території. В результаті витісняється зелена зона, відбувається ущільнення території забудовою, збільшується чисельність населення і відповідно транспорту, що безумовно позначається на екологічному стані міського середовища. Урбанізація призводить до погіршення якості повітря, процесів міських екосистем та біорізноманіття в зв'язку з чим виникає необхідність вивчення міських територій як складної системи.

На основі дешифрування і аналізу КЗ м. Києва було отримано такі дані, як площа території під забудовою міста Києва, яка збільшилася більш ніж на 15% від загальної площі міста за період з 1984 р. по 2011 р. безпосередньо за рахунок зменшення зелених насаджень, а також забудови прибережної зони річки Дніпро. Разом зі збільшенням площі забудови збільшується загальний показник забруднення атмосферного повітря майже вдвічі, що показує безпосереднє збільшення кількості автотранспорту, який є головним забруднювачем повітря (приблизно 83,4% усіх шкідливих викидів в атмосферу). Саме ці фактори і обумовлюють вибір міста Києва як об'єкта дослідження.

В якості методичної основи досліджень стану міських територій використовується системний підхід, що всебічно враховує взаємозв'язок процесів в складній системі, включаючи технічні, екологічні, економічні та соціальні аспекти.

Дослідження проведені з використанням наступних методів:

- метод адаптивного балансу впливів — *Adaptive Balance of Causes* (для розробки моделі і системного моделювання екологічного стану міської території з використанням космічної інформації ДЗЗ);
- метод багатокритеріальної оптимізації (для оцінки динаміки змін складових урболандшафту та техногенного навантаження);
- метод мультифрактальної аналізу (для дослідження варіабельності складових мегаполісу).

Для обробки та інтерпретації матеріалів ДЗЗ були використанні ПК Erdas Imagine та ArcGIS. Статистичні дані зміни площ досліджуваних ландшафтів отримані на основі автоматичної класифікації та розрахунків “спектральних індексів” (нормалізованого різницевого індексу рослинності *NDVI* та нормованого водного індексу *NWI*). Автоматична класифікація виконувалася методом неконтрольованої класифікації кластерів (*Iso Cluster Unsupervised Classification*), що базується на основі ітеративного процесу, який застосовується для обчислення мінімальної евклідової відстані при віднесенні кожної найближчої комірки до певного кластеру.

Розглянуті методи системного підходу до вирішення завдань природокори-

ствання на основі космічної інформації ДЗЗ нададуть змогу далі не лише проводити на якісно новому рівні моніторинг впливу складових ландшафтних комплексів, але також з незначними похибками прогнозувати, виходячи з реальних умов, зміну екологічного стану територій та розробляти збалансований менеджмент і план дій державних служб.

Физические свойства избранных троянцев Юпитера и астероидов группы Гильды по данным ПЗС-фотометрии

Слюсарев И.Г., Шевченко В.Г., Бельская И.Н., Круглый Ю.Н., Черный В.Г.

Институт астрономії Харківського університету ім. В.Н. Каразіна

В работе представлены результаты наблюдательной программы, посвященной исследованию физических свойств и оптических характеристик астероидов, принадлежащих к резонансным группам за главным поясом. С 2007 по 2012 гг. в течение 167 ночей были проведены наблюдения 23 таких астероидов (из них 12 принадлежит к группе Гильды, 11 — к троянцам Юпитера). Наблюдения были выполнены в BVR-фильтрах преимущественно на 0.7-м телескопе Чугуевской наблюдательной станции НИИ астрономии ХНУ, а также использовался 1-м телескоп НИИ «КрАО» (п. Симеиз).

По результатам наших наблюдений для 16 астероидов впервые определены или существенно уточнены значения периодов вращения. Показатели цвета $V-R$ измерены для 22 из наблюдавшихся астероидов, а $B-V$ — для 9. Впервые получены детальные фазовые зависимости блеска для 5 троянцев и 3 астероидов группы Гильды и определены их параметры. У троянцев Юпитера обнаружено отсутствие нелинейного роста блеска в области оппозиционного эффекта вплоть до предельно малых фазовых углов ($0.1^\circ - 0.4^\circ$). Показано, что для объектов группы Гильды, принадлежащих к Р и D- композиционным типам фазовая зависимость блеска линейна во всем измеренном диапазоне фазовых углов, как и у троянцев, а у С-типа наблюдается оппозиционный эффект. Ход фазовых зависимостей блеска астероидов группы Гильды и троянцев Юпитера существенно отличается от фазовых зависимостей кентавров и совпадает с фазовыми зависимостями астероидов главного пояса тех же композиционных типов.

По результатам анализа совокупности имеющихся данных о физических и динамических свойствах троянцев Юпитера сделан вывод о том, что они являются реликтовыми телами, а не захваченными из внешней части протопланетного диска на ранней стадии эволюции Солнечной системы.

Глобальне картування Меркурія: останні наукові результати

Станкевич С.А.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України

Кількість дистанційних даних, одержаних про Меркурій в ХХ столітті, залишається значно меншою, ніж про деякі інші планети Сонячної системи, зокрема про Марс [1] та Венеру [2]. Переважну більшість таких даних отримано за допомогою лише двох міжпланетних дослідницьких місій — “Mariner-

10" (1974–1975) та Messenger (2008–2009), обидві — США. 15 грудня 2009 р. наукова група проекту Messenger разом з картографами з Геологічної служби США узагальнила наявні результати дистанційних зйомок і представила першу глобальну карту Меркурія із розрізненням 500 м на піксел (рис. 1). Карта охоплює 97,7% від загальної площі поверхні планети і знаходиться у вільному доступі на сайті www.mapaplanet.org [3].

