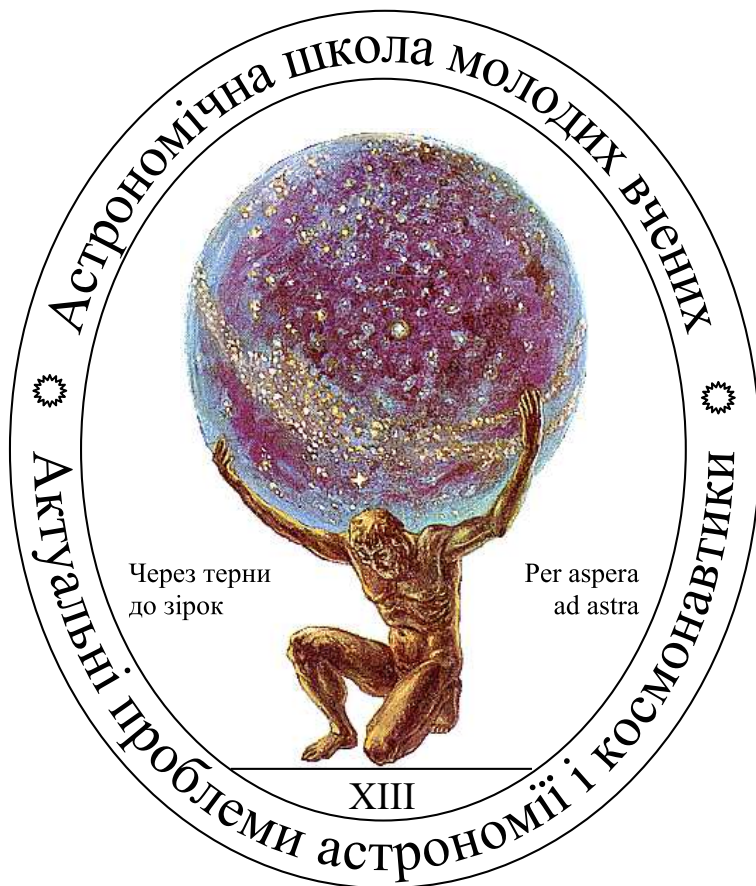


**Міністерство освіти і науки України**  
Українська астрономічна асоціація  
Національний авіаційний університет  
Чернігівська обласна адміністрація  
Чернігівський національний педагогічний університет

Міжнародна наукова конференція  
**Астрономічна школа молодих вчених**  
Україна, Чернігів, 12–14 травня 2011 р.

Програма і тези доповідей



Київ – Чернігів. 2011

Конференція організована фізико-математичним факультетом Чернігівського національного педагогічного університету, кафедрою аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету за сприяння Української астрономічної асоціації та Чернігівської обласної адміністрації.

Астрономічна школа покликана сприяти науковим дослідженням 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), *І.Коваль* (співголова),  
*О.Железняк* (вчений секретар)

**Члени оргкомітету:** *С.Андрієвський* (Україна), *І.Андронов* (Україна),  
*В.Бурачек* (Україна), *А.Відьмаченко* (Україна), *А.Гулієв* (Азербайджан),  
*В.Івченко* (Україна), *П.Зазуляк* (Україна), *В.Захожай* (Україна),  
*В.Кислюк* (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:** *А.Шморгун* (голова), *А.Заліський*, *І.Коваль*,  
*В.Савченко*, *Т.Богдан*, *В.Марченко*, *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 2011 р. за адресою наукового оргкомітету. Доповіді на замовлення (лекції) — до 16 стор., для всіх інших — до 8 стор.

**Вимоги до оформлення:** Рукопис подається українською, російською або англійською мовою. Резюме (абстракт) англійською та російською мовами. Дотримуватись вимог журналу “Кінематика і фізика небесних тіл”. Текст доповіді оформляється в Microsoft Word або в L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X з використанням стандартного клашу article. Малюнки подаються як окремі файли в форматі EPS чи в одному з популярних растрових форматів. Необхідно пересилати статті електронною поштою у вигляді архіву.

**Адреса наукового оргкомітету:**

03058 м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1, Національний авіаційний університет, кафедра аерокосмічної геодезії, корпус 5, к.524. *А.Терещенко*  
Тел. 8 (044) 406-79-95 E-mail: [oleg\\_zheleznyak@yahoo.com](mailto:oleg_zheleznyak@yahoo.com)

**Адреса місцевого оргкомітету:**

Україна, м. Чернігів, вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка, фізико-математичний факультет  
Контактні тел. (04622) 3-40-82, (050) 263-60-00

## Програма роботи конференції

**12 травня (четвер)**

- 10<sup>00</sup> – 14<sup>00</sup> **Заїзд та реєстрація учасників конференції**
- 14<sup>00</sup> – 14<sup>30</sup> **Відкриття конференції.**  
Виступ співголови наукового оргкомітету д.ф.-м.н., проф., членкор. НАН України *Чурюмова К.І.*  
Виступ ректора Чернігівського національного педагогічного університету д.п.н., проф. *Носко М.О.*  
Виступ декана фізико-математичного факультету Чернігівського національного педагогічного університету к.ф.-м.н., доц. *Шморгуна А.В.*
- 14<sup>30</sup> – 17<sup>00</sup> **Пленарне засідання** (головуючий — проф. *Железняк О.О.*)
- 14<sup>30</sup> – 15<sup>15</sup> д.ф.-м.н., проф. *Чурюмов К.І.* (Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка) “Вивчення властивостей ядер комет космічними апаратами”
- 15<sup>15</sup> – 16<sup>00</sup> д.ф.-м.н., проф. *Захожай В.А.* (Харківський національний університет) “Особливості еволюції та будови нашої Галактики”
- 16<sup>00</sup> – 16<sup>15</sup> **Перерва**
- 16<sup>15</sup> – 17<sup>00</sup> д.ф.-м.н., проф. *Гнатик Б.І.* (Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка) “Еволюція залишків наднових зірок: теорія і спостереження”
- 17<sup>00</sup> – 19<sup>00</sup> Екскурсія по стародавньому Чернігову
- 19<sup>00</sup> – 20<sup>00</sup> **Вечеря**

**13 травня (п'ятниця)**

- 9<sup>00</sup> – 10<sup>00</sup> **Сніданок**
- 10<sup>00</sup> – 13<sup>00</sup> **Пленарне засідання** (головуючий — проф. *Захожай В.А.*)
- 10<sup>00</sup> – 10<sup>45</sup> д.ф.-м.н., проф., *Лозицький В.Г.* (Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка) “Активні процеси і магнітні поля на Сонці”
- 10<sup>45</sup> – 11<sup>30</sup> д.ф.-м.н., проф. *Скульський М.Ю.* (Національний університет “Львівська політехніка”) “Від 160-хвилинних пульсацій Сонця до хвильової природи структуризації планетної системи”
- 11<sup>30</sup> – 11<sup>45</sup> **Перерва**
- 11<sup>45</sup> – 12<sup>30</sup> д.т.н., проф. *Станкевич С.* (Інститут геологічних наук НАН України) “Гіперспектральні методи в картографуванні поверхні планет”

12<sup>30</sup> – 13<sup>00</sup> д.ф.-м.н., проф. *Железняк О.О.* (Національний авіаційний університет) “Про вплив зміни маси на динаміку самогравітуючих систем”

13<sup>00</sup> – 14<sup>00</sup> **Обід**

14<sup>00</sup> – 18<sup>00</sup> **Доповіді молодих вчених**  
(головуючий — проф. *Скульський М.Ю.*)

19<sup>00</sup> – 20<sup>00</sup> **Вечеря**

**14 травня (субота)**

9<sup>00</sup> – 10<sup>00</sup> **Сніданок**

10<sup>00</sup> – 12<sup>00</sup> **Доповіді молодих вчених**  
(головуючий — проф. *Железняк О.О.*)

12<sup>00</sup> – 13<sup>00</sup> Наукова дискусія та підведення підсумків конференції

13<sup>00</sup> Від'їзд учасників конференції

## Дослідження магнітних полів у слабких спалахах на фотосферному та хромосферному рівнях

*Андрієць О.С., Лозицький В.Г.*

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

На основі прямих вимірювань магнітного поля спектральним методом по профілях Стокса  $I \pm V$  вивчено структуру та еволюцію магнітних полів у чотирьох слабких сонячних спалахах на рівнях фотосфери та хромосфери одночасно.

Показано, що слабким спалахам притаманні деякі специфічні особливості магнітного поля, характерні і для спалахів більшої потужності. Зокрема, у спалаху 28 липня 2004 р. виявлено близький до нуля висотний градієнт ( $\frac{\partial B}{\partial h} \approx 0$ ), що вказує на певний механізм додаткового підтримання магнітного поля в області спалаху. А це означає, що як і досить потужні спалахи, так і слабкі, виникають в тих місцях активних областей, де висотний розподіл магнітного поля має особливості у формі затримки спаду поля з висотою або навіть його локального підсилення у певному діапазоні висот. Виявлено навіть деяке переважання магнітного поля (у одному з спалахів) на хромосферному рівні у порівнянні з фотосферним. При цьому слід зазначити, що за межами спалаху спостерігався звичайний випадок, коли  $\frac{\partial B}{\partial h} < 0$ .

При співставленні даних по чотирьох фотосферних лініях FeI зеленої області з різними факторами Ланде (у межах від 1.5 до 3.0), але близькими глибинами залягання в атмосфері Сонця знайдено, що в області слабких спалахів проявляються характерні відмінності на залежностях “магнітне поле — фактор Ланде”, які вказують на двохкомпонентну структуру магнітного поля. Крім магнітних полів у 2500–2700 Гс, там ймовірно існували також маломасштабні структури з полями у 5500–6000 Гс.

Діагностика методом “відношення ліній” дала позитивний результат на наявність двохкомпонентної структури магнітного поля у всіх чотирьох спалахах. Це значить, що навіть у тих спалахах, де перший критерій наявності просторово нероздільних елементів з сильними полями ( $B(g_i)/B(g=3.0) \approx 1$ ) дає негативний результат (тобто такі елементи не виявляються), другий критерій, що базується на методі “відношення ліній” і величині  $k$ , скрізь показує позитивний результат на користь все-таки їх присутності. Причина цього в тому, що перший критерій є більш грубим, оснований на фіксації зміщення “центра ваги” всього профілю лінії. Другий — більш тонкий, оскільки базується на порівнянні даних по лініях з найбільшими факторами Ланде і на фіксації відносного їх розщеплення не в цілому по всьому профілю, а окремо для кожної його ділянки, тобто на різних віддальях від центра лінії.

Найсильнішим сильне маломасштабне поле виявилось у тому ж спалаху (25 липня 1991 р.), в якому спостерігалось переважання усередненого хромосферного поля над фотосферним. Можна зробити висновок, що двохкомпонентне

поле (з фактором заповнення менше одиниці) збереглося у цьому спалаху при переході від фотосферного до хромосферного рівня. У інших спалахах, де в силових трубках були слабші поля, маломасштабне поле на рівні фотосфери, ймовірно, вироджувалось у квазіоднорідне поле типу “покривала” на рівні хромосфери.

## **Каталог звезд и субзвезд, расположенных ближе 10 пк от Солнца**

*Бабенко М.А., Захожай В.А.*

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина

Обсуждается готовящаяся к публикации новая версия Zkh-каталога ближайших звезд [1–3], дополненная астрофизическими данными о субзвездах. Причинами пересмотра данных каталога есть: 1) уточнение астрометрических параметров звезд в 1997 г. по результатам работы космического аппарата Гиппаркос [4]; 2) уточнение фотометрических параметров в 2003 г. по результатам работы обсерватории им. Ф.Уиппла на длине волны 2 мкм [5]; 3) открытие субзвезд и экзопланет; 4) принятие в 1998 г. международной небесной системы координат ICRS [6].

Новая версия каталога содержит данные о 327 звездах и 25 субзвездах, параллаксы которых  $\geq 0.100''$ . Основная часть каталога содержит данные об астрометрических (координаты, собственные движения, лучевые скорости и параллаксы), фотометрических (потоки в определенных спектральных полосах) и астрофизических (эффективные температуры, массы и радиусы) параметрах звезд и субзвезд. В приложении к каталогу приводятся известные данные о металличности, возрастах, орбитальных параметрах кратных систем, планетах и невидимых спутниках и др.

1. *Захожай В.А.* Ближайшие звезды // Вестн. Харьк. ун-та. — 1979. — № 190, вып. 14. — Физика Луны и планет. Фундаментальная астрометрия. — С. 52–77.
2. *Захожай В.А.* Дополнения и исправления каталога ближайших звезд до 10 пс // Вестн. Харьк. ун-та. — 1982. — № 232, вып. 17. — Астрометрия и физика Солнечной системы. — С. 64–70.
3. *Zakhozaj V.A.* Catalogue of stars within ten parsecs of the Sun. — 1996. — URL: <http://cdsweb.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=V/101>.
4. The Hipparcos Main Catalogue. — 1997. — URL: [http://vizier.cfa.harvard.edu/viz-bin/VizieR?-source=I/239/hip\\_main](http://vizier.cfa.harvard.edu/viz-bin/VizieR?-source=I/239/hip_main).
5. 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources. — 2003. — URL: <http://vizier.cfa.harvard.edu/viz-bin/VizieR?-source=II/246/out>.
6. The Second Realization of the International Celestial Reference Frame by Very Long Baseline Interferometry / Presented on behalf of the IERS/IVS Working Group, A.Fey, D.Gordon, C.S.Jacobs. — Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2009. — 204 p.

## Розподіл маси в скупченні галактик CL0024+17

*Бабик Ю., Мельник О., Еліїв А.*

Київський національний університет імені Т.Г.Шевченка

Ми виконали обробку даних у рентгенівському діапазоні для скупчення галактик CL0024+17 ( $z = 0.4$ ), використовуючи спостереження обсерваторії Chandra. Ми оцінили середню температуру скупчення  $kT = 4.3$  кеВ та побудували профіль поверхневої яскравості. Використавши чисельне моделювання та профіль густини темної матерії NFW (Navarro, Frank & White, 1995) для сферично-симетричного скупчення, міжгалактичний газ якого знаходиться в гідростатичній рівновазі в гравітаційному полі, ми побудували профілі густини та маси для темної матерії та газу, що входять до складу скупчення. Визначили значення  $M_{200}$  ( $M_{200} = 2.22 \cdot 10^{14} M_{\odot}$ ) для профілю повної маси скупчення на відстані  $R_{200}$  ( $R_{200} = 0.72$  Мпк). Також було визначено частку темної матерії в повній масі скупчення на відстані 1 Мпк; вона склала  $\sim 88.4\%$ .

## Спостережувана фотосферна конвекція на різних просторових масштабах

*Баран О.А.*

Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету імені Івана Франка

Досліджена структура конвективних комірок в сонячній атмосфері з використанням профілів лінії нейтрального заліза  $\lambda = 639.3$  нм, отриманих Н.Г.Шукіною на 70-см вакуумному баштовому телескопі VTT на Канарських островах з високою просторовою і часовою роздільною здатністю поблизу сонячного диску в спокійній області. Шляхом розв'язку нерівноважної інверсної задачі переносу випромінювання нами відтворено стратифікації променевої швидкості і температури. Діапазон досліджуваних висот —  $25 \div 550$  км в фотосфері Сонця. Ширина області досліджень — 64 400 км на поверхні Сонця.

Хвильові рухи усунені шляхом  $k - \omega$  фільтрації. Проаналізовано 2D розподіли поля швидкостей і варіацій температури фотосферної конвекції в досліджуваній області.

Методом фільтрації просторово-часових частот виділено конвективні комірки окремо на масштабах грануляції (ширина комірок порядку  $1 \div 10$  Мм) і мезогрануляції (ширина комірок більше 10 Мм). Досліджено аналогічні розподіли на відповідних масштабах. Проаналізовано висотну стратифікацію поля вертикальних швидкостей, виявлено різке її зменшення в верхній фотосфері як на масштабах грануляції, так і для мезогрануляції. В середній та у верхній фотосфері чітко проявляється інверсія температурних флуктуацій в широких гранулах і мезогранулах.

## **Вирішення задачі автоматизації стереознімання**

*Беленок В.Ю.<sup>1</sup>, Бурачек В.Г.<sup>2</sup>, Дерун І.Ю.<sup>2</sup>, Зацерковний В.І.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Чернігівський державний інститут економіки і управління

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет

Сьогоднішній етап розвитку дистанційного зондування Землі характеризується все більшим поширенням цифрових методів знімання та все подальшим розвитком і вдосконаленням знімальної, навігаційної апаратури та, як наслідок, отримуваних аерокосмічних знімків. Використання в якості приймачів сигналів лінійкових та матричних детекторів на основі пристроїв із зарядовим зв'язком (ПЗЗ-елементів) при використанні GPS (глобальна система визначення місцеположення), INS (інерційна навігаційна система) та рівнянь зв'язку дозволяє використовувати сітку пікселів ПЗЗ в якості "картографічної сітки", що є зручним при вирішенні задач побудови моделі місцевості. У той же час підвищення характеристик знімальних систем (збільшення кількості каналів та кількості пікселів) та ускладнення програм обробки даних призводять до того, що в цифровій фотограмметрії залишається актуальною проблема розвантаження бортової пам'яті під час виконання знімання, яка може бути вирішена за рахунок побудови цифрової моделі місцевості безпосередньо в польоті, що дозволить звільнити бортову пам'ять від проміжних даних. Вирішення такої задачі передбачене в способі стереофотограмметричного знімання місцевості, заснованому на виконанні орієнтування знімка на сітці пікселів ПЗЗ-матриці. При цьому можливим є в польоті носія автоматичне визначення цифрової моделі рельєфу з введенням поправок за спотворення взаємодіючих векторів променів візування в геодезичній і приладовій системах координат. Це дозволяє в процесі польоту послідовно виконувати обчислення та залишати в літаку готові цифрові моделі рельєфу для кожної пари знімків і, таким чином, звільнити оперативну пам'ять бортової системи як мінімум на 50%.