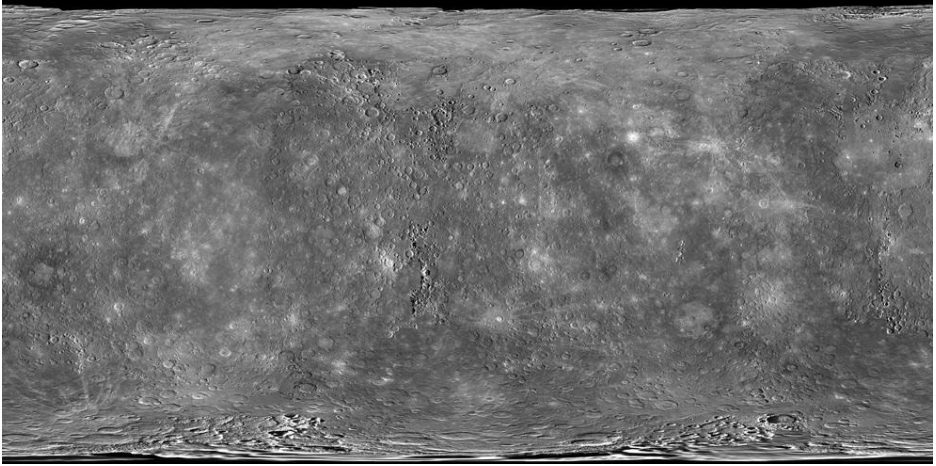


Рис. 1. Орторектифікована мозаїка зображень поверхні Меркурія

Основними інструментами дистанційного знімання Меркурія були панхроматична камера MDIS (Mercury Dual Imaging System) з просторовою розрізненістю 250 м на піксел та спектрометр ультрафіолетового, видимого і ближнього інфрачервоного діапазонів MASCS (Mercury Atmospheric and Surface Composition Spectrometer) з просторовою розрізненістю 3 км на піксел, встановлені на борту космічного апарата Messenger. Також цей апарат обладнано гамма- і нейтронним спектрометром GRNS, рентгенівським спектрометром XRS, магнітометром MAG, лазерним альтиметром MLA та плазменним спектрометром EPPS. По 18834 вимірам на 886 знімках MDIS відібрано всього 5301 опорних точок для складання вихідної мозаїки.

В березні 2013 року глобальну мозаїку Меркурія було доповнено панхроматичною картою із розрізненням 250 м на піксел, що покриває 99,9% поверхні планети, та 8-зональною картою із розрізненням 665 м на піксел [4].

Спектрометр MASCS забезпечує картування мінерального складу поверхні Меркурія за допомогою знімання в сотнях вузьких спектральних діапазонів [4]. Зараз вже отримано понад 1,5 млн. спектрометричних зображень, що покривають 60–80% поверхні Меркурія. Основними мінералами меркуріанської поверхні є магній-кальцій-алюмінієві силікати, такі як енстатити, плагіоклазні шпати, залізосульфідні кварцити, наприклад ольдгаміти [5].

1. *Станкевич С.А.* Орбітальні зйомки Марса: сучасні методи та результати // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції “Астрономічна школа молодих вче-

них". — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, 2012. — С. 57–58.

2. *Станкевич С.А.* Гиперспектральные методы в картировании планет // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції "Астрономічна школа молодих вчених". — Чернігів: Чернігівський національний педагогічний університет, 2011. — С. 49–50.
3. *Becker K.J., Robinson M.S., Becker T.L., Weller L.A., Turner S., Nguyen L., Selby C., Denevi B.W., Murchie S.L., McNutt R.L., Solomon S.C.* Near global mosaic of Mercury // *Eos*, 2009. — Vol.90, No.52. — P.1181–1189.
4. *McClintock W.E., Lankton M.R.* The Mercury atmospheric and surface composition spectrometer for the MESSENGER mission // *The MESSENGER Mission to Mercury / D.L. Domingue, C.T. Russell (Eds.)*. — N.Y.: Springer, 2007. — P.481–522.
5. *Klima R.L., Izenberg N.R., Murchie S., Meyer H.M., Stockstill-Cahill K.R., Blewett D.T., D'Amore M., Denevi B.W., Ernst C.M., Helbert J., McCoy T., Sprague A.L., Vilas F., Weider S.Z., Solomon S.C.* Constraining the ferrous iron content of silicate minerals in Mercury's crust // *Abstracts of 44th Lunar and Planetary Science Conference*. — Woodlands: LPI, 2013. — P.184–185.
6. http://messenger.jhuapl.edu/the/_mission/mosaics.html

Системний підхід при оцінці екологічного стану мілководь Київського водосховища на основі даних ДЗЗ

Томченко О.В.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України

Для оцінки шкідливого антропогенного впливу на навколишнє природне середовище надзвичайно важливою є система екологічного моніторингу водних екосистем на основі поєднання матеріалів наземних спостережень стану якості води з даними дистанційного зондування Землі на основі ГІС/ДЗЗ-технологій та їх подальший статистичний аналіз за допомогою системних методів.

В основі дослідження було оцінити поступові зміни, що відбуваються в екосистемі Київського водосховища з використанням багаторічних космічних знімків КА Landsat 5 та змодельовати подальший розвиток екологічного стану території.

На першому етапі було відібрано 14 знімків Landsat 5 літнього періоду, коли вегетаційна маса водної рослинності є найбільшою. Наступним кроком було дослідження спектральної яскравості відбиваючих поверхонь різних типів об'єктів в залежності від довжини хвилі на синтезованих знімках.

На території верхів'я водосховища в ході візуального дешифрування було згруповано 7 основних класів відбиваючих поверхонь: лісові масиви хвойні та листяні з чагарниками, природні луки та пасовища, вища водна рослинність (повітряно-водна, рослинність з плаваючим на поверхні листям та занурена), відкрита водна поверхня, піщані масиви. Після створення еталонних класів на основі апріорної інформації про геоботанічне районування території та по-

льового дешифрування, була проведена автоматична класифікація за методом нейронної мережі.

Результати класифікації відобразили значне збільшення площ, зайнятих повітряно-водною рослинністю (рогозом вузьколистим (*Tupha angustifolia*) і очеретом звичайним (*Phragmites communis*)) — з 8211,1 га у 1985 р. до 13716,5 га у 2011 р., та водною рослинністю з плаваючим на поверхні листям (гличиками жовтими (*Nuphar luteum*) і водяним горіхом (*Trapa natans*)) 4519,0 у 1985 р. до 9866,6 га у 2011 р.

За даними наземних спостережень центральної геофізичної обсерваторії відмічено різке зростання концентрації CO_2 від 1,9 мг/л в 1985 р. до 13,6 мг/л в 2009 р. Головним джерелом надходження оксиду вуглецю в природні води є процеси біохімічного розпаду органічних залишків, окислювання органічних речовин, водяних організмів.

На території верхів'я водосховища також простежується поступове зменшення кількості хлорид-іонів від 27,4 мг/л в 1985 р. до 20,1 мг/л в 2009 р. що може бути прикладом зменшення забруднення водою господарсько-побутовими стічними водами.

В якості методичної основи досліджень екологічного стану водосховища використовувався системний підхід. Для оцінки динаміки заростання макрофітами та техногенного навантаження були використані алгоритми методу багатокритеріальної оптимізації, обґрунтовано обчислювання функції відповідності F_1 , яка має кореляцію взаємозв'язку з наземною оцінкою екологічного стану території з ймовірністю 0,88, що цілком достатньо для оперативного контролю екологічного стану території на основі матеріалів ДЗЗ. Наступним етапом дослідження буде використання таких системних методів, як метод адаптивного балансу впливів — *Adaptive Balance of Causes* (АВС-метод) та метод мультифрактальної аналізу, що дозволить більше ширше аналізувати екологічні процеси, що відбуваються у водній екосистемі Київського водосховища.

Спектри рентгенівських галактик у філаментах

Тугай А.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Великомасштабна структура Всесвіту складається зі скупчень галактик, що з'єднані між собою філаментами. Задача виявлення філаментів є досить непростою. У роботі [1] за даними Слоанівського огляду виявлено 53 філаменти на червоних зміщеннях до 0.15. Виявлені філаменти покривають малу частину ділянки неба, що охоплена Слоанівським оглядом. Велика кількість філаментів втрачається, оскільки вони складаються переважно з карликових галактик, які важко спостерігати за межами Місцевого Надскупчення. З іншого боку, значна частина великомасштабної структури може являти собою не філаменти, а стіни, або утворення іншої форми. Застосування нових методів аналізу каталогів галактик дозволить виявити значну частину філаментів до червоних зміщень 0.2.

Сучасні спостереження не дозволяють виявити комірчасту структуру Всесвіту у рентгенівському діапазоні. Багато скупчень галактик є протяжними рентгенівськими джерелами, всередині яких неможливо виділити окремі галактики. Можна припустити, що основними типами позагалактичних рентгенівських джерел є скупчення галактик і галактики з активними ядрами у філаментах (галактики без активних ядер можуть бути зареєстровані в рентгенівському діапазоні лише в околицях Місцевої Групи). Для перевірки такого припущення в даній роботі розглянута вибірка з 152 галактик з області Слоанівського огляду з червоними зміщеннями до 0.2, для яких можуть бути побудовані рентгенівські спектри за архівними даними орбітальної обсерваторії XMM-Newton. Серед галактик даної вибірки переважають сейфертівські галактики 1 типу. Зазначимо, що лише 18 з 152 галактик належать до філаментів, виявлених у [1].

1. *Smith A.G., Hopkins A.M., Hunstead R.W., Pimbblet K.A.* Multiscale probability mapping: groups, clusters and an algorithmic search for filaments in SDSS // *Mon. Not. of the Royal Astron. Soc.* — **422**, Is. 1. — P. 25–43.

Геоінформаційний аналіз впливу прилеглих територій на екологічний стан заповідників

Фецюх А.

Національний авіаційний університет

Аналіз впливу прилеглих територій на екологічний стан заповідників дасть можливість знайти оптимальні рішення для збереження біотичного і ландшафтного різноманіття, оскільки в Україні питання заповідників є проблематичним. Реальний стан заповідної справи в Україні нині викликає велике занепокоєння, оскільки владна діяльність в цій сфері суттєво ослабла і є недостатньо ефективною. Це призвело до відсутності стратегічного бачення розвитку заповідної справи, недоліків в системі управління територіями та об'єктами природно-заповідного фонду, відвертих зловживань, пов'язаних з землевідведенням й нехтуванням чинного природоохоронного законодавства.

Інформування населення України про шкідливість діяльності на прилеглих територіях заповідників дало б поштовх задуматися про шкідливість наших дій, оскільки основну загрозу біорізноманіттю становить діяльність людини. Знищення навколишнього природного середовища відбувається внаслідок розорювання земель, вирубування лісів з подальшою зміною цільового призначення земель, осушення або обводнення територій, промислового, житлового та дачного будівництва тощо. Спостерігається катастрофічне зменшення площі територій водно-болотних угідь, степових екосистем, природних лісів. Поширення неаборигенних видів у природних екосистемах викликає значний дисбаланс у біоценозах. Управління збереженням біорізноманіття прісноводних та морських екосистем розвивається не так швидко, як для екосистем суші, що негативно впливає на обсяг рибних запасів та середовища перебування водних живих ресурсів.

Доречним було б Україні створити свою програму моніторингу прилеглих земель природно-заповідного фонду та відслідковувати їх негативну динаміку впливу на заповідні землі і шукати оптимальні рішення. Звичайно, державна політика в такому випадку має стати жорсткішою до власників прилеглих земель.

Ортотрансформувannya космічного знімку QuickBird рівня Standard Ortho Ready поліноміальними методами, методами RPC та DLT: оцінка точності

Чернецька Н.В., Чубко Л.С.

Національний авіаційний університет

У жовтні 2001 року було запущено на сонячно-синхронну орбіту супутник надвисокого розділення QuickBird-2 (компанія DigitalGlobe, США), на борту якого встановлено два сканери — панхроматичний (з просторовим розділенням 0,61 м в надирі) і багатоспектральний (з просторовим розділенням 2,4 м в надирі). Супутник QuickBird-1 було запущено у листопаді 2000 року, але він не вийшов на задану орбіту.

Вихідними даними для проведення наших досліджень були архівні матеріали космічного знімання QuickBird (Standart Ortho Ready) у проекції UTM/WGS-84, файл RPC, каталог координат та фрагменти місцезрештування наземних опорних і контрольних точок, визначених методами GPS-спостережень, та інші файли метаданих. Усі роботи виконувались із використанням програмного пакету ERDAS Imagine.

Загалом були виконані наступні дослідження: оцінка точності вихідного зображення; визначення залежності між кількістю опорних точок та величиною середньоквадратичної похибки при обробці знімку методом RPC (з уточненням поліномом 1-ої степені); визначення характеристик точності зображення, трансформованого методом RPC з уточненням поліномами різних ступенів; оцінка точності зображення, отриманого в результаті трансформувannya поліномом 1-го степеня; оцінка точності зображення, трансформованого поліномом 2-го степеня; оцінка точності космічного зображення після поліноміального перетворення 3-го степеня; визначення точнісних характеристик зображення після трансформації методом DLT; оцінка точності ортофотоплану, створеного на основі методу RPC, уточненого опорними точками та поліномом 2-го ступеня, з використанням ЦМР.