## **Властивості адронних та лептонних карт поверхневої яскравості залишків наднових зір у високоенергетичному гама-діапазоні**

*Бешлей В.В., Петрук О.*

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача, Львів

За останнє десятиліття завдяки наземним черенковським телескопам значно зросла кількість успішних спостережень у гама-діапазоні. MAGIC і H.E.S.S. стали першими експериментами, за допомогою яких було отримано карти розподілу поверхневої яскравості космічних об'єктів у високоенергетичному гама-діапазоні. Протягом останніх 6 років спостережень в цьому діапазоні було отримано 12 зображень залишків наднових зір (ЗН). За випромінювання відповідних гама-квантів відповідають релятивістські електрони (зворотний Комптон-ефект та нетеплове гальмівне випромінювання) або протони (піонні розпади). Аналізуючи спектри випромінювання, не можна однозначно відповісти на пи-



тання про те, які саме частинки (електрони чи протони) випромінюють гама-фотони. Тому карти поверхневої яскравості об'єктів є додатковим джерелом інформації про властивості нетеплового випромінювання ЗН. Нами розроблений метод побудови зображень ЗН у жорсткому гама-діапазоні внаслідок розпадів піонів, породжених під час взаємодії прискорених протонів та протонів зі значно нижчими енергіями та зворотнього Комптон-ефекту, розсіяння високоенергетичних електронів на міжзоряних фотонах з передачею їм енергії. Метод базується на класичній теорії прискорення частинок на фронті ударної хвилі в однорідному міжзоряному середовищі та однорідному міжзоряному магнітному полі та враховує втрати енергії релятивістських протонів (внаслідок зіткнень) та електронів (внаслідок взаємодії з магнітним полем). Врахування втрат протонів є важливим у випадках, коли ударна хвиля зустрічається з джерелами високої концентрації частинок, зокрема з молекулярними хмарами. Метод застосовано для побудови й аналізу карт поверхневої яскравості залишків наднових зір у високо-енергетичному гама-діапазоні.

## **Исследование вариаций полосы поглощения аммиака NH<sub>3</sub> 787 нм в атмосфере Юпитера**

*Бондаренко Н.Н.*

Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова, Казахстан

Содержание аммиака в атмосфере Юпитера крайне мало (~0.01%), но аммиак, как и метан, имеет умеренные и сильные полосы поглощения в видимой и ближней ИК областях спектра, что весьма полезно, т.к. изучение изменений интенсивности этих полос дает возможность изучать поведение газовой и аэрозольной составляющих планетной атмосферы.

Ранее было выявлено различие в широтном ходе поглощения аммиака по диску Юпитера на основе оптических наблюдений с КА Вояджер-1 и космического телескопа Хаббл, а также по радиоастрономическим наблюдениям. По этим данным концентрация аммиака в низких и умеренных широтах северного полушария Юпитера несколько понижена. Хотя существует большое количество публикаций, посвященных изучению аммиака в атмосфере Юпитера, пространственно-временные вариации остаются мало изученными. Полоса поглощения аммиака 787А в спектре Юпитера ранее почти не исследовалась, проводились только её лабораторные измерения (Bowles N.). Дело в том, что эта полоса перекрывается более широкой полосой поглощения метана. Поэтому для ее выделения мы использовали определение отношения спектров Юпитера к спектру центра диска Сатурна, в котором поглощение аммиака практически отсутствует.

Настоящая работа посвящена исследованию хода поглощения аммиака в полосе 787 нм для выявления широтно-долготных вариаций. Основным инструментом исследования аммиачного поглощения было определение для разных участков центрального меридиана или экватора планеты эквивалентной ши-

рини полоси поглинання  $EW = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} (I - I_\lambda/I_c) \cdot \Delta\lambda$ , где  $I_\lambda$  и  $I_c$  — интенсивности внутри полоси и в интерполированном на полосу непрерывном спектре,  $\Delta\lambda$  — шаг интегрирования (один пиксель в ангстремах — 4.3 Å). Пределы интегрирования  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  соответствуют краям полоси поглинання.

В результате исследования выявлена ранее не исследованная депрессия полосу поглинання NH<sub>3</sub> 787 нм в северном полушарии Юпитера. Также итогом данной работы стал составленный по всем измерениям за 2008 и 2010 гг. атлас вариаций аммиачного поглинання на диске Юпитера в виде графиков широтного и долготного хода поглинання. Полученные результаты находится в хорошем согласии с ранее проведенными в Астрофизическом институте им. В.Г.Фесенкова исследованиями [1, 2]. Хотя в 2010 г. произошли значительные изменения в зональной структуре облачных поясов Юпитера (исчезла темная Южная Экваториальная Полоса — SEB), на ходе аммиачного поглинання это никак не отразилось и никаких существенных изменений в ходе поглинання в SEB не выявлено.

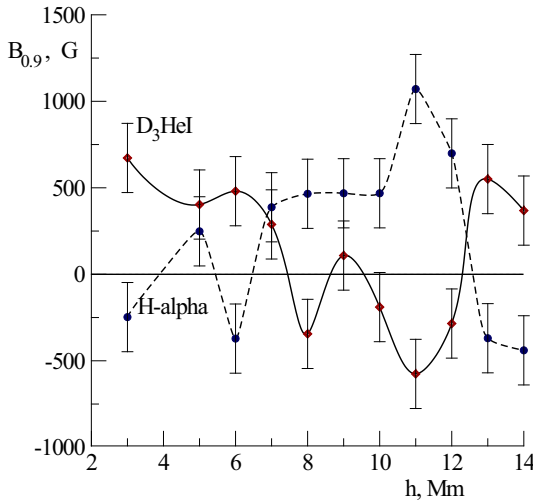
1. *Tejfel V.G., Karimov A.M., Vdovichenko V.D.* Strange latitudinal variations of the ammonia absorption on Jupiter // *Bulletin Amer. Astron. Soc.* — 2005. — v.37, № 3.
2. *Tejfel V.G., Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Kharitonova G.A., Sinyayeva N.V. and Karimov A.M.* Spatially resolved variations in the methane and ammonia absorption in the atmosphere of Jupiter // *Astronomical and Astrophysical Transactions.* — 2005. — vol. 24, № 4. — P. 359–367.

## **Співставлення магнітних полів в активних протуберанцях, виміряних по лініях H $\alpha$ і D<sub>3</sub> HeI**

*Ботигіна О.О., Лозицький В.Г.*

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Аналізуються результати спектрально-поляризаційних вимірювань магнітного поля у трьох активних протуберанцях: 24.07.1981, 24.07.1999 та 12.07.2004 р. Спостережний матеріал отримано на ешелюму спектрографі ГСТ АО КНУ. Магнітні поля вимірювались по зеєманівському розщепленню профілів  $I \pm V$  ліній D<sub>3</sub> HeI та H $\alpha$ , які відповідали висотам в атмосфері від 3 до 14 Мм. Вимірювання ефективних магнітних полів  $B_{\text{eff}}$  по зміщенню “центрів ваги” профілів показали, що усереднені по площі вхідної щілини магнітні поля були в межах від –600 до +600 Гс. Амплітудні значення локальних полів оцінювались по розщепленню бісекторів центральних частин профілів ліній на рівні интенсивності 0.9 від максимальної для даного профілю. Відповідні поля  $B_{0.9}$  виявились у 2–3 рази більшими за  $B_{\text{eff}}$  і досягали 2000 Гс по абсолютній величині. На висотних розподілах магнітного поля виявлені вузькі (1–2 Мм) висотні піки, що відповідали висотам 8–11 Мм. Крім того, виявлено цікавий ефект — антикореляцію виміряних значень магнітного поля по лініях D<sub>3</sub> і H $\alpha$  (рис. 1).



**Рис. 1.** Співставлення виміряних магнітних полів  $B_{0.9}$  для протуберанця 12.07.2004. Видно два основні ефекти: а) антикореляцію даних по  $D_3$  і  $H\alpha$ , яка поширюється навіть на протилежну магнітну полярність і б) вузькі (1–2 Мм) висотні піки, де магнітне поле досягає  $\approx 1000$  Гс

Для порівняння варто нагадати, що на фотосферному рівні завжди відмічається позитивна кореляція даних по різних спектральних лініях. Ймовірною причиною цього ефекту є те, що лінії водню і гелію світяться в областях з різною температурою: водень світиться при нижчій температурі, а гелій — при вищій. Якщо в неоднорідному протуберанці існують маломасштабні магнітні волокна, в яких температура поступово спадає з наближенням до їх внутрішніх областей, тоді як магнітне поле — навпаки зростає, то якісно можлива ситуація, зафіксована при спостереженнях. Протилежна магнітна полярність можлива тоді, коли кожне магнітне волокно насправді є екранованим безсило-вим джгутом зі знакозмінною полярністю по перерізу цього волокна [1].

1. Соловьев А.А., Лозицкий В.Г. // Кинематика и физика небес. тел. — 1986. — Т.2, №5. — С. 80–84.

## **Тренажерне комп'ютеризоване навчання технологічним процесам астрономічних вимірювань**

*Бурачек В.Г.<sup>1</sup>, Хілик О.Д.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Інститут землевпорядкування та інформаційних технологій при Національному авіаційному університеті

<sup>2</sup>Чернігівський державний інститут економіки і управління

Згідно з вимогами Болонської декларації, значна увага акцентується на впровадженні різноманітних видів самостійного навчання у підготовці майбутніх фахівців, від яких вимагаються ґрунтовні професійні знання, вміння та

навички швидко й оперативно реагувати на зміни в професійному середовищі та суспільстві, вміння самостійно навчатися протягом усього життя.

Тренажерні технології сьогодні — це складні інтелектуальні комплекси, системи моделювання і симуляції, системи візуалізації, комп'ютерні програми і фізичні моделі, тобто самостійна робота, створені для того, щоб підготувати людину до прийняття якісних і швидких рішень.

Загальне положення в області теорії основ тренажерного комп'ютеризованого навчання технологічним процесам астрономічних вимірювань характеризується відсутністю будь-якої концепції, теорії основ і практики тренажерного комп'ютеризованого навчання технологічним процесам астрономічних спостережень та вимірювань.

Нова концепція тренажерно-комп'ютеризованого навчання астрономічним вимірюванням і розробка теоретичних основ відкривають перспективу автоматизованого самостійного навчання операціям точних вимірювань при імітації астрономічних спостережень, переходу до нового рівня — “автоматизованого” викладача.

Головним завданням використання комп'ютерних технологій є розширення інтелектуальних можливостей людини. У цей час змінюється саме поняття навчання: засвоєння знань поступається місцем вмінню користуватися інформацією, одержувати її за допомогою комп'ютера.

Впровадження комп'ютерних технологій створює передумови для інтенсифікації освітнього процесу. Вони дозволяють широко використати на практиці психолого-педагогічні розробки, що забезпечують перехід від механічного засвоєння знань до оволодіння вмінням самостійно здобувати нові знання. Комп'ютерні технології сприяють розкриттю, збереженню й розвитку особистісних якостей студентів, що навчаються.

## **Контроль оптичних характеристик об'єктивів геодезичних і астрономічних приладів**

*Бурачек В.Г.<sup>1</sup>, Хомушко Д.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Інститут землевпорядкування та інформаційних технологій при Національному авіаційному університеті

<sup>2</sup>Чернігівський державний інститут економіки і управління

Сучасні візуальні прилади мають в своїй конструкції складні оптичні системи, якість виготовлення яких буде впливати на точність вимірювань; тому в оптичному приладобудуванні виготовлення геодезичних і астрономічних приладів, що відповідають вимогам високих технологій, повинно бути забезпечено високоточними методами і апаратурою оптичних вимірювань та контролю.

Важливим елементом оптичної системи є об'єktiv, похибки виготовлення якого призводять до додаткових аберацій, а відповідно, і до погіршення якості зображення. Згідно вимог Міжнародної системи стандартизації якість зображення повинна оцінюватись за оптичною передавальною функцією (ОПФ), яка є мірою можливості оптичної системи відтворювати різні просторові частоти,

а модуль ОПФ (функція передачі модуляції — ФПМ, або частотно-контрастна характеристика — ЧКХ) показує залежність коефіцієнту передачі контрасту від просторової частоти.

Традиційними методами експериментального визначення ОПФ є ряд методів, що засновані на гармонічному аналізі, явищі інтерференції і голографії; при цьому пристрої, які реалізують дані методи, мають малу ступінь автоматизації процесу вимірювань, що зумовлено наявністю складних механічних, оптичних та електронних вузлів, котрі повинні бути виготовлені з високою точністю.

Перспективними напрямками розвитку методів і засобів контролю оптичних характеристик об'єктів геодезичних і астрономічних приладів є напрямки, які передбачають використання в якості аналізатора зображення пристрої з зарядовим зв'язком (ПЗЗ-матриці), що дозволяють підвищити точність вимірювань, виконувати дослідження зображення, яке створюється двома точковими джерелами світла (базуючись на релеєвському методі) та автоматизувати операції контролю.

## **Рентгенівське випромінювання галактик без активних ядер**

*Василенко А.А.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У роботі досліджено вибірку зі 148 галактик, які є спільними для каталогів SDSS та 2XMMi, та які, згідно діаграми BPT (Baldwin, Phillips, Terlevich 1981), не повинні містити у собі активні ядра. Найбільш імовірним джерелом рентгенівського випромінювання цих галактик можуть бути області зореутворення.

Ми з'ясували, що насправді лише 60 галактик із 148 є галактиками без активного ядра і мають ознаки активного зореутворення. Із цих 60 галактик, лише 7 галактик мають одночасно оптичні спектри (у тому числі й центральної області) та оптичне зображення SDSS, а також неточкове зображення у рентгенівському діапазоні. Рентгенівські спектри були побудовані лише для 5 галактик.

Нами показано, що рентгенівські спектри мають максимум поблизу енергій 1–2 кеВ і швидко спадають на більш високих енергіях. Такі спектри говорять про переважно теплову природу випромінювання, що утворюється в областях зореутворення, а також про те, що дані галактики не належать до класу галактик з активними ядрами. Крім аналізу спектрів також побудовано розподіли галактик досліджуваної вибірки за червоними зміщеннями та рентгенівськими світностями.

## Вплив припливної взаємодії на динамічну еволюцію супутникових систем

*Васильєва Т.М.<sup>1</sup>, Железняк О.О.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Національний технічний університет “Київська політехніка”

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет

Динамічна еволюція супутникових систем передбачає перерозподіл моменту кількості руху  $\vec{K}$  і енергії  $E$  між небесними тілами за рахунок особливостей їх гравітаційної взаємодії, виникаючого опору зовнішнього середовища та зміни маси і форми супутників та центрального тіла.

Сучасні астрономічні спостереження регулярних супутників планет вказують на те, що їх орбіти мають незначні ексцентриситети. У зв'язку з цим виникає питання про знаходження механізму зменшення ексцентриситету  $e$  орбіт у супутниковій системі. Для великих супутників таким механізмом може виступати припливна гравітаційна взаємодія, яка спричиняє деформації форми тіл, змінюючи внутрішнє і зовнішнє гравітаційне поле у просторі і часі.

З певним наближенням ексцентриситет орбіт у нашому дослідженні розраховувався за такою формулою

$$e \approx \left( 1 + \frac{2EK^2}{GM^2m^2} \right)^{1/2}, \quad (1)$$

де  $M$  і  $m$  — маси центрального тіла (планети) і супутника відповідно,  $G$  — гравітаційна стала. Якщо супутник загальмований і не обертається навколо власної вісі, тоді припливні сили породжують радіальну збурюючу силу, яка не змінює величини  $K$ , але за рахунок деформації тіла відбувається дисипація енергії  $E$ . Тоді маємо  $\frac{dE}{dt} < 0$  при  $K = \text{const}$ , при цьому величина ексцентриситету орбіти супутника відповідно до (1) буде зменшуватись.

Проведені дослідження орбітальних елементів великих супутників планет показали, що припливна взаємодія істотно впливає на орбітальну еволюцію системи, а також може сприяти виникненню у самогравітуючих системах резонансів.

## Фотометрія і поляриметрия високоальбедного астероїда 44 Низа

*Величко Ф.П.*

Інститут астрономії Харківського національного університету ім. В.Н.Каразина

В работе представлены новые фотометрические наблюдения и результаты первых измерений циркулярной поляризации высокоальбедного (E-тип) астероїда главного пояса 44 Низа. Наблюдения выполнены в январе–апреле 2011 г. в институте астрономии Харьковского национального университета им. В.Н.Каразина на 70-см рефлекторе, оснащённом ПЗС камерой ML 4710 и фотоэлектрическим поляриметром. Измерения блеска и поляризации астероїда проведены в стандартных BVRI спектральных полосах.