Висновки:

1. Похибки положення контрольних та опорних точок на трансформованому зображенні значною мірою залежать від похибок визначення їх висоти, тому при трансформувannya зображення без використання ЦМР (з урахуванням середнього значення висоти території, яку покриває знімок) на точках, реальна висота яких значною мірою відрізняється від усередненого значення, можуть виникати великі похибки.

2. Для якісного розпізнавання опорних і контрольних точок на знімку необхідно їх замаркувати. При виборі у якості GCP чітких контурів та

об'єктів місцевості (кути парканів, кінці або повороти бордюрів, ліхтарі та ін.) похибки розпізнавання не є рівноцінними.

3. Велике значення має просторове розміщення GCP. Необхідно, щоб точки розташовувалися рівномірно по площі знімку.

4. Точність методу RPC покращується зі збільшенням кількості опорних точок, що використовуються при трансформуванні; оптимальним числом наземних опорних точок є 6–8 (подальше їх збільшення не призводить до значного покращення результату).

5. Ортофотоплани, отримані за допомогою трансформування космічних знімків Standard Ortho Ready методом RPC, задовольняють точності створення картографічного матеріалу масштабу 1 : 5 000 і дрібніше.

6. Кінцева точність результатів трансформування космічних знімків значною мірою залежить від точності визначення координат GCP наземними методами та розпізнавання їх на знімку, а також точності та якості ЦМР, що бере участь у трансформуванні.

1. Болсуновский М.А. Геометрическая коррекция данных со спутника QuickBird // Геопрофи. — 2006. — № 1. — С.16–19.

2. Железняк О.О. Чубко Л.С. Космічна фотограмметрія: навч. посібник. — К.: НАУ, 2012. — 220 с.

Можливості використання космічних знімків надвисокої роздільної здатності

Чирва А.В., Лесь С.В., Гарбулінська М.В.

Національний авіаційний університет

Сучасні космічні дані дистанційного зондування землі стали важливою складовою при створенні та відновленні цифрових карт, планів і ГІС-проектів різного рівня та призначення.

Метою нашого дослідження є огляд технічних характеристик супутників з надвисокою роздільною здатністю та області застосування даних дистанційного зондування, отриманих з цих супутників.

QuickBird був першим комерційним супутником, що дав змогу споживачам отримувати панхроматичні та кольорові знімки земної поверхні з просторовим розрізненням меншим за 1 метр. Обладнання цього апарату дозволяє отримувати панхроматичні знімки з розрізненням від 0.62 м при зніманні в надири (0.72 м при відхиленні від надири в 25°). Ширина полоси знімання (при зніманні в надири) — 16.5 км; полоса знімання за один прохід 65.6 × 110 км при зніманні в надири в монорежимі та 48 × 110 км при зніманні в надири в стереорежимі. Дані, отримані із супутника QuickBird, мають високу радіометричну роздільну здатність за рахунок 11-бітного динамічного діапазону (2048 рівнів сірого кольору), що дозволяє розрізняти деталі на дуже яскравих або темних частинах знімка. Застосовуються для таких робіт: створення та оновлення топографічних та спеціальних карт і планів аж до масштабу 1 : 2000; інвентаризація сільськогосподарських угідь, створення планів землекористування, точне землеробство та ін.

WorldView-1 здатний забезпечувати щоденне покриття площею в 750 тис. км, із середнім періодом прольоту над однією і тією ж територією в 1,7 доби. Космічний апарат оснащений телескопом з апертурою 60 см для зйомки тільки в панхроматичному режимі з просторовим розрізненням в 0.5 м при зніманні в надир та 0.55 м при відхиленні від надиру в 20° . Супутник може знімати за різними схемами: кадрова зйомка, маршрутна зйомка (вздовж берегових ліній, доріг та інших лінійних об'єктів), майданна зйомка (зони розміром 60×60 км), а також стереозйомка. Основні області застосування: створення та оновлення топографічних та спеціальних карт і планів до масштабу 1:2000; створення цифрових моделей рельєфу з точністю 1–3 метри по висоті; інвентаризація та контроль будівництва об'єктів інфраструктури транспортування та видобутку нафти і газу; інвентаризація та моніторинг стану транспортних, енергетичних, інформаційних комунікацій.

Супутник WorldView-2 здатний виконувати знімання в панхроматичному режимі з просторовим розрізненням 0.46 м в надир (0.52 м при відхиленні від надиру в 20°). Ширина полоси знімання — 16.4 км (при зніманні в надир). Максимальний кут знімання $\pm 45^\circ$ поперек траси. Періодичність знімання — 3.7 діб для знімання з відхиленням $< 20^\circ$ та 1.1 доби для знімання з відхиленням $20 - 45^\circ$. Дані, отримані з супутника WorldView-2, використовуються також для створення та оновлення топографічних та спеціальних карт і планів до масштабу 1:2000, створення цифрових моделей рельєфу з точністю 1–3 метри по висоті, розв'язання широкого кола завдань у галузі охорони навколишнього середовища та ін.

Супутник GeoEye-1 здійснює знімання з просторовим розрізненням близьким до 0.42 м в панхроматичному режимі. Високоточна система орієнтації забезпечує високу точність геометричної прив'язки навіть без застосування наземних опорних точок. Орбіта супутника забезпечує його проходження над будь-якою точкою земної поверхні раз в 3 дні, а висока маневреність апарату дає змогу щодня отримувати високодетальні знімки на площі майже 700 тис. кв. км. Серед завдань, що можуть вирішуватись із застосуванням даних, отриманих з супутника GeoEye-1: створення та оновлення топографічних та тематичних карт і планів від масштабу 1:2000 та дрібніше; створення цифрових моделей рельєфу з точністю 1–2 метра по висоті, інвентаризація та контроль будівництва об'єктів, інвентаризація та моніторинг стану транспортних та енергетичних комунікацій.

Отже, широкий діапазон сполучень параметрів типів даних (просторової роздільної здатності, смуги зйомки, спектрального діапазону), часта періодичність зйомки, а також можливість проведення радіолокаційної зйомки за будь-яких погодних умов і в будь-який час доби дає можливість за короткий термін виконувати велику кількість високоякісних робіт у різних сферах застосування.

Квазі-ешеле спектри комети C/2007 N3 (Lulin) та їх дослідження

*Чурюмов К.І., Пономаренко В.О., Клецонок В.В.,
Баранський О.Р., Коваленко Н.С.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Представлені результати спостережень і досліджень комети C/2007 N3 (Lulin) за оптичним спектрам з середньою роздільною здатністю. Спектри були отримані 23–25.02.2009 року за допомогою 2-м телескопа Zeiss ($F_1 = 6.3$ м; $F_2 = 16$ м) на високогірній астрономічній станції «Терскол» Головної Астрономічної Обсерваторії НАН України і Інституту Астрономії РАН. З роздільною здатністю $\lambda/\Delta\lambda = 3500$ (квазі-ешеле) отримано 7 спектрів комети для спектрального діапазону $4500–8000 \text{ \AA}$ з експозицією $T = 3600$ с. Комета знаходилася на геліоцентричній відстані $r = 1.38$ а.о. і геоцентричній $\Delta = 0.41$ а.о., мала блиск 6^m , фазовий кут дорівнював $S-T-O = 10^\circ$, кут елонгації $S-O-T = 165^\circ$, позиційний кут $\alpha = 292^\circ$. Проведена ідентифікація спектральних емісійних ліній. Побудовано розподіл енергії вздовж щілини спектрографа. Спектри досліджено на предмет наявності люмінесцентного континууму. Обчислені деякі фізичні параметри нейтральної коми комети.

Оптична спектроскопія комети C/2009 P1 (Garradd) у 2011–2012 рр.

*Чурюмов К.І., Пономаренко В.О., Клецонок В.В.,
Лук'яник І.В., Мозгова А.М.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Представлені результати спостережень і досліджень комети C/2009 P1 (Garradd) за спектрами в оптичному діапазоні з середньою роздільною здатністю. Спектри були отримані 15–18.06.2011 та 06.04.2012 року за допомогою 2-м телескопа Zeiss ($F_1 = 6.3$ м; $F_2 = 16$ м) на високогірній астрономічній станції «Терскол» Інституту Астрономії РАН і Головної Астрономічної Обсерваторії НАН України. 7 спектрів було отримано з роздільною здатністю $R = 14000$ (ешеле-спектр) в спектральному діапазоні $4500–8500 \text{ \AA}$, 2 спектра було отримано з роздільною здатністю $R = 1500$ (щільовий спектр) в спектральному діапазоні $3950–5200 \text{ \AA}$. Комета знаходилася на геліоцентричній відстані $r = 2.9$ а.о. і геоцентричній $\Delta = 2.5$ а.о., мала блиск 10^m , фазовий кут дорівнював $S-T-O = 20^\circ$, кут елонгації $S-O-T = 100^\circ$, позиційний кут $\alpha = 246^\circ$. Проведена детальна ідентифікація спектральних емісійних ліній. За даними спостереження покриття кометою зорі HIP 54721 було виявлено аномальну активність натрію. Для отриманих спектрів побудовано розподіл енергії вздовж щілини. Спектри досліджено на предмет наявності люмінесцентного континууму. Були обчислені деякі фізичні параметри нейтральної коми комети.

Анализ солнечных фазовых функций галилеевого спутника Юпитера Ганимеда

Шавловский В.И.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Предложена четырехпараметрическая фотометрическая модель (в рамках теории Хапке) для ведущего и ведомого полушарий галилеевого спутника Юпитера Ганимеда. Создан пакет программного обеспечения для разделения солнечных и орбитальных вариаций отражательной способности поверхности с одновременным подбором фотометрических параметров для противоположных полушарий спутника.

Суть предложенного подхода заключается в следующем. Поверхности ведущего и ведомого полушарий отличаются по своим свойствам. Поэтому для каждого полушария принимается отдельный набор параметров. Вклад каждого полушария в общий поток отраженного от поверхности излучения изменяется пропорционально проекциям площадей полушарий на картинную плоскость. Он может быть вычислен по уравнениям теории Хапке для принятых наборов параметров и значений солнечного и орбитального углов на момент наблюдений.

Значения параметров для каждого полушария были определены из условия наилучшего согласия модельных и наблюдаемых значений отражательной способности.

Используя долговременные фотометрические наблюдения автора для солнечных фазовых углов $0 - 12^\circ$ длинах волн 0.346, 0.540, 0.792 мкм, получены параметры Хапке (альбеда однократного рассеяния, фактор асимметрии индикатриссы Хеньи–Гринстейна, полуширина и амплитуда оппозиционной волны) фазовых функций для ведущего и ведомого полушарий Ганимеда.

Значения полученных параметров подтверждают существование полушарной дихотомии фотометрических характеристик поверхности Ганимеда.

Полученные значения фотометрических параметров показывают, что поверхность ведущего полушария Ганимеда состоит из частиц, имеющих более сильное обратное рассеяние и более пористое состояние, чем поверхность ведомой стороны.

Величина альбеда однократного рассеяния w отдельной частицы поверхности и амплитуда оппозиционной волны B увеличиваются с увеличением длины волны.

Исследование движения, оценки масс и границ обитаемых зон звезд пулковской программы — кандидатов для космических исследований

Шахт Н.А.¹, Афанасьева А.А.¹, Василькова О.О.¹, Горшанов Д.Л.

¹Главная (Пулковская) обсерватория Российской академии наук

По многолетним наблюдениям в Пулкове уточнены орбиты и массы близких двойных звезд 61 Лебеда, ADS 7251, ADS 15229, подведены итоги их

фотографических наблюдений. Рассматриваются возможные причины периодических отклонений в орбитальном движении 61 Лебедя. На основе полученных в Пулковке данных сделаны теоретические оценки границ обитаемых зон (HZ) для избранных звезд пулковской программы, относящихся к спектральным классам K5V–M4V. Средние значения HZ для этих звезд составляют 0.53–0.04 а.е. соответственно. Для белого карлика класса DC5, являющегося компонентом В двойной системы Stein 2051AB, оценена граница обитаемой зоны 0.01–0.03 а.е. Для этой системы определены динамические критерии устойчивых орбит.

Comparison of the magnetic field measurements in solar prominences with model calculations using HAZEL code

Botygina O.O., Masliukh V.O., Lozitsky V.G.

Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv

HAZEL (an acronym for HANle and ZEeman Light) is a computer program for the synthesis and inversion of Stokes profiles caused by the joint action of atomic level polarization and the Hanle and Zeeman effects. It is based on the quantum theory of spectral line polarization, which takes into account rigorously all the relevant physical mechanisms and ingredients: optical pumping, atomic level polarization, level crossings and repulsions, Zeeman, Paschen-Back and Hanle effects (A. Asensio Ramos et al., ApJ, 2008).