Фотометрические наблюдения проведены в диапазоне фазового угла астероида от  $0.64^\circ$  до  $26.51^\circ$ . Амплитуда кривой блеска во всех четырех измеренных спектральных полосах составила 0.38 зв.вел. С точностью до ошибок наблюдений ( $\pm 0.01$  зв.вел.) вариаций цвета по поверхности Низы в диапазоне от полосы *B* до *I* не обнаружено. Получены фазовые зависимости блеска и показателей цвета астероида в BVRI спектральных полосах при аспекте, который ранее не наблюдался.

Измерения циркулярной поляризации Низы выполнены за три даты в январе–феврале 2011 г. как в области оппозиции при минимально возможном фазовом угле, так и при фазовом угле  $8.53^\circ$ . При этом фотоэлектрический поляриметр работал в спектральной полосе *V* в режиме с быстровращающейся четвертьволновой ахроматической фазовой пластинкой и неподвижным поляроидом. Получено, что в области поляризационного оппозиционного эффекта фазовой зависимости линейной поляризации [1] циркулярная поляризация составляет  $0.20\% \pm 0.07\%$  и  $0.12\% \pm 0.11\%$  при угле фазы  $0.64^\circ$  и  $0.60^\circ$ , соответственно. В то же время, в области регулярной отрицательной ветви фазовой зависимости линейной поляризации при фазовом угле  $8.53^\circ$  измерения показывают, что циркулярная поляризация достигает нулевого ( $0.00\% \pm 0.03\%$ ) значения.

1. *Rosenbush V.K., et al.* Polarization and brightness opposition effects for the E-type asteroid 44 Nysa // *Icarus*. — 2009. — v.201. — P. 655–665.

## **Морфологія деталей і геологія поверхні супутника Юпітера Європи**

*Відьмаченко А.П., Мороженко О.В., Клянчин А.І.*

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Наше уявлення про будову і склад супутників планет Сонячної системи істотно змінилося з появою нової техніки для астрономічних спостережень, введенням в дію крупних наземних телескопів, успішною експлуатацією космічного телескопа Хаббла і після прольотів біля планет спеціалізованих космічних апаратів.

Супутник Юпітера Європа був відкритий Галілеєм в 1610 р. Назва “Європа” вперше була запропонована Маріусом в 1614 р., але лише в середині ХХ ст. вона стала загальноновизнаною. Її велика піввісь орбіти — 670 900 км; орбітальний період 3,551181 діб — синхронний; діаметр 3138 км; маса  $4,80 \cdot 10^{22}$  кг; щільність  $3,04 \text{ г/см}^3$ ; середня температура поверхні 110 К на екваторі і близько 50 К на полюсах. Перші знімки Європи з космосу були зроблені КА “Піонер-10”, який пролетів біля Юпітера в грудні 1973 р.; в березні в 1979 р. Європу вивчав “Вояджер-1” (мінімальне наближення склало 732 000 км), а в липні — “Вояджер-2” (190 000 км). Завдяки цим даним була висунута гіпотеза щодо існування рідкого океану на Європі. З грудня в 1995 р. по вересень в 2003 р. систему Юпітера вивчав КА “Галілео”. З 35 спочатку запланованих витків КА навколо Юпітера 11 були призначені спеціально для вивчення Європи (нагада-

емо, що робота станції спочатку планувалася лише до 1997 р.). Це дозволило зробити безліч знімків супутника, в тому числі з просторовим розділенням у декілька метрів.

Порівняння великомасштабних зображень з КА “Вояджер-2” і “Галілео” ніяких помітних змін не виявило і не показало явних активних змін поверхні Європи. Але знімки КА “Галілео” з високим просторовим розділенням змінили уявлення про характер поверхні і її природу. Поверхня є крижаною оболонкою, покритою тріщинами і торосами — нагромадженнями льоду. Що це саме сніг і лід з води, було підтверджено численними спектральними спостереженнями. Ці особливості доповнюються так званими куполами з матеріалу з трохи вищою температурою, який спливав на поверхню. Судячи по деяких морфологічних утвореннях на поверхні супутника, можна припустити, що в окремих районах шар його верхньої літосфери не перевищує декількох кілометрів при середній товщині чисто крижаної оболонки близько 100 км. Гравітаційні вимірювання, проведені апаратурою “Галілео”, також підтвердили диференціацію Європи. Під порівняно тонкою літосферою, можливо, знаходиться океан з рідкої води завглибшки до декількох десятків кілометрів. Ломка льоду і утворення торосів з поверхневих льодів, ймовірно, відбуваються і в даний час. Швидше за все, саме з цієї причини вдалося зареєструвати декілька “султанів” вивержень водяної (метанової і можливих інших хімічних елементів) пари з поверхні Європи, яка через деякий час осідала на поверхню супутника у вигляді снігу й іню.

Геологічний аналіз спостережних даних вказує на присутність теплого м'якого матеріалу, світлого на невеликих глибинах в корі, який відкрився під час її недавньої геологічної деформації. По зображеннях вдалося виявити дуже низьку щільність ударних кратерів, що вказує на відносну молодість поверхні Європи і, можливо, на її геологічну активність і сьогодні. Геологічна історія Європи представлена деталями на її поверхні. Основні геологічні риси супутника були виділені після місії “Вояджера” з урахуванням схожості форми, структури, кольору, освітлення і т.п. поверхні Європи і інших відомих типів поверхонь: великі рівнини (*regiones*), ділянки тріщин (ліній, смуг) і гірських хребтів (*linea, lineae*), області з хаотичним рельєфом (хаоси — *chaos, chaoses*) і кратери (*crater*). На початок 2011 р. до них додано ще й такі особливості, як *flexus* — так звані циклоїдні тріщини. Тектонічне повторне спливання матеріалу кори превалює над геологічними особливостями, утвореними давно. Відсутність значної кількості ударних кратерів на поверхні супутника вказує на те, що частота повторного тектонічного спливання помітно зменшилася, можливо, відразу ж після того, як відбулося утворення основного “зморщеного” рівнинного рельєфу. Ці тенденції і перехід від стародавньої тектоніки до домінування кріовулканічного спливання могли бути приписані поступовому потовщенню кріосфери Європи протягом останньої геологічної історії близько 30 млн. років: спочатку товста крижана оболонка ламалася, а потім плавилася в результаті припливної діяльності і ендегенних процесів, причому ступінь ломки і тонажність крижаних пластів зменшувалися з часом, а її контури ставали все вузкими і все помітніше згладжувалися. Утворення областей хаосу



могло відбуватися там, де поріг товщини кори, що могла витримувати високе навантаження конвекції, був перевищений, і це привело до формування пластичнішого льоду через пов'язане з припливами нагрівання. У цьому контексті поки що не ясно, чи викликано все це разовими різкими змінами в тепловій еволюції супутника, або ж це циклічні, або нерегулярні епізоди тектонічної і кріовулканічної діяльності.

Нерідко на поверхні Європи спостерігаються подвійні і навіть потрійні крижані хребти. Є там і нерельєфні смуги з темними краями, які пояснюються специфічним явищем кріовулканізму (виверженням води з-під льоду в центрі тріщин). Явищами кріовулканізму пояснюють також і наявність окремих малих і великих темних плям, що є ділянками виверження на поверхню глибинного льоду і, можливо, води. Мабуть, глобальна мережа ліній — це тріщини в крижаній корі, викликані тектонічними процесами і потім заповнені замерзлою темною речовиною оранжево-червоного кольору. Ширина розломів на різних частинах поверхні складає від одиниць до сотень кілометрів, а їх протяжність іноді досягає 3000 км і навіть більше. Вода, що виливається, миттєво закипає і відразу ж замерзає; деяка її частина, випарувавшись, випадає на поверхню у вигляді снігу й іню в радіусі декількох сотень кілометрів від джерела. Ця загальна кореляція стратиграфічних особливостей з альbedo дозволяє припустити, що на зображеннях поверхні Європи менше альbedo мають відносно молоді області, які були менше змінені подальшими ендегенними і екзогенними процесами, які очистили б їх. В областях хаосів малі залишки своєрідних айсбергів від раніше розколених гірських хребтів ніби стикаються і наповзають один на іншій. Хаоси здаються стратиграфічно молодими і можуть бути інтерпретовані як області підвищених виходів тепла, а то й можливого місцевого підтаювання поверхні Європи. Зазвичай класифікація кратерів базується на чіткості їх меж і викинутих “продуктів”: сліди від ударів можна розпізнати по присутності концентричних контурів, а деякі мають краї і добре видиму ударну текстуру, що добре збереглися, у деяких є промені. Всього на Європі знайдено 41 кратер з діаметрами 2–50 км.

На зображеннях Європи з КА “Галілео” у 2000 р. був виявлений достатньо крупний кратер, який може бути результатом зіткнення у минулому астероїда з Європою. Зараз він є яскравою круглою плямою. Зовнішня структура цього об'єкту Тайр набагато більша, ніж сам кратер, і має діаметр до 149 км. Концентричні кільця показують достатньо молодий рельєф в цій області. По одній з гіпотез, тіло, яке сформувало цю поверхню, могло взагалі пройти крізь поверхневу кору в менш крихкі глибші шари, де й відбувся основний підрив, від епіцентра якого розповсюдилася ударна хвиля. Таким чином, морфологічна деталь Тайр виявилася настільки оригінальною, що для неї і ще для 2–3 їй подібних довелося навіть запропонувати окремий термін: великі кільцеві структури (ВКС). Так, дещо менші (107 км) розміри має ВКС Калланіш.

А якщо розглядати з різних ракурсів весь супутник, то, на нашу думку, слід виділити ще одну *дуже велику кільцеву структуру*, що займає практично всю півкулю Європи з центром з координатами 20° пд.ш., 203° зх.д. На

підтвердження того, що це саме ударна структура говорить розташування на поверхні Європи в діаметрально протилежних точках двох найкрупніших тріщин — Agenor і Agenor twin (близнюк). Якщо до них додати ще й регіон тріщини Kattreus, то симетрія центру *глобальної ударної структури* “Agenor + Kattreus” і протилежного до неї “відгуку” на удар (Agenor twin) — буде практично ідеальною.

## **Гідродинамічні моделі залишків Наднових зір**

*Гнатик Б.І.*

Астрономічна обсерваторія Київського національного  
університету імені Тараса Шевченка

Еволюція залишків Наднових зір в міжзоряному середовищі (МЗС) з достатньою точністю описується задачею про анізотропний точковий вибух в багатокомпонентному (розріджений міжзоряний газ та конденсації-хмарки) середовищі з великомасштабним градієнтом густини та магнітними полями. Традиційно інтерпретація даних спостережень залишків в різних спектральних діапазонах ґрунтується на використанні розв’язків задачі про ізотропний точковий вибух в однорідному МЗС. Однак отримані останніми роками результати спостережень залишків в рентгенівському та гама-діапазонах потребують для свого пояснення більш складних моделей із врахуванням неоднорідностей МЗС в області вибуху Наднової, впливу магнітних полів і космічних променів на динаміку та свічення залишків тощо. Ми детально розглядаємо два нові досі недостатньо вивчені аспекти еволюції залишків Наднових — особливості еволюції залишків при переході від адіабатичної до радіаційної стадії та при спалаху Наднової в двокомпонентному (газ та хмарки) МЗС із домінуванням хмарок в загальному балансі маси залишків. Пропонується наближений аналітичний опис цих стадій еволюції та розраховуються їх спостережувальні прояви в різних спектральних діапазонах. Як приклад, детально аналізується залишок Вітрила.

## **Хімічний склад космічних променів надвисоких енергій**

*Гнатик Р.Б.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

В роботі досліджується хімічний склад космічних променів надвисоких енергій (КПНВЕ). Останні результати експериментального вимірювання енергетичного спектру та хімічного складу КПНВЕ, представлені двома найкращими детекторами AUGER і HIRES, виявились суперечливими. Зокрема, дані HIRES узгоджуються з домінуванням протонів в потоці КПНВЕ для всіх енергій, тоді як дані AUGER вказують на зростаючий внесок важких ядер при найвищих енергіях. Ми розрахували залежність від енергії глибини максимального розвитку зливи  $X_{\max}$  і ширини розподілу  $X_{\max}$  для потоку КПНВЕ, який складається з суміші протонів, гелію і заліза. Беручи до уваги модифікаційний фактор, тобто зміну спектру генерації КПНВЕ внаслідок їх взаємодії з релі-

ктовим випромінюванням, ми відновлюємо найкраще співвідношення елементів в загальному потоці для випадку даних AUGER і HIRES.

## **Визначення координат активних референцих станцій мережі UA-EUPOS/ZAKPOS**

*Гринишина-Полюга О.Я.*

Національний університет “Львівська політехніка”

На початку 2009 р. вперше в Україні було введено в роботу активну мережу GNSS станцій, що отримала назву ZAKPOS, і яка на той час складалася всього з п'яти референцих станцій. На середину 2010 р. мережа ZAKPOS об'єднувала вже 17 станцій, а на кінець 2010 р. — 27 референцих станцій. У їх число входять: KHST, MIZG, MUKA, RAKH, VBER (станції мережі ZAKPOS), CRNI (Чернівці), FRAN (Івано-Франківськ), RVNE (Рівне), TERN (Тернопіль), SHAZ (Шацьк, Волинська обл.), CTIG (Кишинів, Молдовський технічний університет), HOZD, HRUB, UZDL (станції польської мережі ASG-EUPOS), SKSV, SKTV (станції словацької мережі SKPOS), VASA (станція угорської мережі GNSSnet.hu), BAIA, DORO, SATU, VISE (станції румунської мережі ROMPOS) та п'ять станцій від Національного Космічного Агентства України: JVRS (Яворів, Львівська обл.), KRRS (Кіровоград), ODRS (Одеса), VNRS (Вінниця) та станція KYIV (Київ) і в результаті стає мережею національного масштабу під новою назвою UA-EUPOS/ZAKPOS, підкреслюючи тим самим свою приналежність до загальноєвропейських стандартів і традицій.

Для проведення процесу регулярного опрацювання даних спостережень з станцій мережі UA-EUPOS/ZAKPOS був проведений вибір вихідних перманентних GNSS станцій, що входять у європейську (EPN) та міжнародну (IGS) мережі і які, більш-менш територіально рівномірно, розташовані навколо нашої мережі. Такими виявились наступні станції: BACA (Румунія), BUCU (Румунія), DEVA (Румунія), GANP (Словаччина), GLSV (Голосієво, Україна), JOZ2 (Польща), MIKL (Миколаїв, Україна), PENC (Угорщина), SULP (Львів, Україна) UZHL (Ужгород, Україна).

На сьогоднішній день мережа UA-EUPOS/ZAKPOS регулярно опрацьовується програмним забезпеченням GIPSY-OASIS 6.0. Результатом є щоденні розв'язки IGS05 (ITRF2005) на епоху спостережень, які пізніше трансформуємо у систему ETRS89/ETRF2000. Наявність в мережі UA-EUPOS/ZAKPOS станцій EPN надало можливість проведення порівняння отриманих нами розв'язків з комбінованими розв'язками EPN шляхом визначення параметрів трансформування Гельмерта. Порівняння показало, що різниці розв'язків практично не перевищують 1 см.

# **Характеристика національної інфраструктури геопросторових даних**

*Дорошенко О.А.*

Національний авіаційний університет

Географічна інформація в сучасних умовах перетворилася у важливий стратегічний ресурс державного управління та загальносуспільний продукт споживання, у вагомий чинник сталого соціально-економічного розвитку країни та інтегрування в глобальний інформаційний простір. Геопросторові дані створюються переважно в цифровій формі з використанням сучасних інформаційних та супутникових технологій, дистанційного зондування Землі та цифрових методів картографування і складають основу широкого застосування геоінформаційних технологій в кадастрових та моніторингових системах, в навігації, транспорті, аграрному комплексі та обороні.

Зважаючи на постійно зростаючі обсяги геопросторових даних, їх високу вартість, багатогалузеве походження і широке застосування, а також на проблеми, що об'єктивно виникають в організації міжгалузевої взаємодії при виробництві, використанні та інтегруванні даних з різних джерел, у більшості країн світу розроблені та реалізуються програми створення національних інфраструктур геопросторових даних, які об'єднують усі ланки і види забезпечення виробництва, постачання та використання геоінформаційних ресурсів.

Національна інфраструктура геопросторових даних спрямована на удосконалення системи забезпечення потреб суспільства у всіх видах географічної інформації, підвищення ефективності використання геопросторових даних та геоінформаційних технологій в системах підтримки управлінських рішень органів державної влади, місцевого самоврядування, в економічній, соціальній, екологічній, оборонній, науковій сферах в інтересах держави, суб'єктів господарювання і громадян на основі створення і сталого розвитку національної інфраструктури геопросторових даних України як складової єдиного інформаційного простору країни. Стратегія розвитку національної інфраструктури геопросторових даних визначає основні пріоритети, принципи та напрями реалізації єдиної державної політики у сфері створення, зберігання та використання геопросторових даних України, розвитку ринку сучасної геоінформаційної продукції і геоінформаційних послуг та інтегрування України в глобальну і європейську інфраструктури геопросторових даних.