We used HAZEL code for modeling of physical conditions in solar off-limb prominences on I and V profiles Stokes of $D_3\text{HeI}$ and H_α prominence's emission lines. We examined the influence of the magnetic field, the optical thickness, background illumination, turbulent motions and pressure. Also, using code HAZEL, we tried to reproduce by means profiles I and V Stokes line $D_3\text{HeI}$ physical conditions in several solar off-limb prominences, which observed on the horizontal solar telescope Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv.

Such typical physical conditions of the observable off-limb prominences were used as a model:

a) the off-limb prominence's height above the disc $10''$, background $I_0=0$, the optical thickness = 1, dumping $a=0$, turbulent motions $V_D=5$ km/s, macroscopic velocity $V=0$ km/s, longitudinal (horizontal) magnetic field $B=0$ Gs for I profiles;

b) the off-limb prominence's height above the disc $10''$, background $I_0=0$, the optical thickness = 1, dumping $a=0$, turbulent motions $V_D=5$ km/s, macroscopic velocity $V=0$ km/s, longitudinal (horizontal) magnetic field $B=100$ Gs for V profiles.

The relative contribution of V in total $I \pm V$ profiles and relative contribution of V , which normalized on the $V=I_{\text{max}}$ value, in total $I \pm V$ profiles were obtained for selected as a model typical physical conditions in the observable off-limb prominence.

Quintessence, phantom and frustrated network of topological defects at late stages of the Universe evolution

Burgazli A.¹, Eingorn M.^{2,3,4}, Zhuk A.⁴

¹Department of Theoretical Physics, Odessa National University

²North Carolina Central University, USA

³Department of Theoretical and Experimental Nuclear Physics,
Odessa National Polytechnic University

⁴Astronomical Observatory, Odessa National University

We consider the Universe at the late stage of its evolution and deep inside the cell of uniformity. At these scales, the Universe is filled with inhomogeneously distributed discrete structures (galaxies, groups and clusters of galaxies). Supposing that the Universe contains also the cosmological constant and a perfect fluid with a negative constant equation of state parameter ω (e.g., quintessence, phantom or frustrated network of topological defects), we investigate scalar perturbations of the FRW metrics due to inhomogeneities. Our analysis shows that, to be compatible with the theory of scalar perturbations, this perfect fluid, first, should be clustered and, second, should have the equation of state parameter $\omega = -1/3$. In particular, this value corresponds to the frustrated network of cosmic strings. Therefore, the frustrated network of domain walls with $\omega = -2/3$ is ruled out. A perfect fluid with $\omega = -1/3$ neither accelerates nor decelerates the Universe. We also obtain the equation for the nonrelativistic gravitational potential created by a system of inhomogeneities. Due to the perfect fluid with $\omega = -1/3$, the physically reasonable solutions take place for flat, open and closed Universes. This perfect fluid is concentrated around the inhomogeneities and results in screening of the gravitational potential.

Study of optical and radio spectra of the comet 17P/Holmes during its superoutburst

Churyumov K.I.¹, Volvach A.E.², Ponomarenko V.O.¹,

Volvach L.N.², Kleshchonok V.V.¹, Mozgova A.M.¹

¹Astronomical Observatory, Kiev National University

²Crimean Astrophysical Observatory

Comet 17P/Holmes is the unique comet in which the super outburst of its brightness in 1 million times was observed. We present the preliminary results of spectroscopic study of this comet obtained with the usage of 2.12-m reflector (the Guillermo Haro Astrophysical Observatory, Mexico) on Nov. 2, 2007 at 7^h02^m , 7^h24^m , 7^h44^m , 8^h04^m , 8^h26^m , 8^h47^m , and 9^h08^m UT and Nov. 3, 2007 at 6^h45^m and 7^h06^m UT. The comet was at the heliocentric distance $r = 2.48$ A.U. and geocentric one $\Delta = 1.52$ A.U. Total visual magnitude was Nov. 2.85 UT, 2008 $m_1 = 2.0^m$ and Nov. 3.87 UT, 2008 $m_1 = 2.2^m$ (as it was estimated by K.Churyumov naked eye). Emission lines of the molecules C_2 , C_3 , CN, NH_2 , Na, H_2O^+ and others were identified in these spectra. Analyzing distribution of brightness along the spectrograph slit in emission lines C_2 and C_3 , on Nov. 2–3, 2007 we determined some physical parameters of these neutral molecules — the

velocity of expansion of molecules from the nucleus and their lifetimes.

Observations of OH emission lines at 1612, 1665, 1667, and 1720 MHz of the comet 17P/Holmes were performed during November 6–10, 25–27, and December 2–3, 2007 with the usage of 22-m radio telescope (Crimean Astrophysical Observatory, Ukraine). Just after the outburst the intensity of OH lines was about 0.2 Jy. Water production rates estimated from intensities of OH radio and H_2O^+ optical lines are compared. In table 1 the values of gazproduction of comet 9P/Tempel 1 in the OH line are given.

Table 1. Results of observations of comet 9P/Tempel 1 radio spectra

Comet	Date of observation	Square of line Jy, km/s	Factor i	Q(OH), mol. OH/s	V(OH), km/s
9P/Tempel 1	01.05.2005 — 15.05.2005	–0.13	–0.28	$1.4 \cdot 10^{28}$	–0.8
9P/Tempel 1	03.07.2005 — 14.07.2005	0.073	0.08	$5.3 \cdot 10^{28}$	1.8

Optical meteor spectrum observed on 9/10 August 1965

Mozgova A.M.¹, Smirnov V.A.², Churyumov K.I.¹, Ponomarenko V.O.¹

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv

²Popov National Academy of Communications, Odessa

The spectrum of a meteor obtained 9/10 August 1965 on the Odessa Astronomical Observatory station of Kryzhanivka is studied. The results of the previous processing of the spectrum are presented.

Circular polarization of Galilean satellites of Jupiter

Velichko F.P.¹, Psarev V.A.¹, Rikhteghar A.², Mitrokhina V.V.³

¹Institute of Astronomy of Kharkiv Karazin National University

²Langara College, Montreal, Canada

³School of Physics of Kharkiv Karazin National University

Polarimetric studies of the Galilean satellites had shown that these objects differ in terms of their surface microtexture and albedo [1]. But, this pertains to observations of the linear polarization. Circular polarization was absolutely deprived of observers' attention.