## **Результати ПЗС-фотометрії перемених звёзд**

*Дробязко Н.В.<sup>1</sup>, Шевченко В.Г.<sup>1,2</sup>, Слюсарев И.Г.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Кафедра астрономии Харьковского национального университета имени В.Н.Каразина

<sup>2</sup>НИИ астрономии Харьковского национального университета имени В.Н.Каразина

В рамках программы фотометрических наблюдений астероидов-троянец Юпитера в июле–августе 2010 г. на 0.7 м рефлекторе АЗТ-8 НИИ астрономии ХНУ были получены ПЗС-изображения звездных полей в области созвез-

звезда Лебедя в плоскости Млечного пути. С использованием этих изображений была выполнена проверка 612 звёзд на фотометрическую переменность и получены их кривые блеска в стандартных полосах  $V$  и  $R$ . Обнаружено десять звёзд 15–16 зв. вел., которые показывают фотометрическую переменность, существенно превышающую ошибки наблюдений, и ранее не были включены в каталоги переменных звезд. Две из этих звёзд отождествлены как принадлежащие к высокоамплитудным пульсирующим переменным типа  $\delta$  Щита (HADS). Для одной звезды сделана оценка периода изменения блеска, что соответствует около 8.2 час с амплитудой 0.21 зв. вел. Остальные звёзды показывают переменность с периодами существенно большими, чем промежутки наблюдений.

Используя соотношения, связывающие период и радиус, а также период и абсолютную звёздную величину [1, 2], для HADS-звёзд впервые получены значения радиуса, светимости, эффективной температуры и определён их спектральный класс. Результаты наблюдений и расчетов приведены в таблице.

Номер звезды	$P$	Ампл.	$V-R$	$R_{\odot}$	$L_{\odot}$	$T_{\text{эфф}}$	Sp
USNO-A2.0 0145-00082	$3^{\text{h}}.092$	$0.35^{\text{m}}$	$0.62^{\text{m}}$	3	25	7450 K	A9
USNO-A2.0 1619-00082	$3^{\text{h}}.940$	$0.23^{\text{m}}$	$0.76^{\text{m}}$	3.4	33	7500 K	A9

1. *Fernie J.D.* A new approach to the Cepheid period-luminosity law:  $\delta$  Scuti stars as small Cepheids // *Astron. J.* — 1992. — Vol. 103. — P. 1647–1651.
2. *Laney C.D., Joner M., Schwendiman L.* Dwarf Cepheid radii and the distance scale / In: *Radial and non radial pulsations as probe of stellar physics* // *ASP Conference series*. Aerts C., Bedding T.R., Christensen-Dalsgaard E.J. eds. — 2002. — Vol. 259. — P. 112–115.

## **О влиянии изменения массы на динамику самогравитирующих систем**

*Железняк О.А.*

Національний авіаційний університет

В процессе эволюции самогравитирующих систем изменение массы может оказывать существенное влияние на их внутреннее строение и динамику. Здесь наблюдается увеличение массы путем аккреции (оседания, падения вещества), а также уменьшение массы за счет истечения (потери массы, взрывов). Особую роль потеря вещества оказывает на эволюцию массивных одиночных и двойных звезд. Благодаря перетеканию вещества с одной компоненты двойной системы на другую изменяется орбитальный период вращения звезд, что может приводить к слиянию двойных звезд или к взрывам одного из компонентов (новые и сверхновые звезды). В случае взрыва у двойной системы одной звезды, другая, согласно законам небесной механики, приобретает значительную скорость в нестационарном гравитационном поле.

На разных этапах развития Солнечной системы происходит аккреция и потеря массы, которые существенно влияют на формирование планет и спутниковых систем. Внешние нерегулярные спутники Юпитера, имеющие обратное движение и вытянутые орбиты, сформировались в нестационарном поле расту-

щей планети. Под действием солнечного излучения и потока частиц значительная часть массы протопланетного газопылевого диска была потеряна Солнечной системой, повлияв на образование планет, их динамические характеристики и химический состав вещества.

## **Геоінформаційна система пасажирсько-транспортної взаємодії мегаполіса з прилеглими територіями**

*Железняк О.О., Півень Ю.Ю.*

Национальный авиационный университет

Досліджуючи пасажирсько-транспортну взаємодію між мегаполісом і прилеглими територіями, в яких проживає населення, потрібно знати попит на транспортні послуги у даному напрямку (кількість громадян, які в даний час із даного місця розташування бажають з якихось причин здійснити поїздку). Число поїздок між мегаполісом та прилеглими районами складають транспортну кореспонденцію. Розрізняють поїздки: мережеві, які характеризують транспортну взаємодію мегаполісу з прилеглими територіями, та маршрутні, пов'язані з перевезенням пасажирів на даному маршруті. Інформація про пасажирсько-транспортну взаємодію мегаполісів з прилеглими районами є основою для управління підприємствами пасажирського транспорту (автомобільного і залізничного). Завдяки тому, що реальна траса пасажирів відмінна від прямої лінії, що зв'язує початок і кінець поїздки, необхідно прив'язувати кореспонденцію до топології транспортної системи, враховуючи взаємодію різних видів пасажирського транспорту. Для надання транспортних послуг в прилеглих до мегаполіса територіях необхідно поділити її на певні транспортні зони з виділенням у них центрів пасажирсько-транспортної взаємодії.

Метою даної роботи є створення геоінформаційної системи пасажирсько-транспортної взаємодії мегаполіса з прилеглими територіями та вивчення особливостей динаміки існуючих пасажиропотоків. Рух пасажирів через визначений пункт у транспортній системі створює пасажиропотік  $\Phi$ , який характеризує інтенсивність транспортної взаємодії і визначається кількістю пасажирів, що пройшли за одиницю часу через цей пункт. Узагальнюючими характеристиками пасажирсько-транспортної взаємодії виступають пасажиропотоки в даному напрямку та в усій транспортній системі. Загальна кількість пасажирів перевезених за одиницю часу (на маршруті, у системі) утворюють обсяг (об'єм) перевезення.

Для ефективного використання транспортних засобів необхідно добре вивчити властивості пасажиропотоків та обсягів перевезень в даній транспортній системі. Визначення попиту на пасажирські перевезення передбачає проведення окремих досліджень різними методами в залежності від точності знаходження параметрів, якими описується транспортний процес. Якщо необхідно отримати глобальні (узагальнені) показники, то застосовують *звітно-статистичні методи*, які використовують інформацію транспортних служб міст та статистичних управлінь регіонів. Такі відомості дають можливість прогнозувати розви-

ток загального обсягу перевезень, не враховуючи при цьому локальні (місцеві) особливості транспортного процесу.

У випадку, коли необхідна детальна інформація про властивості пасажиропотоків, застосовуються *експериментальні методи* дослідження у багатьох різновидах:

1. *Безпосереднє спостереження*. В цьому методі використовуються дані спостереження водія транспортного засобу або спеціальних контролерів, розташованих у чітко визначених місцях транспортних маршрутів.
2. *Анкетно-опитувальний метод*. В цьому методі населення (вибрана кількість мешканців) заповнюють спеціальні анкети, в яких наводяться відомості про обсяг поїздок за певний проміжок часу (день, тиждень, місяць), а також їх напрямок та відстань. Одночасно з цим проводиться опитування пасажирів на зупинках, які знаходяться у вибраному для дослідження регіоні.
3. *Автоматично-реєстраційний метод*. Використання автоматичних реєстраторів різного типу дає можливість оперативно одержувати інформацію про пасажиропотоки. Застосовують контактні та безконтактні пристрої-приймачі, які використовують ультразвук чи інфрачервоне випромінювання для реєстрації пасажирів.

*Аналітично-розрахункові методи* засновані на використанні динамічних математичних моделей пасажироутворення та пасажиропоглинання, що відображають загальні закономірності попиту на транспортні послуги мешканців виділених транспортних зон прилеглих територій. Такі економіко-транспортні моделі уточнюються шляхом співставлення їх з експериментальними даними, що забезпечує підвищення точності описання пасажиропотоків. Найчастіше аналітично-розрахункові методи застосовуються для потреб прогнозування та планування діяльності транспортних підприємств і оптимізації розвитку регіонів. Для цього транспортні служби регіонів проводять базисні обстеження роботи транспорту та аналізують перспективи його розвитку. Взаємоузгоджений з роботою транспорту розвиток виробничих сил підвищує продуктивність праці та зменшує затрати часу на пасажирські перевезення.

Пасажирсько-транспортну взаємодію мегаполіса з прилеглими територіями можна описати за допомогою нестационарної гравітаційної моделі. В загальному випадку гравітаційна модель пасажирсько-транспортної взаємодії має такий аналітичний вигляд:

$$\Phi_{ij} = k_{ij} \cdot \rho_i S_i \cdot \rho_j S_j \cdot F(t) \cdot r_{ij}^n e^{-c_{ij} r_{ij}} \quad (1)$$

де  $c_{ij}$ ,  $k_{ij}$ ,  $n$  — емпіричні постійні,  $i, j$  — густина населення,  $S_i, S_j$  — площі транспортних зон,  $F(t)$  — функція, якою описується зміна пасажиропотоку з часом  $t$  (нерівномірність пасажиропотоку),  $r_{ij}$  — відстань між центрами транспортних зон. Вибираючи відстань  $r_{ij}$ , необхідно врахувати розподіл пасажиропотоків від відстані поїздок.

Особливої уваги заслуговує дослідження, направлене на виявлення неста-

ціонарних закономірностей пасажиропотоків:

$$F(t) = F_1(t) + F_2(t) + F_3(t) \quad (2)$$

де  $F_1(t)$ ,  $F_2(t)$ ,  $F_3(t)$  — добовий, тижневий, сезонний епіцикли пасажиропотоків взаємодії мегаполіса з приміськими територіями.

На основі статистичних даних про пасажиропотоки з використанням (1) і (2) створено геоінформаційну систему пасажиро-транспортної взаємодії м. Києва з прилеглими територіями. Використання створеної геоінформаційної системи дає можливість адаптувати діяльність приміського пасажирського транспорту до анізотропії та часових епіциклів пасажиропотоків.

1. *Абрамович Б.М. та ін.* Транспортне обслуговування населення як сталий розвиток міста // Автошляховик України. — 2002. — № 3 (169). — С.11–13.
2. *Афанасьев А.И. и др.* Пассажи́рские автомоби́льные перевозки. — М.: Транспорт, 1986. — 224 с.
3. *Бакаев А.А. и др.* Экономико-математические модели планирования и проектирования транспортных систем. — К.: Техника, 1973. — 220 с.
4. *Варелопуло Г.А.* Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. — М.: Транспорт, 1990. — 208 с.

## **Динаміка зіткнення твердих небесних тіл**

*Железняк О.О. (мол.)*

Національний авіаційний університет

Наявність ударних кратерів на поверхнях планет, супутниках планет і астероїдах вказують на те, що у процесі їх еволюції відбуваються з різною інтенсивністю зіткнення твердих небесних тіл.

В залежності від співвідношення мас тіл, фізико-хімічних характеристик, форми та відносної швидкості тіл результат зіткнення (удару) може приводити до таких наслідків:

1. Випаровування речовини твердих тіл за рахунок виділення значної кількості теплової енергії під час удару.
2. Подрібнення (розрив на малі уламки) тіл, які зазнають зіткнення.
3. Проникнення речовини малого тіла під час зіткнення у велике тіло та часткового розплавлення речовини в області удару.
4. Руйнування під час удару малого тіла, утворення ударного кратера та розкидання уламків на поверхні великого тіла.

В роботі розглянуто непружний удар твердих сферичних тіл, обраховано величину ударних кратерів, динаміку руху уламків у гравітаційному полі великого тіла в залежності від вибраних початкових умов та механічних властивостей небесних тіл.



## **Поляриметрия спутников Сатурна Япета и Энцелада**

*Зайцев С.В.*

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Представлены результаты поляриметрических наблюдений спутников Сатурна Япета и Энцелада, проводимых с 2008 по 2011 годы в Крымской астрофизической обсерватории на телескопах АЗТ-11, оснащённом пятицветным двухлучевым фотополяриметром, и ЗТШ, оснащённом одноканальным фотометром-поляриметром. Наблюдения проводились в широком диапазоне фазовых углов и для широкого диапазона планетографических долгот спутников. Получены фазовые зависимости поляризации, для Япета произведено разделение долготной и фазовой зависимостей поляризации. Подтверждено наличие поляриметрического оппозиционного эффекта для светлого полушария Япета, уточнена его форма.

## **Особенности строения и эволюция Галактики**

*Захожай В.А.*

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина

Обсуждаются новые наблюдательные данные о структуре Млечного Пути (галактических спутниках, звездных потоках, спиральной структуре) и Местной звездной системе (кинематике, планетной и субзвездной составляющей). Выдвигается гипотеза о принадлежности МЗС к галактическому типу звездных систем. Анализируются наблюдательные данные, особенности строения окрестностей Солнца и его окружения. Рассматриваются основные пути исследования проблемы эволюции Галактики и ее составляющих. Приводится перечень и комментарий последовательности ключевых событий, которые характеризуют основные этапы эволюции Галактики, и обсуждается ее будущее.

## **Дослідження агресурсів за допомогою космічних знімків**

*Зацерковний В.І., Кривоберець С.В.*

Чернігівський державний інститут економіки і управління

Серед найбільш актуальних завдань дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можна виділити: картографування та облік природних ресурсів, спостереження за впливом антропогенної діяльності людини на навколишнє середовище, охорона природи, вивчення короткочасних і сезонних явищ природи тощо.

Ґрунт, як цілісний природний об'єкт, має певну будову генетичного профілю і різні ґрунтові горизонти, на космічних знімках безпосередньо не зображується. Навіть в разі розораності і відсутності посівів на знімках відображуються лише окремі властивості поверхневого горизонту — гумусність, вологість, карбонатність, засоленість, механічний склад тощо. Ґрунти можуть розпізнаватися за космічними знімками за прямими ознаками дешифрування далеко не завжди, а лише на розораних землях або полях зі сходом зернових і просапних культур заввишки не більше 10–20 см і на слабо покритих рослинністю

територіях. Проте на знімках знаходить відображення лише верхній горизонт ґрунту, а на його зображення у момент знімання сильно впливає стан ґрунту, перш за все його вологість. Це ускладнює визначення типів, підтипів і різновидів ґрунтів за прямими ознаками навіть у тих випадках, коли на знімках зображуються розорані землі.

Поверхневі горизонти різних ґрунтів можуть відрізнятися забарвленням, структурою, характером поверхні, механічному складу, вологості. Структура і характер поверхонь, які можуть знаходити відображення на великомасштабних аерознімках, на космічних знімках зважаючи на велику їх генералізованість не виявляються. Специфічне забарвлення більшості типів ґрунтів знайшло відображення в їх назвах — сірі лісові, чорноземи, каштанові, буроземи. Тому забарвлення поверхневого горизонту ґрунтів, що відображаються на знімках, може служити основною прямою дешифрувальною ознакою типу ґрунтів.

На чорно-білих знімках забарвлення зображення ґрунтів визначається їх відбивною здатністю, яка залежить від їх мінерало-гігієнічного і органічного складу. Гумусові речовини і оксиди заліза знижують загальну яскравість ґрунтів, а кремнезем, карбонати і хлориди збільшують її. Оскільки у більшості випадків яскравість зображення ґрунтів на знімках залежить від вмісту гумусу у поверхневому шарі, то за цією ознакою розрізняють ґрунти з різним вмістом гумусу. На спектральну яскравість ґрунтів впливають вміст в ґрунтах оксидів заліза, гумусу і гуматний склад останнього. Це важливо враховувати при використанні поширених в космічних дослідженнях багатозональних знімків, для роботи з якими необхідно знати спектральну відбивну спроможність ґрунтів.

## **Використання даних ДЗЗ для моніторингу паводків і повеней**

*Зацерковний В.І., Сергієнко В.В., Сімакін Ю.С.*

Чернігівський державний інститут економіки і управління

На сьогодні проблема оцінки, прогнозування та запобігання розвитку такого негативного явища, як підтоплення, є дуже актуальною для території України, зокрема, для промислово-міських агломерацій.

Процес підтоплення — це комплексний процес, який може відбуватися як під дією природних, так і техногенних факторів. Серед природних чинників підтоплення слід виділити формування критичного рівня ґрунтових вод в багатоводні роки і в періоди паводків та злив. За природних умов підтоплення може відбуватися також на ділянках з порушеним балансом ґрунтових вод — коли зниження природного дренажу певної локальної площі призводить до збільшення її живлення. Процес підтоплення погіршує екологічні параметри верхньої зони геологічного середовища, порушує її взаємодію з біосферою, поверхневою гідросферою, атмосферою. Підтоплення відбувається внаслідок дії таких техногенних факторів, як будівництво водосховищ, зрешувальних каналів, закриття вугільних шахт і припинення відкачування з гірничих виробок, замулювання русел рік, тощо.

Дані ДЗЗ дозволяють не тільки спостерігати розвиток паводку або повені,

а й отримувати оперативний прогноз зон затоплення, оцінювати збиток, вирішувати завдання вибору захисних дамб для стримування повені, виявляти ділянки, яким ще загрожує затоплення тощо. Застосування комп'ютерних алгоритмів обробки даних робить можливим автоматичне визначення межі води і суші, площ затоплених земель, а також виявлення територій, що знаходяться в небезпеці через підйом рівня води.

Післяпаводкова оцінка змін полягає у фіксації наслідків механічного впливу (зруйнованих мостів, проривів дамб, ерозійних процесів та активізації зсувів), гідрологічного (затоплення земель, руслові зміни). Визначення таких наслідків із застосуванням дистанційних методів дозволяє значно зекономити значні ресурси.

Більшість населених пунктів традиційно розташоване поблизу водних об'єктів. В останні роки відзначається тенденція прискорення забудови прибережних територій — заплав і прируслових терас. Важлива особливість космічного моніторингу — це можливість суміщення оперативної інформації про стан місцевості (фотопортрета місцевості) та цифрових картографічних шарів ГІС, що містять дані про планування міського будівництва, проектування захисних споруд, розвитку інфраструктури, для оцінки ризику можливого затоплення.

Супутникова апаратура зйомки високої та середньої розрізненості (3–60 м), на відміну наприклад від датчиків MODIS (250 м — 1 км), має обмежену смугу захоплення і великий період повторного перегляду (2–5 діб і більше). Тому для забезпечення гарантованої щодобової зйомки необхідно планувати координовану роботу 6–8 супутників ДЗЗ з оптичною та радіолокаційною апаратурою.

Завдання супутникового стеження за просуванням льодоходу на річках протяжністю 500 км і більше потребує внесення змін до замовлення у зв'язку з обстановкою, що швидко змінюється. Тому найбільш ефективними засобами, на сьогодні, себе зарекомендували PCA супутника RADARSAT-1 (режим зйомки SCANSAR Narrow) і широсмуговий багатоспектральний датчик AWiFS супутника IRS-P6 (період повторного огляду 1–2 доби для північних широт). Перераховані засоби дозволяють гарантовано отримати PCA знімки районів повені при замовленні за 3 доби до прольоту без переплати навіть при грубих прогнозах а в разі сприятливих метеоумов — отримувати оптичні знімки з періодичністю 1–2 діб.

При PCA зйомці доцільно використовувати сигнали горизонтальної поляризації або декількох поляризацій, для впевненого виділення межі “вода–лід” і підтоплених районів.

Незаперечною перевагою радіолокаційної зйомки є гарантоване надання в заявлені терміни даних, що дозволяють отримувати кількісні та якісні характеристики гідрологічної обстановки, основними серед них є загальна якісна характеристика стану льодової поверхні на річці (нерухомий лід, обводнення і дефрагментація льоду, наявність і розташування вимоїн і ополонки, райони льодоходу та вільні від льоду води); межа “вода–лід”, твердий сухий лід, обводнення лід і відкрита вода, відсоткове співвідношення “вода–лід” у межах заданої ділянки русла; наявність потрисканих ділянок і льодових заторів

(в окремих випадках); наявність факту підтоплення в порівнянні з граничним періодом, площа підтоплення; динаміка процесів розлому, підтоплення і спаду повені (при порівняльному аналізі знімків з часової серії).

## **Астрометрические наблюдения на Киевском меридианном аксиальном круге**

*Золотухина А.В.*

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Начиная с 2001 года на Киевском меридианном аксиальном круге (МАК) ведутся наблюдения звёзд в экваториальной области неба. Целью программы наблюдений является расширение опорной системы Hipparcos–Tycho на звёзды до  $V = 17^m$ , получение их фотометрических характеристик и определение собственных движений. В рамках этой программы уже получено около 14000 снимков неба в экваториальной зоне неба с почти 6 млн. изображений звёзд. В данной работе рассматривается программа наблюдений и метод редукации полученных данных.

## **Оцінка зенітної тропосферної рефракції для постійнодіючих GPS-станцій з використанням різних методик та моделей**

*Ищенко М.В.*

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, м.Київ

Вплив нейтральної (тобто неіонізованої) атмосфери позначається як тропосферна рефракція (або затримка). Значення тропосферної рефракції однаково для GPS-частот  $L_1$  та  $L_2$  та визначається за формулою:

$$\Delta\rho_R^S = f_{\text{ap}}(Z_R^S)\Delta\rho_{\text{ap},R} + f(Z_R^S)\Delta\rho_R(t) + \Delta\rho_{\text{hg}}(Z_R^S, A_R^S, t),$$

де  $\Delta\rho_R^S$  — тропосферна рефракція для супутника  $S$  на станції  $R$ ;  $\Delta\rho_{\text{ap},R}$  — зенітна тропосферна рефракція у відповідності до обраної апріорної моделі;  $f_{\text{ap}}$  — функція нахилу для апріорної моделі;  $Z_R^S$  та  $A_R^S$  — зенітна та азимутальна відстані супутника  $S$  на станції  $R$ ;  $\Delta\rho_R(t)$  — зенітна тропосферна рефракція (ZTD), що оцінюється (залежить від часу);  $f(Z_R^S)$  — функція нахилу для параметру ZTD, що оцінюється,  $\Delta\rho_{\text{hg}}(Z_R^S, A_R^S, t)$  — горизонтальний тропосферний градієнт для врахування азимутальної асиметрії локальної тропосфери (залежить від часу, зенітної та азимутальної відстаней супутника  $S$  на станції  $R$ ).

У Центрі аналізу ГНСС-спостережень Головної астрономічної обсерваторії НАН України було виконано дві обробки спостережень GPS-супутників для 29 станцій, розташованих на території Східної Європи, для GPS-тижнів 1390–1399 (27 серпня — 4 листопада 2006 р.). Розв'язки (позначимо їх як  $MAO$  та  $MAI$ ) були отримані з використанням різних методик та моделей.

Для розв'язку  $MAO$  [4]:

- використовувалось програмне забезпечення “Bernese GPS software v.4.2” [1];
- не використовувалась апріорна модель тропосфери;

- використовувалася опція “DRY\_NIELL” для заданням функції нахилу  $\text{pmfh2.0}$  [3];
- тропосферний градієнт не оцінювався;
- мінімальний кут місця GPS-супутників —  $10^\circ$ .

Для розв'язку *MA1*:

- використовувалось програмне забезпечення “Bernese GPS software v.5.0” [2];
- для задання апріорної моделі використовувалася опція “DRY\_NIELL”, що задавала модель Саастамойнена та функцію нахилу  $\text{pmfh2.0}$ ;
- використовувалася опція “WET\_NIELL” для задання функції нахилу для параметру ZTD, що оцінювався;
- задавалася опція “TILTING” для оцінки горизонтального тропосферного градієнта;
- мінімальний кут місця GPS-супутників —  $3^\circ$ .

Апріорну модель “DRY\_NIELL” рекомендовано використовувати для врахування спостережень супутників з малим кутом місця. При визначенні параметру ZTD суха компонента, що обчислюється за апріорною моделлю, та волога, що оцінюється (з використанням функцій нахилу “DRY\_NIELL” та “WET\_NIELL”) мають узгоджуватись між собою.

В результаті виконаної обробки були отриманні середні різниці ZTD для усіх 29 GPS-станцій між розв'язками *MA1* та *MA0*. Отримані різниці знаходяться в діапазоні від  $-18,45$  мм (для станції MDVJ, Менделеево, Росія) до  $-8,18$  мм (для станції DNMU Дніпропетровськ, Україна). Нова методика з використанням горизонтального тропосферного градієнту дозволила враховувати спостереження низьких GPS-супутників, які раніше не використовувались, що дало змогу покращити оцінювання параметрів зенітної тропосферної рефракції.

1. Bernese GPS Software Version 4.2 / Eds. U.Hugentobler, P.Fridez, S.Schaer. — Bernese: Astronomical Institute, University of Berne. — 2001. — 515 p.
2. Bernese GPS Software Version 5.0 / Eds. R.Dach, U.Hugentobler, P.Fridez, M.Meindl. — Berne: Astronomical Institute, University of Berne. — 2007. — 612 p.
3. Niell A.E. Global mapping functions for the atmosphere delay at radio wavelengths // J. Geophys. Res. — 1996. — 101B, № 2. — P. 3227–3246.
4. Хода О.А. Определение зенитной тропосферной рефракции на украинских перманентных GPS-станциях по данным наблюдений для GPS-недель 1236–1399 // Кинематика и физика неб. тел. — 2011. — Т.27, №2. — С. 3–7.

## **Асимметрия отражательных свойств полушарий спутника Юпитера Европы**

*Клянчин А.И., Видьмаченко А.П., Мороженко А.В.,  
Шавловский В.И., Иванов Ю.С., Костогрыз Н.М.*

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Обращение Европы вокруг центральной планеты синхронное и поэтому одно полушарие спутника всегда «смотрит» на Юпитер (его центральный меридиан

принято считать нулевым — с долготой  $L = 0^\circ$ ), другое — никогда его не видит ( $L = 180^\circ$ ); центр переднего полушария по орбите имеет долготу  $L = 90^\circ$ , заднего —  $L = 270^\circ$ ). Ведущее полушарие значительно ярче и менее загрязнено так называемым «не ледяным» материалом, чем заднее полушарие. По некоторым предположениям, высокое альbedo спутника может свидетельствовать о том, что лед на его поверхности достаточно чистый и, следовательно, «молодой», образованный сравнительно недавно. Количество больших ударных кратеров незначительно, что тоже свидетельствует о сравнительной молодости поверхности спутника. Из подсчета количества кратеров с размерами больше 10 км известный астрофизик Шумейкер оценил, что поверхность Европы имеет средний возраст около 1,5 млн. лет. Подсчеты более мелких кратеров указывают на возраст около 30 млн лет, а следовательно, Европа должна быть еще достаточно геологически активной. В то же время сравнение снимков поверхности, сделанных «Вояджером» и «Галилео» с невысокой пространственной разрешающей способностью, практически не обнаружило заметных изменений за 20 лет, которые прошли между пролетами этих двух КА, хотя детальный анализ наблюдательных данных с высоким разрешением все же указывает на ряд особенностей на поверхности, которые могут свидетельствовать об изменениях ее геологических структур за это время.

Поверхность Европы преимущественно очень «гладкая», поскольку перепады высот там редко превышают 50 м. Это можно понимать или как очень молодой рельеф, или как существование какого-то постоянного механизма сглаживания рельефа. В пользу второго говорит довольно высокая температура на определенной глубине, дающая возможность существования там жидкого океана из воды; к тому же лед при таких условиях способен к пластичным перемещениям.

В результате столкновений астероидов и метеороидов происходило постоянное смешивание материала на поверхности, приводя к образованию ледяного реголита. Кроме того, поверхность Европы бомбардируют высоко-энергичные частицы магнитосферы Юпитера и радиолитически изменяют материал поверхности, приводя к ударному осветлению ее поверхности в основном на лидирующей стороне (при орбитальном движении). Плазменная бомбардировка поверхности электронами высоких энергий происходит сильнее всего на заднем полушарии и может приводить к потемнению поверхности. Эти процессы в совокупности могут приводить к наблюдаемому отличию альbedo двух полушарий, производя «белый» и «красно-коричневые» цвета.

Чтобы получить более однозначный ответ, рядом авторов была сделана попытка определить, насколько загрязнена заснеженная поверхность Европы выбрасываемой из рядом расположенного спутника Ио серой, которая попадая в виде ионов в мощную магнитосферу Юпитера постоянно бомбардирует поверхность Европы. Подсчет содержания серы дает независимую оценку возраста поверхности. Выполненные КА измерения дали следующие результаты: серы оказалось намного меньше, чем ожидалось, а средняя скорость выпадения осадков на всю поверхность Европы за счет извержения воды составляет

10–20 см за 1 млн. лет. Отсюда следует вывод, что через трещины (не считая прямого испарения льда) из всей поверхности спутника в целом должно выбрасываться около 100 кг воды за секунду, постоянно покрывая приходящую экзогенную серу.

С использованием наших спектральных наблюдений галилеевых спутников Юпитера в 2009 и 2010 гг. и наблюдений других авторов в интервале длин волн 346–755 нм при разных значениях орбитальных фазовых углов были определены спектральные значения геометрического альбеда для их ведущих и ведомых сторон. Подтвердилось, что для Ио и Европы геометрические альбеда в красном участке спектра чрезвычайно высоки; для длин волн короче 500 нм для Ио оно резко уменьшается с уменьшением длины волны; для Ганимеда и Каллисто уменьшение довольно плавное, а для Европы градиент уменьшения занимает промежуточное положение. Такой характер изменения спектрального хода отражательной способности поверхности Европы можно в некоторой степени объяснить такой экзогенной причиной, как постоянное выпадение серы на полушария Европы. Особенно наглядно это видно из спектральной зависимости отношения нормированных на длину волны 560 нм альбеда ведомой и ведущей полусфер Европы. Здесь четко видны спектральные особенности, вызванные сильным поглощением так называемой серой  $S_\mu$  на длинах волн менее 430 нм и полосой поглощения серы  $S_4$  возле 540 нм. Причем поглощение серой  $S_\mu$  существенно сильнее на ведомом полушарии, тогда как поглощение серой  $S_4$  там только ненамного выше, чем на переднем полушарии. Этот факт может независимо указывать на то, что сера на переднем полушарии значительно быстрее «перерабатывается» метеоритной бомбардировкой, уходя в подповерхностный слой реголита.

## **Многочастотные наблюдения спокойного Солнца на радиотелескопе УТР-2**

*Коваль А.А.*

Радиоастрономический институт НАН Украины, Харьков

Солнечное радиоизлучение в декаметровом диапазоне длин волн характеризуется двумя компонентами: тепловое излучение спокойного Солнца и нетепловое спорадическое излучение. Интенсивность последнего может на много порядков превышать интенсивность тепловой составляющей. Именно на высотах (2–3 солнечных радиуса от центра Солнца), ответственных за декаметровое радиоизлучение, находится наиболее интересная область солнечной короны, где зарождается солнечный ветер. Поэтому для исследования такого теплового радиоизлучения необходимо использовать антенны больших эффективных площадей, специально разработанное приемно-регистрирующее оборудование и проводить наблюдения вблизи минимума солнечной активности. На сегодняшний день число радиотелескопов, позволяющих выполнять такого рода измерения, весьма ограничено. Уникальные возможности для исследования спокойного Солнца в частотном диапазоне 10–30 МГц предлагает радиотелескоп

УТР-2. Последнее десятилетие на нем проводилось интенсивное усовершенствование аппаратных средств. И хотя наблюдения радиоизлучения спокойного Солнца (и не только) на этом инструменте выполнялись и ранее [1], в настоящее время его возможности в исследованиях спокойного Солнца существенно расширились [2]. В его составе имеется радиогелиограф, который позволяет получать двумерные радиоизображения Солнца, формируя кадр путем быстрого сканирования радиоисточника (короны Солнца) пятеркой независимых равно-разнесенных карандашных лучей диаграммы направленности антенны УТР-2. Запись сигнала ведется на широкополосный (от 9 до 33 МГц с частотным разрешением 4 кГц) цифровой спектроанализатор (DSP) с временным разрешением 10–100 мс и менее. При этом радиотелескоп УТР-2 позволяет проводить многочасовое слежение за источником таким образом, чтобы его изображение попадало в центр кадра, формируемого гелиографом. Частота повторения гелиограмм выбирается в зависимости от характерного времени изменения событий. Существует также и другая возможность исследования спокойного Солнца — одномерными сканами на проход радиоизображения Солнца через карандашный луч радиотелескопа УТР-2. Эти два режима были успешно апробированы в течение летних радионаблюдений Солнца 2010 года. Они позволили определить плотности потока радиоизлучения, угловые размеры радиоизображения, яркостные температуры спокойного Солнца в период минимума 23 цикла солнечной активности. В полученные солнечные сканы хорошо вписывается гауссова функция (фитинг), а само изображение вытянуто вдоль солнечного экватора.

1. *Abranin E.P., Baselyan L.L., et al.* Positions of solar storm burst sources by observations with a heliograph based on UTR-2 antenna at 25 MHz // *Solar Physics*. — 1980. — vol.66. — P.393–409.
2. *Станиславский А.А., Абранин Э.П., Коноваленко А.А., Коваль А.А.* Гелиограф радиотелескопа УТР-2. I. Общая схема // *Радиофизика и радиоастрономия*. — 2011. — Т.16, № 1. — С. 5–14.

## **Металеві мікро-детектори — новий інструмент для астрофізичних досліджень**

*Ковальчук А.С.*

Інститут ядерних досліджень НАН України

Сучасні астрофізичні дослідження дозволяють отримувати унікальні дані про дуже віддалені астрономічні об'єкти та події, які відбулися в період зародження зірок та галактик. Ці дослідження неможливі без розвитку техніки та технологій. Постійно зростають вимоги експериментаторів до чутливості, роздільної здатності та інших параметрів наукових пристроїв. Створено нові астрономічні обсерваторії (Pierre Auger, AMS-02, PAMELA), які дозволяють робити нові кроки у дослідженні космосу. Їх ефективність залежить від детекторів та вимірювальних пристроїв, які на них встановлюються. В роботі представлено Мікро-стріпові Металеві Детектори (ММД), розроблені в Інституті ядерних досліджень НАН України. Їх унікальні характеристики, такі як висока



просторова роздільна здатність (10 мкм), мала товщина детектуючого матеріалу (1  $\mu\text{м}$ ), висока радіаційна стійкість (100 МГр), низька робоча напруга (до 20 В), проста зчитувальна електроніка, дозволяють значно покращити можливості сучасних космічних обсерваторій по дослідженню космічних променів в широкому діапазоні енергій та інтенсивності. ММД добре зарекомендували себе, як детектори для моніторингу профілю мікро-пучків заряджених частинок та синхротронного випромінювання, прецизійних вимірювань розподілу дози випромінювання (мікробіологія, медицина, та ін.), в системах реєстрації в мас-спектрометрах (електронна фокальна площина). Детально представлено технічні характеристики наявних ММД з кількістю стріпів від 16 до 1024 (кроком від 100 до 30 мікрон) та відповідної зчитувальної мікроелектроніки.