Our polarimetry was carried out with the 0.7-m reflector of Institute of Astronomy of Kharkiv Karazin National University and 1.0-m reflector of Crimean Astrophysical Observatory (Simeiz). Both telescopes were equipped by a single channel photoelectric polarimeter with V filter of Johnson-Morgan system. As an analyser the fast rotating quarter wavelength achromatic retarded plate with polaroid was used [2]. Measurements of the circular polarization of Io, Europa, Ganymede and Callisto were obtained for April, 2005; June, 2007; July, 2008; June–July and August, 2009; August–November, 2011; August–September and November–December, 2012; and presented in Fig. 1.

The polarimetric observations were made at the phase angle of the satellites ranging from 0.14° to 11.0° . It has given us a possibility to compose phase-angle dependences of circular polarization for Galilean satellites (see Fig. 1) in

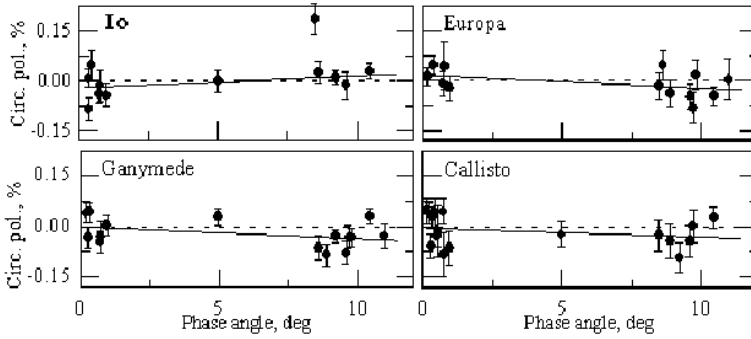


Figure 1. Composite phase-angle dependency of circular polarization in V-band for Io, Europa, Ganymede and Callisto. The solid line is a linear fit to observed data

the entire range of phase angles accessible to the ground-based observations. Average accuracy of the measurement of circular polarization equals to 0.04%. The obtained data were approximated by linear function. The slope parameter ε_v of linear function turned out to be small and for all four satellites are near 0.4% per 100° of phase angle. Our measurements the satellites Europa and Ganymede have ε_v , which in two times exceed σ_ε , and for Io and Callisto they are comparable with value σ_ε . If for the satellites Europa, Ganymede and Callisto the trend of phase-angle dependency are approximately the same, but with available data set for Io the trend are opposite, formally.

It is interesting to note that the results of the observations of the satellites are in good agreement between itself, qualitatively. As follows, absolute value of the left-handed circular polarization shows a systematic trend with phase angle. Moreover, the phase dependencies of the satellites and cometary dust have similar parameters.

1. *Mishchenko M. et al.* Polarimetric Remote Sensing of Solar System Objects. — Kyiv: Akadempriodyka, 2010.
2. *Velichko S.* Polarimetric and photometric characteristics of the dust in the atmosphere of splitting comets. Ph.D. thesis, MAO, Kyiv, 2010.

Зміст

Програма роботи конференції	3
<i>Бабенко М.А., Захожай В.А.</i> Шкала эффективных температур суб- звезд и звезд главной последовательности	5
<i>Бельская И.Н.</i> Солнечная система за орбитой Нептуна.....	6
<i>Василенко А.А., Федорова О.В., Жданов В.І.</i> Особливості газо- пилової тороподібної структури активних галактик типу Сей- ферт 2 NGC 3281 та Mrk 1498 за рентгенівським випроміню- ванням	6
<i>Василькова О.О., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.</i> Астероиды — квази- спутники планет Солнечной системы	7
<i>Величко Ф.П., Псарьов В.А., Величко С.Ф.</i> Фотометрія, поляриме- трія і спектрометрія найбільшого біляземного астероїда 1036 Ganymed	7
<i>Видьмаченко А.П., Стеклов О.Ф.</i> Вивчення кометної речовини на земній поверхні	9
<i>Гаркуша М.И., Купаева А.А.</i> «МИТРА» — геоинформационная система Метео для гражданской авиации	10
<i>Гебрин Л.В.</i> Інтерпретація космічних знімків з використанням пря- мих дешифрувальних ознак	12
<i>Гринчук В.В.</i> Поляриметрія — ефективний метод астрофізичних досліджень.....	13
<i>Гугля Л.И., Рябов М.И., Сухарев А.Л.</i> Свойства индексов космиче- ской погоды и возможность их применения к анализу данных долговременных измерений потоков радиоисточников на РТ «УРАН-4».....	14
<i>Гулієв Р.А., Гулієв А.С.</i> Сучасна наукова програма Шемахінской астрофізичної обсерваторії НАН Азербайджану.....	14
<i>Демчина А.В.</i> Маси іонізованого газу в оболонках планетарних туманностей в Магеланових Хмарах	15
<i>Дзядусь Ю.В.</i> Динамічна геоінформаційна модель рослинного по- криву Київської агломерації.....	16
<i>Дубрава Т.О.</i> Створення кадастрових карт (планів) на основі космі- чного знімку	17

<i>Жданов В.І.</i> Загальна теорія відносності та стандартна космологічна модель: проблеми, перспективи	18
<i>Железняк О.О.</i> Свойства противотоков вещества в самогравитирующих системах	18
<i>Железняк О.О., Радченко К.О.</i> Стійкість ретроградних орбіт супутників у несферичному гравітаційному полі планет	19
<i>Железняк О.О. (мол.)</i> Динаміка газопилової речовини навколо ядер комет	20
<i>Зайцев С.В.</i> Поляриметрия высокоальбедного астероида 64 Ангелина ..	21
<i>Захожай В.А.</i> Звездная система в окрестности Солнца	21
<i>Захожай В.А.</i> Космография в системе современного астрономического образования.....	21
<i>Зелик Я.І.</i> Створення засобів та розроблення методик післястартового калібрування оптичних засобів системи космічного спостереження космічної системи «Січ»	22
<i>Калюжный Н.А., Шульга А.В., Козырев Е.С., Вовк В.С.</i> Использование сигналов загоризонтных FM-станций для обнаружения метеоров	23
<i>Каримов А.М.</i> Поглощение метана в атмосфере Сатурна около равноденствия 2009 г.	24
<i>Киселев А.А., Гнедин Ю.Н., Шахт Н.А.</i> Черные дыры промежуточной массы в шаровых скоплениях	25
<i>Кицюк А.Є.</i> Застосування геоінформаційних технологій для моніторингу водосховищ.....	26
<i>Кияева О.В., Орлов В.В., Жучков Р.Я., Малоголовец Е.В., Матвиенко А.С., Глухова А.В.</i> Динамическое исследование широких кратных звезд: ADS 6175 (Castor) и ADS 9626.....	27
<i>Клімник В.У., Минда О.Ю., Мотрунич І.І.</i> Оцінка радіаційних збурень орбіт геосинхронних супутників	27
<i>Клянчин А.И., Прокофьева-Михайловская В.В.</i> Определение размеров кратеров на поверхностях безатмосферных тел Солнечной системы	28
<i>Козак П.М.</i> Челябинський метеорит: огляд явища та розрахунки	29
<i>Козак П.М., Рожило О.О., Тарануха Ю.Г.</i> Фотометричні особливості метеорного потоку Леоніди	29