## **Геоінформаційні системи в геологічних дослідженнях**

*Ковальчук М.С., Крошко Ю.В.*

Інститут геологічних наук НАН України

Практично з моменту появи, геоінформаційні системи (ГІС) знайшли широке застосування в практиці геологічних досліджень на різних стадіях вивчення, оцінки й експлуатації різних корисних копалин. Місце й основна роль ГІС у геологічних дослідженнях визначаються як інтеграція, аналіз і комплексна інтерпретація різнотипних даних, розробка прогнозів, моделювання й планування подальших дій, подання результатів у термінах цільової геологічної властивості й у картографічній формі. При такому підході ГІС у геології є не тільки засобом перетворення інформації й довідково-аналітичного обслуговування, а насамперед засобом досягнення кінцевих цілей геологічних досліджень.

ГІС забезпечують збір, зберігання, обробку, доступ, візуалізацію й поширення просторово прив'язаної інформації. До складу ГІС входять апаратна частина, програмний комплекс, дані, блок аналізу даних і ГІС оператори. ГІС працюють із різними видами даних: просторовими, атрибутивними й бібліотеками умовних знаків.

Просторові дані вказують на місце розташування й геометрію об'єктів. Атрибутивні дані використовуються для опису властивостей просторових об'єктів. Бібліотеки умовних знаків застосовують для одноманітного відображення просторових об'єктів у конкретних предметних областях. Для геологічних карт різного змісту стандартні бібліотеки умовних знаків розроблені в Українському державному геологорозвідувальному інституті й обов'язкові для застосування при картоскладальних роботах.

Перед геологом завжди постає питання, яке програмне забезпечення використати. Авторами проведено аналіз програмного забезпечення для геологічних вишукувань та з'ясовано його основні можливості та характеристики. Програмне забезпечення (наведено програми, що широко застосовуються), яке використовується при геолого-розвідницьких роботах, можна розділити на кілька груп: векторні ГІС, растрові ГІС, гірничо-геологічні системи для моделювання родовищ корисних копалин, сервісні програми.

Векторні ГІС широко використовуються при картоскладальних роботах (ArcGIS, ArcInfo, AutoCad Map, CorelDraw, MapInfo Professional, MapView, Isoline, Surfer, Z-MapPlus, “ПАРК” та ін.).

Растрові ГІС традиційно використовують для дешифрування матеріалів аерофото- і космозйомок при пошуково-знімальних роботах (Erdas Imagine, ENVI, ER Mapper, GeoRover та ін.). Найбільш оптимальним способом вивчення масиву фотографій шліфів є їхній аналіз за допомогою спеціалізованих програм обробки зображень (Definiens AG, Німеччина).

Гірничо-геологічні системи призначені для моделювання (2D, 3D і 4D) родовищ корисних копалин, підрахунку запасів, планування й оптимізації гірничих робіт, моделювання рудничної вентиляції, проведення маркшейдерських розрахунків, гідродинамічного моделювання тощо (Black Oil, Datamine, DV, Eclipse, Galena, GeoFluid, Geoframe, GeoQuest, Geoplan-2002, Geological Database Manager, Geostat Systems International Inc., Gemcom, GDM, Gocad, IRAPRMS, K-MINE, Micromine, MineScape, MINE2-4D, MineMAX Planne, Minex Surpac Vision, MineScape, NPV Scheduler, Petrel, PetroWorks, Runge Mining Pty Ltd., Stratamodel, Strater, Surpac, VIP, Voxler, Vulkan “БАСПРО ОПТИМА”, “Геолог”, “ГЕММА”, “Лаура”, “Пантера”, “Рудник-Геологія”, “Rossip” та ін.).

Сервісні програми дозволяють підготувати дані для геоінформаційних і гірничо-геологічних систем. Це векторизатори, електронні таблиці, програми для отримання даних з GPS і ін. (Didger, Grapher, Easy Trace, Trimble Navigation та ін.).

## **Похибки радіолокаційних вимірювань орбіт метеорних тіл та проблема “гіперболічних метеорів”**

*Коломієць С.В.*

Харківський національний університет радіоелектроніки

У другій половині ХХ століття сформувалися основні принципи радіолокаційних метеорних досліджень. Формування практики та теорії метеорної радіолокації почалося з часів Другої світової війни, коли конче потрібен був секретний незалежний метеорний зв'язок та розпізнавання засобами протиповітряної оборони помилкових спрацьовувань за рахунок зворотних лун від метеорних слідів. У подальшому військовій напрацювання у галузі метеорної радіолокації та й безпосередньо сама техніка (радіолокатори) почали широко застосовуватися для цивільних наукових цілей. З відкриттям космічної ери 4 жовтня 1957 року запуском першого штучного супутника Землі метеорні дослідження стають одним з найпрестижніших напрямків у науці з використанням усіх переваг радіолокаційного методу спостережень метеорів. Запит астрономії та космонавтики на створення моделі метеорної речовини у Сонячній системі та поблизу орбіти Землі та завбачення метеороїдної небезпеки для космічних польотів виявився на вістрі часу. Історично склалося, що водночас у світі сформувалася і потужна науково-технічна база, і колективи високодосвідчених фахівців для вирішення найактуальніших проблем метеорних дослі-

джень. То ж можна казати про бум розвитку метеорної науки з 1957 року у світі в цілому і у Радянському Союзі зокрема. У складі загального прогресу сформувався значний шар знань про метеори російською мовою на базі провідних метеорних шкіл Радянського Союзу у відомих центрах спостережень метеорів у Києві, Одесі, Харкові, Сімферополі (Україна); Душанбе (Таджикистан); Ашгабаді (Туркменія); Казані, Томську, Обнінську (Росія). Керівництво дослідженнями метеорів здійснювалося Астрономічною Радою та Міжвідомчим геофізичним комітетом, які знаходилися в Москві (Росія). Знання про метеори та про різні методи метеорних досліджень (оптичні, радіолокаційні, *in situ*, тощо), накопичені у період активних, комплексних та високої якості досліджень метеорів, безперечно стали базою, та є в якійсь мірі еталонами, для подальших дослідників метеорів. Були сформульовані і основні наукові проблеми метеорних досліджень, деякі з яких сьогодні можна вважати класичними. До таких класичних проблем, які не втрачають своєї актуальності і зараз, відноситься проблема точності вимірювань радіолокаційних спостережень метеорів. При усіх перевагах над іншими методами спостережень метеорів радіолокаційний метод має слабке місце з точки зору точності вимірювань. За висновком класичної метеорної науки точність радіолокаційного методу завжди поступається точності фотографічного чи телевізійного методів спостережень. У даній роботі проблема точності радіолокаційних вимірювань метеорних орбіт розглядається на прикладі радіолокаційних спостережень метеорів у Харкові (Україна), які були проведені в автоматичному режимі у 1972–1978 роках. Результатом вказаних унікальних експериментальних радіолокаційних досліджень метеорів упродовж 7 років стало отримання близько 250 тисяч орбіт метеорних тіл. Більш ніж 7 тисяч з них виявилися гіперболічними. Згідно з практичними висновками дослідників радіолокаційних спостережень метеорів у Харкові, однією з ознак негараздів з апаратурою було реєстрування великої кількості гіперболічних орбіт (“сипали гіперболи”).

Радіотехнічна проблема точності метеорних радіолокаційних вимірювань тісно пов'язана з проблемою достовірності отриманих гіперболічних орбіт метеорних тіл та астрономічною проблемою пошуку у Сонячній системі реальних метеорних гіперболічних орбіт (виявлення міжзоряного компонента, оцінювання витоку твердої речовини з Сонячної системи тощо).

У роботі наводяться результати розрахунку похибок в орбітальних даних за запропонованим автором алгоритмом розрахунку для радіолокаційних спостережень метеорів в Харкові в 1972–1978 рр., які можна вважати одними з класичних радіолокаційних вимірювань. Наведено порівняльні оцінки точності визначення орбітальних даних на інших метеорних радіолокаційних системах, зокрема, AMOR (Нова Зеландія) та CMOR (Канада), та отриманих іншими методами, зокрема, фотографічним. Додатково на базі харківських даних аналізуються статистичні розподіли орбітальних параметрів комплексу метеорних орбіт з великими значеннями ексцентриситету (поблизу одиниці), зокрема гіперболічних орбіт, з урахуванням сучасного стану проблеми гіперболічних орбіт метеорних тіл.

## Особливості динамічної еволюції орбіт комет з врахуванням періодичної зміни їх маси

*Кравченко Д.В.*

Національний авіаційний університет

Рух комет можна розраховувати на основі законів Кеплера, однак, вони точно справджуються тільки тоді, коли розглядається рух двох ізольованих тіл під впливом взаємного притягання. У Сонячній системі на комети діють не лише Сонце, а й планети, і всі вони також мають вплив, тому рух комети не точно підпорядковуються законам Кеплера.

Однак, такі збурення у Сонячній системі невеликі, бо притягання комети Сонцем значно сильніше від притягання до інших планет.

Найбільші збурення в Сонячній системі спричиняє планета Юпітер, яка приблизно в 300 раз масивніша за Землю. Юпітер дуже впливає на рух астероїдів і комет, коли вони близько підходять до нього.

Зокрема, якщо напрями прискорень комети, спричинені притяганням Юпітера і Сонця, збігаються, то комета може розвинути настільки велику швидкість, що, рухаючись по гіперболі, назавжди вийде із Сонячної системи. Траплялися випадки, коли притягання Юпітера стримувало комету, ексцентриситет її, орбіти зменшувався і різко зменшувався період обертання.

Також на динаміку орбіти комети впливає зміна маси її ядра, крім того впливає не тільки зміна значення, а й механізм такої зміни.

Було розглянуто динаміку комети, яку можна прийняти за матеріальну точку, що рухається навколо центрального тіла (Сонце), маса якого не змінюється, причому маса комети змінюється різними способами.

Комета може втрачати свою масу при русі навколо Сонця (або іншої зірки) за рахунок її взаємодії із сонячним вітром, або навпаки може збільшувати свою масу за рахунок притягування космічного пилу. Оскільки параметри об'єктів носять змінний характер, то і задачу слід розглядати з тієї позиції, що гравітаційна взаємодія тіл має більш складну форму. Крім того, значним є вплив Юпітера на динаміку орбіти.

Для спрощення, була розглянута динамічна задача матеріальної точки в центральному симетричному полі, маса  $m(r)$  якої залежить від відстані до гравітуючого центру сталої маси  $M$ . Зміна маси точкового тіла впливає на характер орбіти, завдяки цьому відбувається еволюція елементів орбіти матеріальної точки. У літературі така задача більш відома як задача Гільдена–Мещерського.

## **BVRI фотометрія астероїдів на спостережній станції Київського національного університету імені Т.Г.Шевченка в Лісниках**

*Круглий Ю.М.<sup>1</sup>, Баранський О.Р.<sup>2</sup>, Пономаренко В.О.<sup>2</sup>,  
Чурюмов К.І.<sup>2</sup>, Молотов І.Е.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>3</sup>Інститут прикладної математики імені М.В.Келдиша, Росія

Фотометричні спостереження астероїдів на регулярній основі були започатковані на спостережній станції КНУ Лісники у 2010 році. Робота виконується у межах співпраці між обсерваторіями Харківського і Київського університетів і Науковою мережею оптичних інструментів для астрометричних і фотометричних спостережень (Росія). В основі роботи обладнання 70-см телескопу АЗТ-8 сучасною ПЗЗ-камерою FLI PL47-10 і світлофільтровою туреллю FLI CFW-7. Спостереження виконуються в фотометричній системі BVRI Джонсона–Козінса. Основні об'єкти дослідження — це астероїди, що наближаються до Землі. В доповіді наведені перші результати роботи, що включають отримані криві блиску і визначені параметри обертання і форми астероїдів. Обговорюються подальші плани і проблеми спостережень поблизу великого міста.

## **Підтвердження моделі штучного вибухового кратера на ядрі комети 9P/Темпеля 1**

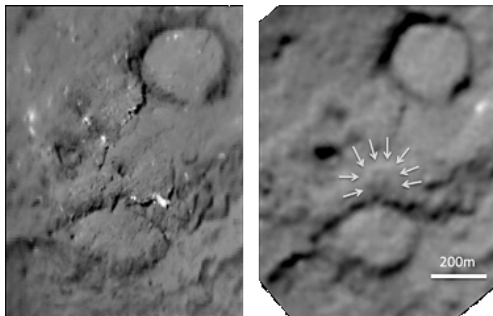
*Кручиненко В.Г.<sup>1</sup>, Чурюмов К.І.<sup>2</sup>, Чубко Л.С.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Бердянський педагогічний університет

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>3</sup>Національний авіаційний університет

Використовуючи результати теоретичного аналізу утворення вибухових кратерів на поверхнях космічних тіл, які отримані в роботі [9], ми визначили [1] можливі розміри штучного кратера на ядрі комети 9P/Темпеля 1. Наш прогноз визначав: діаметр кратера становить 20...60 м, його глибина 5...6 м. 14 лютого 2011 р. космічний апарат Стардаст–Некст, який зондував у 2004 р. іншу короткоперіодичну комету 81P/Вільда 2 і після чого був спрямований до ядра комети 9P/Темпель 1, досяг останньої і передав на Землю 72 фотографії ядра цієї комети з відстані 181 км. На цих фотографіях було виявлено штучний кратер на поверхні ядра комети 9P, утворений ще у 2005 р. (див. рис. 1). На рис. 1 штучний кратер виділено за допомогою кола із стрілок. В центрі цього кола ми бачимо темну пляму-воронку, яка є власно штучним ударним кратером. Світлий пояс навколо цієї воронки утворений речовиною викинутою з надр ядра комети (подібно речовині у вигляді світлих променів, що оточують, наприклад, кратер Тихо на Місяці).



**Рис. 1.** Штучний кратер на поверхні ядра короткоперіодичної комети 9P/Темпеля 1 родини Юпітера, сфотографований з борту космічного апарату Stardust-NEXT 14/15 лютого 2011 р. [10]

Тепер, коли ми бачимо що справжній діаметр кратера дорівнює приблизно 60 м, що практично співпадає з нашим прогнозом, є можливість визначити міцність речовини поверхневих шарів кометного ядра [10]. На підставі даних [1–7, 9], залежність міцності  $\sigma_p$  поверхневих шарів ядра комети від параметрів ударника і ядра комети подаємо у вигляді:

$$\sigma_p = 0.631 \left( \frac{d}{D_c} \right)^{4.286} \frac{k^{2.143} \delta_q^{1.072} V^2}{(\cos z)^{2.143}}$$

де  $k$  — безрозмірний коефіцієнт передачі радіального імпульсу (у нашому випадку становить 2.46),  $d \approx 44.6$  см — еквівалентний діаметр ударника,  $D_c$  — діаметр утвореного кратера,  $\delta_q \approx 8$  г/см<sup>3</sup> — густина речовини ударника,  $V = 10.3$  км/с — відносна швидкість ударника,  $z \approx 0^\circ$  — зенітний кут падіння.

Підставивши в наведене рівняння величини відомих параметрів, отримали залежність міцності поверхневих шарів кометного ядра комети Темпеля від діаметра утвореного кратера:

$$\sigma_p = 5.2 \cdot 10^{20} D_c^{-4.286}.$$

Тут розмір діаметра кратера в см, міцність в дин/см<sup>2</sup>. Приймавши  $D_c = 55$  м, 60 м, 65 м, ми отримали відповідно  $\sigma_p = 4.8 \cdot 10^4$  дин/см<sup>2</sup>,  $3.3 \cdot 10^4$  дин/см<sup>2</sup>,  $2.4 \cdot 10^4$  дин/см<sup>2</sup>.

Як ми і приймали у попередніх роботах, міцність речовини поверхневих шарів кометного ядра приблизно ідентична міцності пилових шариків (dustball)  $\sim 10^4$  дин/см<sup>2</sup>, які існують у міжпланетному просторі і виникають, імовірно, при дезінтеграції кометних ядер і які вперше виявив із метеорних спостережень [8].

1. Кручиненко В.Г., Чурюмов К.И., Добрянский Ю.П., Вальтер А.А. Определение возможного размера кратера на ядре кометы 9P/Темпеля I // Кинематика и физика небес. тел. — 2005. — 21, №1. — С. 49–52.
2. Чубко Л.С., Кручиненко В.Г., Чурюмов К.И. Прочность поверхностного слоя ядра

- комети 9P/Темпеля 1 и параметры искусственного кратера на нем // Международная конференция “Околоземная астрономия”, 2007, Тезисы. — Терскол, 2007. — С.24.
3. *Чурюмов К.И., Кручиненко В.Г., Чубко Л.С.* Размеры искусственного кратера на поверхности ядра кометы 9P/Темпеля // Физика космоса. Труды 35-й международной студенческой научной конференции. — Екатеринбург, 2006. — 262 с.
  4. *Churyumov K.I., Kruchynenko V.G., Chubko L.S.* A model of an artificial explosive crater formed on the comet 9P/Tempel nucleus on 4 July, 2005 // Abstracts of 14th Young Scientist' conference “Astronomy and Space physics”, Apr. 23–28, 2007, Kyiv. — P.40.
  5. *Churyumov K.I., Kruchynenko V.G., Chubko L.S.* The Size of the Artificial Explosive Crater on the Nucleus of Comet 9P/Tempel 1 // Deep Impact as a World Observatory Event: Synergies in Space, Time, and Wavelength. ESO Astrophysics Symposia. — 2009. — P. 191–196.
  6. *Kruchynenko V.G., Churyumov K.I., Chubko L.S.* Possible crater sizes on the nucleus of comet 9P/Tempel 1 on July 4, 2005 . Abstracts booklet of JENAM-2005 conference "Distant World July 4-8, 2005, Liege, p.25.
  7. *Kruchinenko V.G., Chubko L.S., Churyumov K.I., Churyumova T.K.* Tie of strength of the surface sheet matter and the artificial crater diameter of the comet 9P/Tempel 1 nucleus // International conference CAMMAC 2008. Book of abstracts. — 2008. — P. 64–65.
  8. *Öpik E.J.* Physics of Meteor Flight in the Atmosphere. — New York: Interscience Publ., 1958. — 174 p.
  9. *Öpik E.J.* Interplanetary encounters. — New York: Elsevier scient. publ. comp., 1976. — 155 p.
10. [http://www.jpl.nasa.gov/news/news.cfm?release=2011-050&cid=release\\_2011-050](http://www.jpl.nasa.gov/news/news.cfm?release=2011-050&cid=release_2011-050)

## **Аналіз та особливості обробки космічних знімків з високою роздільною здатністю**

*Литвиненко Д.А.*

Національний авіаційний університет

Ринок широкоформатних космічних знімків, тобто тих, що мають значну роздільну здатність, змінюється досить швидко. Запуск приватними компаніями власних супутників та продаж результатів їх знімків привели до формування абсолютно комерційного ринку даних дистанційного зондування, з усіма властивими йому особливостями. Говорячи про сегмент даного ринку, що стосується космічних знімків зі значною роздільною здатністю, необхідно зазначити декілька вагомих факторів.