<i>Коломиец С.В.</i> Выборочный каталог гиперболических орбит метеорных тел по результатам наземных радиолокационных наблюдений в Харькове	31
<i>Копчак Ю.В., Заболотна Ю.І.</i> Зміна рефракції в залежності від параметрів земної атмосфери.....	32
<i>Криводубський В.Н.</i> Негативна турбулентна в'язкість і турбулентний діамagnetизм сонячної плазми	33
<i>Кручиненко В.Г., Чурюмов К.І., Мозгова А.М.</i> Природа Челябинського метеориту.....	36
<i>Ксанфомаліті Л.В., Чурюмов К.І.</i> Ротаційна нестійкість ядра комети Хартлі-2 і астероїда Ітокава.....	37
<i>Куличенко Н.А., Шульга А.В., Козырев Е.С., Сибирякова Е.С.</i> Телевизионные наблюдения метеоров в НИИ НАО.....	37
<i>Леонов А.Б.</i> Рівняння Ейнштейна у випадку статичної циліндричної симетрії і діагональний тензор енергії-імпульсу	38
<i>Лозицький В.Г.</i> Фізичні властивості Сонця	39
<i>Мікаїлов Х.М., Чурюмов К.І., Гулієв Р.А., Ісмаїлова Ш.К.</i> Хімічний склад коми комети C/2004 Q2 за її спектром 15 січня 2005 р.	42
<i>Назаревич Л.Є.</i> Особливості прояву сейсмічності у 23 циклі сонячної активності у Карпатському регіоні України.....	42
<i>Осипчук М.М.</i> Пряма і обернена задачі планетних відстаней у проблемі ідентифікації екзопланетарних систем	43
<i>Пестова И.А.</i> Возможность глобального количественного картирования растительности Земли на основе спутниковых информационных продуктов	44
<i>Рябов М.И.</i> Астрономические основания астробиологии	46
<i>Рябов М.И., Лукашук С.А., Сухарев А.Л.</i> Особенности динамики развития 23–24-го циклов солнечной активности	46
<i>Рябов М.И., Сухарев А.Л., Донских А.И., Аллер М.</i> Спектры периодов переменности потоков внегалактических радиоисточников 3C120, STA102, DA55, OJ287 на сантиметровых волнах	47
<i>Соколовська А.В.</i> Використання космічної інформації ДЗЗ для дослідження стану міських територій (на прикладі м. Києва).....	47
<i>Слюсарев И.Г., Шевченко В.Г., Бельская И.Н., Круглый Ю.Н., Черный В.Г.</i> Физические свойства избранных троянцев Юпитера и астероидов группы Гильды по данным ПЗС-фотометрии	49

<i>Станкевич С.А.</i> Глобальне картування Меркурія: останні наукові результати	49
<i>Томченко О.В.</i> Системний підхід при оцінці екологічного стану мілководь Київського водосховища на основі даних ДЗЗ	51
<i>Турай А.В.</i> Спектри рентгенівських галактик у філаментах	52
<i>Фецюх А.</i> Геоінформаційний аналіз впливу прилеглих територій на екологічний стан заповідників	53
<i>Чернецька Н.В., Чубко Л.С.</i> Ортотрансформування космічного знімку QuickBird рівня Standard Ortho Ready поліноміальними методами, методами RPC та DLT: оцінка точності	54
<i>Чирва А.В., Лесь С.В., Гарбулінська М.В.</i> Можливості використання космічних знімків надвисокої роздільної здатності	55
<i>Чурюмов К.І., Пономаренко В.О., Клещонко В.В., Баранський О.Р., Коваленко Н.С.</i> Квазі-ешеле спектри комети C/2007 N3 (Lulin) та їх дослідження	57
<i>Чурюмов К.І., Пономаренко В.О., Клещонко В.В., Лук'яник І.В., Мозгова А.М.</i> Оптична спектроскопія комети C/2009 P1 (Garradd) у 2011–2012 рр.	57
<i>Шавловский В.И.</i> Анализ солнечных фазовых функций галилеевого спутника Юпитера Ганимеда	58
<i>Шахт Н.А., Афанасьева А.А., Василькова О.О., Горшанов Д.Л.</i> Исследование движения, оценки масс и границ обитаемых зон звезд пулковской программы — кандидатов для космических исследований	58
<i>Botygina O.O., Masliukh V.O., Lozitsky V.G.</i> Comparison of the magnetic field measurements in solar prominences with model calculations using HAZEL code	59
<i>Burgazli A., Eingorn M., Zhuk A.</i> Quintessence, phantom and frustrated network of topological defects at late stages of the Universe evolution	60
<i>Churyumov K.I., Volvach A.E., Ponomarenko V.O., Volvach L.N., Kleshchonok V.V., Mozgova A.M.</i> Study of optical and radio spectra of the comet 17P/Holmes during its superoutburst	60
<i>Mozgova A.M., Smirnov V.A., Churyumov K.I., Ponomarenko V.O.</i> Optical meteor spectrum observed on 9/10 August 1965	61
<i>Velichko F.P., Psarev V.A., Rikhteghar A., Mitrokhina V.V.</i> Circular polarization of Galilean satellites of Jupiter	61

Наукове видання

Під загальною редакцією
завідувача кафедри аерокосмічної геодезії
Національного авіаційного університету
д.ф.-м.н., проф. *Железняка О.О.*,

технічний редактор *Терещенко А.О.*

Київський обласний інститут післядипломної
освіти педагогічних кадрів

Україна, м. Біла Церква, вул. Ярослава Мудрого, 37

Видано 100 екз.