По-перше, сам факт запуску нових супутників показує позитивну оцінку компаніями ринкових перспектив поширення такої інформації. По-друге, не піддається сумніву прогрес в розвитку оптико-електронних систем, що забезпечують якість отримуваних матеріалів, в порівнянні з якістю фотографічних систем. По-третє, сама наявність знімків ще не є запорукою їх успішної обробки.

Космічні системи, що підтримують високу роздільну здатність, безумовно не можуть повністю замінити аерофотознімання при розв'язанні багатьох задач. Вони можуть доповнити її в тих областях земної кулі, де виконання аерофотознімання просто неможливе. Це дозволяє створювати тривимірні моделі окремих, у тому числі проблемних територій, здійснювати більш глибокий аналіз ситуації і приймати обґрунтовані рішення. Тобто високодеталізовані космічні зображення дозволяють зробити ще один крок на шляху створення ГІС нового покоління — тривимірних геоінформаційних систем.

Таким чином, не зважаючи на деякі складності в обробці, існують перспективи розширення ринку просторової інформації з високою роздільною здатністю, яка отримується за допомогою космічних систем дистанційного зондування.

## **Активні процеси і магнітні поля на Сонці**

*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 так, як зараз, ще дуже довго — біля 5 мільярдів років. Світитиме без грандіозних вибухів типу спалахів нових і наднових зірок, які могли б знищити біосферу. Потужність енергетичного потоку від Сонця (його світність) змінюється у сучасну епоху дуже незначно — в межах 0.1%. Такі зміни світності змінюють температуру на Землі лише на  $0.1^\circ\text{C}$ , тобто дуже мало у порівнянні з ефектами глобального потепління.

Більш змінною є сонячна активність. Це спорадичні процеси в атмосфері Сонця, пов'язані з сливанням 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, пов'язані з раптовим перетворенням магнітної енергії в енергію у інших формах — теплову, електромагнітне випромінювання, прискорених часток, ударних хвиль та корональних викидів маси. Якщо корональний викид маси летить в сторону Землі, він через 1–2 доби налітає на нашу магнітосферу, і тоді починає трохи змінюватись напруженість магнітного поля, в якому ми постійно перебуваємо. Це і є так звана магнітна буря. Більшість людей ці бурі не відчувають, однак, очевидно, не всі. На сьогодні це питання ще недостатньо вивчене.

Важливо відмітити, що розвиток активності Сонця у поточному циклі № 24 є таким, що її максимум в 11-річному циклі припадає не на 2012 рік (про який у засобах масової інформації є чимало “страшилок”), а на 2013–2014 роки. Цей максимум буде слабшим, ніж максимум попереднього циклу № 23, який



випав на 2000–2002 роки. Тому практично рівною нулю є ймовірність того, що 22 грудня 2012 року на Сонці виникне такий суперспалах, який повністю паралізує електронні й енергетичні системи Землі. І навіть якщо такий спалах дійсно виникне на Сонці, нема гарантії, що це дасть катастрофічні наслідки на Землі. Адже при цьому не менш важливо, куди полетить корональна плазма - в сторону Землі чи мимо неї.

Магнітні поля Сонця вимірюються Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка (АО КНУ) з 1975 р. Коротко відмітимо деякі найважливіші результати. В обсерваторії виявлено вказівки на існування надсильних магнітних полів у спалахах ( $10^4 - 10^5$  Гс) та дискретність напруженостей у субтелескопічних структурах [1]. Встановлено, що під час спалаху локальне магнітне поле змінюється немонотонно: воно найсильніше в максимумі спалаху і має немонотонний висотний розподіл поля [2]. Також було виявлено і вивчено міжрічні зміни модуля індукції магнітного поля у сонячних плямах і встановлено, що саме з цими змінами найбільш тісно корелює приземна температура [3].

1. *Лозицький В.Г.* // Журнал фізичних досліджень. — 2009. — **13**, № 2. — Р.2903-1.
2. *Lozitsky V.G., Baranovsky E.A., Lozitska N.I., Leiko U.M.* // Solar Physics, 2000. — **191**, № 1. — С.171.
3. *Лозицька Н.І.* // Космічна наука і технологія. — 2010. — **16**, № 4. — С.30

## **Аналіз рентгенівського випромінювання від великомасштабних спалахів від активних ядер галактик у кластерах галактик Hydra A, Hercules A та MS 0735.7+7421**

*Маслюх В.<sup>1</sup>, Островський М.<sup>2</sup>, Ставаж Л.<sup>2</sup>, Гнатик Б.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Астрономічна обсерваторія, Ягелонський Університет, Краків, Польща

<sup>3</sup>Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Найімовірнішим механізмом нагрівання, що не допускає охолодження газу у кластерних потоках охолодження, є нагрівання активним ядром центральної галактики кластеру. Високороздільні рентгенівські зображення показують, що спалахи від активних ядер галактик утворюють у холодному ядрі кластеру складну структуру великомасштабних ударних хвиль та порожнин. Ми проаналізували мапи жорсткості рентгенівського випромінювання від кластерів галактик Hydra A, Hercules A та MS 0735.7+7421, побудовані нами із архівних спостережень рентгенівської обсерваторії Chandra. Наш аналіз містить порівняння мап жорсткості із мапами радіоінтенсивності для цих кластерів. Ми знайшли та дослідили у цих об'єктах нові деталі взаємодії викиду від активного ядра галактики та міжкластерного середовища.

## Основні властивості теорій гравітації з поправками за кривиною

*Наказной П.О.*

Інститут ядерних досліджень НАН України

Для задовільного опису сучасних спостережуваних даних у астрофізиці та космології вводяться поняття про темну матерію та темну енергію. При цьому носії темної матерії відсутні у стандартній моделі фізики елементарних частинок, а значення густини енергії фізичного вакууму, з якою зазвичай зв'язують темну енергію, не може бути визначено в рамках квантово-польових моделей.

Альтернативою феноменологічного введення темної речовини є різні способи узагальнення загальної теорії відносності, зокрема врахування поправок за кривиною простору-часу, що можна інтерпретувати як відгук вакууму на своє викривлення та використати для пояснення специфічних ефектів спостереження темної речовини [1, 2]. Крім цього, вивчення узагальнених теорій гравітації корисне для кращого розуміння ЗТВ і пошуку методів нових спостережень для її тестування.

Особливе місце займають два способи узагальнень. Перший є так звана  $F(R)$ -гравітація, у якій стандартний лагранжіан гравітаційного поля Гільберта–Ейнштейна замінюється на деяку функцію від скаляра Річчі, яка або обирається феноменологічним чином, або розраховується у високорозмірних квантово-польових теоріях [1]. Другий — врахування в рівняннях Ейнштейна змінного тензору енергії-імпульсу вакууму [2]. Оскільки довільну функцію не можна представити як варіаційну похідну від деякої дії, така теорія, очевидно, буде нелагранжевою, що виражає відсутність або неповноту повної теорії фізичного вакууму на зразок врахування неголономних зв'язків у класичній механіці.

Особливу увагу у роботі приділено отриманню і якісному аналізу контра-інковаріантних рівнянь геодезичних у відповідних моделях виходячи із польових рівнянь з тензором енергії-імпульсу точкової частинки та у наближенні ідеальної рідини. Показано, що результати обох методів узгоджуються між собою та задовольняють ньютонівській границі. Досліджується можливість використання отриманих результатів для локальних тестів зазначених моделей та якісного опису ефектів темної матерії.

За допомогою отриманих результатів проводиться спроба моделювання кривих обертання галактик у теорії із нелагранжевими поправками за кривиною простору-часу у лінійному наближенні залежності тензору енергії-імпульсу вакууму від скаляра Річчі кривини простору-часу. У якості моделі галактики використовується наближення тонкого диску із експоненціальним законом для поверхневої густини. Показано, що оцінки вільного параметру моделі аналітичними методами та за допомогою підгонки до спостережуваних кривих різних галактик узгоджуються між собою та дозволяють кількісно описати криві обертання для галактик типу тонкого диску та якісно для масивних галактик із наявними іншими компонентами.

1. *Nojiri S., Odintsov S.* // arXiv:1011.0544v3.
2. *Наказной П.А.* // ЖЭТФ. — 2008. — **134**. — С.481.
3. *Наказной П.А.* // Астрон. ж. — 2010. — **87**. — С.141.

## **Застосування супутникових методів GPS для визначення координат при землевпорядкуванні**

*Гисторьяк І.О.*

Чернігівський державний інститут економіки і управління

Наявність великої кількості територіальних одиниць з високою ціною землі обумовлює відповідну точність відображення меж земельних ділянок та визначення їх площ. В одному і тому ж населеному пункті вартість 1 кв.м земельної ділянки залежно від її розташування і функціонального призначення може змінюватися у широких межах.

Оскільки основною метою виконання кадастрового картографування є визначення координат поворотних точок меж земельних ділянок, GPS-метод знаходить широке застосування в землевпорядкуванні. Однак, поряд з низкою переваг (відсутність прямої видимості між пунктами вимірювань, можливість роботи в будь-яких метеорологічних умовах, висока точність визначення координат точок місцевості), GPS-методам притаманні недоліки: чутливість до наявності перешкод, неможливість встановлення антени на деякі точки (кут будівлі на рівні цоколя), чутливість до зовнішніх електромагнітних полів і т.д. Тому в практиці кадастрових робіт GPS-технологія використовується не тільки в чистому вигляді.

Спільне використання GPS, приймачів і електронних тахеометрів найбільш поширене при кадастровому картографуванні. При цьому проводять синхронні GPS-спостереження на декількох пунктах з відомими координатами (опорних пунктах) і на визначених пунктах, причому ці пункти можуть і не збігатися з поворотними точками меж земельних ділянок. Пункти забезпечують прив'язку вимірювань координат, отриманих за допомогою електронних тахеометрів, до вибраної системи координат.

Більш точним та продуктивним буде використання мережі перманентних GPS станцій. На сьогоднішній день в Чернігівській області встановлюється третя перманентна GPS станція. Об'єднання їх у мережу дозволить використання більш сучасних і продуктивних технологій роботи. Однією з таких технологій є кінематична GPS зйомка у реальному часі — RTK (RealTime Kinematic), що вже використовується у кадастрі, землеустрої, геодезії та інших сферах. Суть технології полягає у передачі диференційних GPS поправок з базової станції на мобільний приймач саме під час зйомки. Ця технологія забезпечить точними координатами ( $\pm 1 - 2$  см) необмежену кількість користувачів. А використання професійного програмного забезпечення наукових програмних комплексів типу Bernese, GIPSY OASIS, GAMIT/GLOBK забезпечить точність близько 5 мм в плані і 14 мм по висоті.

## **Зміни температури мезосфери над ураганами згідно супутникових вимірів**

*Пилипенко С.Г., Козак Л.В.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

В даній роботі представлені зміни температури мезосфери над потужними ураганами Wilma, Haitang, Katrina, Keoni, Lidia, Greg, Fernanda, Cyclone #5, Cyclone #13 та Cyclone #20, визначені за допомогою космічних апаратів TIMED та UARS. Виявилось, що температура підвищується на висотах 80–100 км. Ми пояснили такі експериментальні виміри дисипацією атмосферних гравітаційних хвиль на даних висотах.

Поширення атмосферних гравітаційних хвиль в неізотермічній, безвітряній атмосфері, з врахуванням в'язкості і теплопровідності також розглянуто в даній роботі. За допомогою математичного моделювання отримали, що висота максимальної амплітуди АГХ відповідає висоті мезопаузи, приблизно 90 км. Основний фактор який впливає на поширення та затухання АГХ — це зміна температурного градієнта з висотою. Коефіцієнти в'язкості і теплопровідності слабо впливають на амплітуду хвиль.

## **Спостереження і дослідження оптичних спектрів комети 81P/Wild у березні–квітні 2010 р.**

*Пономаренко В.О.<sup>1</sup>, Чурюмов К.І.<sup>1</sup>, Баранський О.Р.<sup>1</sup>,  
Клецонок В.В.<sup>1</sup>, Чубко Л.С.<sup>2</sup>, Лук'яник І.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет

Короткоперіодична комета 81P/Wild сімейства Юпітера була головною ціллю космічної місії “Stardust” у 2005 році. Ми представляємо результати спостережень і досліджень оптичних спектрів середньої роздільної здатності для комети 81P/Wild, що були отримані в рамках наземної підтримки космічної місії “Stardust” 27/28 березня, 28/29 березня та 2/3 квітня 2010 р. за допомогою 2-м телескопа Zeiss на високогірній астрономічній обсерваторії “Пік Терскол” Інституту Астрономії РАН і Головної астрономічної обсерваторії НАН України. Комета знаходилася на геліоцентричній відстані 1.6 а.о. і геоцентричній — 0.7 а.о. і мала блиск 9.3<sup>m</sup>. Проведено детальну ідентифікацію спектральних емісійних ліній та побудовано розподіл енергії для отриманих спектрів. З використанням моделей Шульмана та Хазера було обчислено деякі фізичні параметри нейтральної коми комети (швидкість газового розширення, час життя деяких молекул та ін. параметри).

## Особливості динаміки матеріальної точки в гравітаційному потенціалі однорідного кільця

*Радченко К.О.*

Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка

Завданням роботи було дослідження часткових випадків руху матеріальної точки в гравітаційному полі однорідного кільця. Зокрема, розглянуто рух матеріальної точки в екваторіальній та меридіональній площинах однорідного кільця, а також рух матеріальної точки вздовж вісі симетрії  $Oz$ , яка перпендикулярна до площини однорідного кільця.

Розв'язок цієї небесно-механічної задачі здійснювався в сферичній системі координат, при цьому використовувались як аналітичні, так і числові методи Рунге–Кутти 4-го порядку для інтегрування диференціальних рівнянь руху.

Гравітаційний потенціал однорідного кільця виражається таким чином:

$$\Phi(R, \varphi) = \frac{4G\gamma a K\left(2\sqrt{\frac{aR \cos \varphi}{a^2 + R^2 - 2aR \cos \varphi}}\right)}{\sqrt{a^2 + R^2 - 2aR \cos \varphi}}$$

де  $G$  — гравітаційна стала,  $\gamma = \text{const}$  — лінійна густина кільця,  $a$  — радіус кільця,  $\varphi$  — широта точки у сферичній системі координат,  $R$  — відстань точки простору до початку координат,  $K(\dots)$  — еліптичний інтеграл першого роду.

В результаті проведених досліджень одержано залежність періоду коливань матеріальної точки вздовж вісі  $Oz$  в залежності від вибраних параметрів. Чисельними методами одержано сімейство орбіт в екваторіальній та меридіональній площині кільця.

## Підвищення ефективності обробки даних дистанційного зондування Землі шляхом розбиття процесу на етапи

*Руденко О.С.*

Національний авіаційний університет

Дані дистанційного зондування (remote sensing data, aerospace data) — це дані про поверхню Землі, об'єкти, розташовані на ній або в її надрах, отримані в процесі зйомок будь-якими неконтактними, тобто дистанційними методами. Обробка даних ДЗЗ (image processing) — процес виконання операцій над аерокосмічними знімками, що включає їх корекцію, перетворення і поліпшення, дешифрування, візуалізацію. У процесі обробки виділяють основні етапи обробки даних космічних знімків, такі як:

1. Попередня обробка:

- геометрична корекція супутникових зображень;
- радіометричне калібрування знімків;
- радіометрична корекція впливу атмосфери;
- відновлення пропущених пікселів;
- контрастування;

– фільтрація.

## 2. Тематична обробка:

- усунення на зображенні геометричних спотворень (орторектіфікація);
- географічна прив'язка.

Розглянуто і систематизовано етапи проведення робіт, пов'язаних з обробкою даних ДЗЗ. Як свідчить досвід, правильне планування робіт заощаджує не тільки наш час, а й ресурси. Саме розбиття процесу обробки даних дистанційного зондування дає очікувану ефективність, яка виражається в економічності робіт.

## **Межкадровая обработка изображений при обнаружении объектов со слабым блеском и ненулевым собственным движением на серии кадров**

*Саваневич В.Е.<sup>1</sup>, Кожухов А.М.<sup>2</sup>, Брюховецкий А.Б.<sup>2</sup>,  
Власенко В.П.<sup>2</sup>, Диков Е.Н.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Харьковский Национальный университет радиоэлектроники

<sup>2</sup>Национальный центр управления и испытаний космических средств, Евпатория

<sup>3</sup>Научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт микрографии,  
Харьков

Современные системы поиска астероидов формируют за ночь снимки значительных участков неба. Размеры этих участков таковы, что человек блинкованием не может их качественно просмотреть. Особенно в случае светосильных широкопольных астрографов, в поле зрения которых может находиться одновременно несколько десятков астероидов со слабым видимым блеском. Одним из решений этой проблемы является внедрение автоматического обнаружения астероидов с последующей визуальной проверкой полученных результатов. Одной из составных частей системы автоматического обнаружения является межкадровая обработка. В докладе представлены особенности блока межкадровой обработки кадров, применяемого в программе автоматического обнаружения астероидов CoLiTec.

Входными данными для процедуры межкадровой обработки является совокупность отметок, сформированных на этапе внутрикадровой обработки. Отметки содержат оценки амплитуд и экваториальные координаты предполагаемых небесных объектов, а также оценки координат данных объектов в СК ПЗС-матрицы базового кадра.

Блок состоит из следующих модулей:

- формирования внутреннего каталога неподвижных объектов;
- оценки видимого блеска;
- предварительного обнаружения траекторий;
- амплитудно-координатного обнаружения;
- отождествления траекторий;
- визуального контроля результата.

В докладе приведены описания каждого из модулей блока межкадровой

обработки. Также приведены результаты применения программы автоматического обнаружения астероидов в различных обсерваториях.

## **Стохастичне прискорення частинок у релятивістських струменях блазарів**

*Сидоренко М.В.<sup>1</sup>, Гнатик Б.І.<sup>1</sup>, Марченко В.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т.Г.Шевченка

В роботі досліджується прискорення релятивістських частинок (космічних променів) в турбулентній замагніченій плазмі в центральних районах блазарів, що створюється внаслідок взаємодії релятивістських струменів радіогалактик FRI з навколяядерним та/або міжзор'яним середовищем. Зокрема, ми розглядаємо взаємодії швидких частинок з альвенівськими хвилями в рамках механізму прискорення Фермі другого роду для космічних променів. Для пробної частинки проведено чисельне моделювання нерелятивістського і релятивістського випадків розсіювання частинок на хвилях в плазмі, оцінено відносну зміну енергії для різних початкових умов. Розраховано максимальні значення енергії космічних променів надвисоких енергій, що можуть бути отримані в радіогалактиках типу FRI.

## **От 160-минутных пульсаций Солнца к волновой природе структуризации планетной системы**

*Скульский М.Ю.*

Национальный университет “Львовская политехника”

Предпринята попытка физического толкования явления  $L_0$ -резонанса [1,2], рассмотренного как следствие распространяющейся волны  $\lambda = L_0 = cP_0 = 19.24$  а.е., где  $c$  — скорость света и  $P_0 = 160$  минут — период пульсаций Солнца. Согласно  $L_0$ -резонансу, упорядочение планет в Солнечной системе подчиняется двум закономерностям. Одна из них оценивает окружности орбит внутренних планет и имеет вид  $2\pi a = L_0/n$ , а другая — расстояния от Солнца до внешних планет:  $2a = nL_0$ , где  $a$  — большая полуось орбиты,  $n$  — целые малые числа. Представив закономерность для внешних планет в виде  $a = n\lambda/2$ , получим, что она располагает внешние планеты на расстояниях от Солнца, кратных четверти или половине волны (Юпитер —  $\lambda/4$ , Сатурн —  $\lambda/2$ , Уран —  $2\lambda/2$ , Нептун —  $3\lambda/2$ ). Это оказалось справедливым и для наибольших транснептуновых объектов (ТНО). Предположено, что в основе физического механизма структуризации Солнечной системы могло лежать явление, родственное стоячим волнам ( $\lambda_{sw} = \lambda/2$  — длина стоячей волны). В механизме стоячих волн не могут упорядочиваться расстояния от Солнца до внутренних планет — они вращаются на расстояниях, меньших  $\lambda/4$ . Однако, согласно закономерности  $2\pi a = L_0/n$ , длина орбиты для Марса непосредственно равна длине стоячей волны  $2\lambda/4 = \lambda/2$ , а для Венеры —  $\lambda/4$ , Земли —  $4(\lambda/4)/3 = \lambda/3$  и Меркурия —  $(\lambda/4)/2$ , что соответственно соразмерно первой, второй и третьей гармонии

кам основного тона стоячей волны. При этом длины орбит внутренних планет от Меркурия до Марса выражаются простыми числами  $m = 3, 6, 8, 12$ , которые кратно укладываются в окружности внутренних планет по модифицированной закономерности  $2\pi a = m\lambda_{sw}^1$ , где  $12\lambda_{sw}^1 = \lambda_{sw} = \lambda/2$ . В своей совокупности результаты такого представления с достаточной точностью согласуются в едином физическом механизме волновой структуризации планетной системы. Показано также, что периоды собственных колебаний Солнца и планет отражают всеобъемлющий резонанс этих колебаний с  $P_0$ -периодом пульсаций Солнца. Предположено, что независимо от природы волн этих пульсаций Солнца, в ритме их стоячих волн наша планетная система могла быть, не только сформирована и структурирована в две группы планет, но и как колебательная резонансная система сохранена от «разбаланса» в течение миллиардов лет. Исходя из этого, предложен сценарий образования и структуризации планет на начальной стадии эволюции Солнечной системы. Вопрос о природе волн 160-минутных пульсаций Солнца остается открытым.

1. Котов В.А. // Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв. — 2007. — т.103. — С.125.
2. Котов В.А., Кучми С. // Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв. — 1985. — т.72. — С.199.

## **Аерокосмічний моніторинг екологічного стану водоймищ**

*Соколовська А.В.*

Національний авіаційний університет

Для вирішення актуальних завдань екологічно обґрунтованого водокористування необхідно застосовувати сучасні засоби отримання оперативної інформації про екологічний стан водних систем країни. Систематичне одержання такої інформації традиційними методами вимагає значних витрат, а іноді взагалі неможливе. Досвід експлуатації природоресурсних штучних супутників Землі свідчить про перспективність та ефективність застосування методів аерокосмічного знімання.

Забруднення водоймищ має як антропогенний, так і природний характер. В природних умовах хімічний склад води регулюється природними процесами, підтримується рівновага між поступанням хімічних елементів у воду та виведенням їх із неї. Лише на окремих ділянках спостерігаються аномальні концентрації деяких мікроелементів. Але існує один важливий фактор, який вносить корективи в природні процеси і часто сильно змінює склад природних вод. Цей фактор — антропогенна або господарська діяльність людини. Антропогенні зміни хімічного складу вод обґрунтовано попаданням у гідросферу величезної кількості стічних вод, що містять відходи промислового та сільськогосподарського виробництва, комунально-побутові стоки.

Мета даної роботи — визначити шляхом аерофотознімання забруднення водоймищ, дослідити причини виникнення різних видів забруднень та запропонувати оптимальні шляхи покращення екологічного стану водоймищ Київського водосховища.



Площа Київського водосховища складає 922 км<sup>2</sup>, довжина — близько 110 км, найбільша ширина — 20 км, в деяких місцях — до 3 км. Найбільші глибини (до 15 м) знаходяться біля греблі, середня глибина (4,1 м) і мілководдя (до 2 м) займають майже половину всієї площі водосховища.

Київське водосховище здебільшого забруднене азотом амонійним (його концентрація в окремі періоди досягала 14 ГДК), фенолами (до 14 ГДК), сполуками міді (до 8 ГДК), цинку (до 13 ГДК) та марганцю (до 10 ГДК). Порівняно з попередніми роками в цих водосховищах збільшився рівень забрудненості азотом амонійним, фенолами, легкоокисними органічними речовинами.

За екологічним станом потрібно спостерігати та порівнювати з попередніми роками для того, щоб виявити динаміку процесу забруднення. Це можливо швидко і якісно зробити за допомогою аерокосмічних знімків, які дозволяють за досить короткий час на вибраній території (навіть якщо вона займає досить велику площу) дослідити екологічний стан та зробити певні висновки з вирішення використання гідроресурсів регіону.

## **Гиперспектральные методы в картировании планет**

*Станкевич С.А.*

Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины, Киев

Гиперспектральная съёмка — сравнительно новое направление в дистанционных методах тематического картирования территорий.

Гиперспектральная съёмка производится во многих (десятки–сотни) узких (5–20 нм) диапазонах оптического спектра. Каждый элемент (гиперпиксел) гиперспектральных данных имеет собственную многомерную спектральную сигнатуру, которая с помощью специального программного обеспечения может использоваться для идентификации материалов и объектов, видов и состояния растительности, почвы, геологических пород и минералов, качества воды, искусственных покрытий. В результате гиперспектральной съёмки формируется набор отдельных изображений в разных спектральных диапазонах регистрации. Вместе эти изображения образуют так называемый гиперкуб данных. Гиперспектральная съёмка особенно эффективна при оценке биофизических параметров, содержания химических элементов в атмосфере и океане, геолого-разведке и ряде других приложений [1].

Исторически гиперспектральные сенсоры (hyperspectral imager) развивались как средство картирования поверхности Земли сначала с авиационных, а затем и с космических носителей. С начала XXI века гиперспектральная съёмка всё активнее применяется для картирования планет Солнечной системы — Марса, Венеры, Юпитера и Сатурна — и для наблюдения внесолнечных астрономических объектов [2].

Космический аппарат Mars Reconnaissance Orbiter с 2006 года выполняет картирование Марса при помощи гиперспектрального сенсора CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars) в оптическом диапазоне 0,362–3,92 мкм со спектральным разрешением 6,55 нм и пространственным разре-

шением 0,0615 мрад. Результаты гиперспектральной съёмки CRISM позволяют картировать минеральный состав поверхности Марса.

Космический аппарат Venus Express оснащён гиперспектральным сенсором VIRTIS (Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer), который с 2006 года обеспечивает съёмку в оптическом диапазоне 0,28–5,0 мкм с пространственным разрешением 0,25 мрад для исследований состава верхних слоёв атмосферы Венеры.

На протяжении 2007 года при помощи гиперспектрального сенсора NAIC (New Mexico State University Acousto-optic Imaging Camera), присоединённого к 3,67-метровому телескопу AEOS и 3,5-метровому телескопу АРО астрономической обсерватории Мауи (Гавайи) выполнялась гиперспектральная съёмка Юпитера и Сатурна с пространственным разрешением 0,0048 мрад и спектральным разрешением 2 нм в оптическом диапазоне 0,47–0,9 мкм. Картировалось пространственное распределение хромофоров в атмосферах этих планет.

Главным преимуществом гиперспектральной съёмки является регистрация практически полного (непрерывного) спектра планетарных поверхностей и образований в каждой точке изображения, что позволяет получать уникальную информацию о составе и свойствах объектов сцены. Недостатками гиперспектральной съёмки является высокая стоимость, низкие пространственные характеристики — разрешение и поле обзора, сложность и информационная избыточность. Хранение, просмотр и обработка гиперспектральных изображений требуют мощных рабочих станций и очень ёмких накопителей данных. Достаточно сложной проблемой является отбор информативных спектральных диапазонов, важных для решения той или иной тематической задачи. Оптимальный отбор спектральных диапазонов и эффективная интерпретация гиперспектральных изображений нуждаются в принципиально новых методах обработки и анализа.

1. *Буритинська Х.В., Станкевич С.А.* Аерокосмічні знімальні системи. — Львів: Львівська політехніка, 2010. — 292 с.
2. *Scholl J.F., Hege E.K., Hart M., O'Connell D., Dereniak E.L.* Flash hyperspectral imaging of non-stellar astronomical objects // *Proceedings of SPIE.* — 2008. — vol.7075. — P. 381–392.

## **НЛТР формирование солнечного спектра кремния: содержание кремния в одномерных моделях атмосферы Солнца**

*Сухоруков А.В., Щукина Н.Г.*

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Исследовано НЛТР образование спектра кремния в одномерных плоскопараллельных моделях солнечной атмосферы: HOLMUL, MACKKL и VAL,C. С этой целью была сконструирована реалистичная модель атома кремния для двух стадий ионизации: Si I и Si II. Модель атома включает 296 уровней энергии, 4708 излучательных связанно-связанных и 295 излучательных связанно-

свободных переходов. Показано, что в линиях Si I, использованных при определении содержания кремния, наблюдаются два НЛТР эффекта. Первый из них — дефицит функции источника, возникающий за счет потерь фотонов при рассеянии излучения в данных линиях. Второй — избыток непрозрачности — обусловлен перенаселенностью их нижних уровней. Совместное действие обоих эффектов приводит к увеличению центральной глубины и эквивалентной ширины линий Si I по сравнению с ЛТР-случаем в среднем на 6–10%.

Определено НЛТР-содержания кремния в указанных моделях по 65 линиям Si I разной интенсивности для большого диапазона длин волн и потенциалов возбуждения нижнего уровня. Показано, что оно практически не зависит ни от потенциала возбуждения нижнего уровня, ни от длины волны, ни от эквивалентной ширины линий Si I, если при расчете ван-дер-Ваальсовой постоянной затухания  $\gamma_6$  использовать приближение Унзоляда с поправочным множителем  $E = 1.5$ . При этом НЛТР содержание кремния в рассмотренных одномерных моделях атмосферы Солнца колеблется в диапазоне от  $7.547 \pm 0.0119$  (HOLMUL) до  $7.582 \pm 0.013$  (VAL,C). Применение для расчета  $\gamma_6$  теории АВО ведет к уменьшению содержания кремния с ростом эквивалентной ширины линий.

Вычислены НЛТР-поправки к содержанию кремния, которые составили, в среднем,  $-0.05$  dex. Исследована чувствительность НЛТР-содержания к погрешностям сечений фотоионизации и неупругих столкновений с электронами и атомами водорода. Ошибки содержания, вызванные этими погрешностями, не превышают  $0.02$  dex. Оценены ошибки за счёт использования смещенной “солнечной” шкалы сил осцилляторов Гуртовенко и Костыка взамен экспериментальной шкалы Бекера и др. Показано, что обе шкалы дают практически одинаковое содержание.

## **Влияние YORP-эффекта на осевое вращение астероидов, сближающихся с Землей**

*Телеусова И.Н., Лупишко Д.Ф.*

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина

В работе получено распределение по скоростям осевого вращения астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), которое, как оказалось, значительно отличается от аналогичного распределения для астероидов главного пояса (АГП). Среди возможных причин этого различия не исключено влияние солнечной радиации на осевое вращение астероидов малых размеров — так называемого YORP-эффекта [1], который возникает из-за отражения и поглощения солнечной радиации и ее переизлучения в тепловом диапазоне телом неправильной формы. Известно, что действие этого эффекта сильно зависит от размера астероида: чем меньше тело, тем сильнее влияние на его вращение YORP-эффекта. При этом, приращение углового момента может быть как положительным, так и отрицательным. Действие эффекта является незначительным, однако оно накапливается на протяжении миллионов лет и может приводить к заметному изменению распределения АСЗ по скоростям вращения.

Построенные гистограммы распределения по скоростям вращения для АСЗ и АГП сопоставимых размеров показывают наличие избытков АСЗ с быстрым и медленным вращением, чего не наблюдается для АГП. Именно такой характер распределения качественно согласуется с действием YORP-эффекта, способного как ускорять, так и замедлять вращение тел. Изучение поведения среднего диаметра АСЗ в зависимости от скорости их осевого вращения показало, что средний размер АСЗ уменьшается от середины распределения к краям, то есть, избытки и медленно вращающихся объектов ( $\omega \leq 2$  об/сутки), и быстро вращающихся ( $\omega \geq 8$  об/сутки) составляют именно астероиды меньших размеров, чем в середине распределения.

Ясно, что действие YORP-эффекта должно зависеть также от расстояния астероида до Солнца, то есть, от получаемого телом количества солнечной энергии, определяемой большой полуосью и эксцентриситетом его орбиты. Чем больше количество энергии, тем сильнее должно сказываться действие этого эффекта на торможение или ускорение осевого вращения. Построенная зависимость скорости осевого вращения АСЗ от получаемого ими количества солнечной энергии показывает, что оба избытка АСЗ находятся на орбитах, на которых они получают в среднем примерно на 8–10% энергии больше, чем АСЗ в центре распределения. Этот результат является независимым подтверждением действия YORP-эффекта.

Таким образом, в результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что имеющиеся наблюдательные данные качественно подтверждают влияние YORP-эффекта на осевое вращение астероидов, сближающихся с Землей, размерами  $\sim 2$  км и меньше. В дальнейшем предполагается проверить полученные зависимости скоростей вращения от диаметра и количества получаемой солнечной энергии на наименьших астероидах главного пояса.

1. *Rubincam D.P.* Radiative spin-up and spin-down of small asteroids // *Icarus*. — 2000. — v.148, № 1. — P.2–11.

## **Стійкість точок лібрації в околі тривісного прецесуючого еліпсоїда**

*Терещенко А.О.*

Національний авіаційний університет

Розглядався рух газопилової речовини у зовнішньому гравітаційному потенціалі небесного тіла, який апроксимувався за допомогою наближеного потенціалу тривісного однорідного еліпсоїда з масою  $M$  та півосями  $a, b, c$

$$\Phi(x, y, z) = \frac{GM}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + \frac{GM}{10} \frac{(2a^2 - b^2 - c^2)x^2 + (2b^2 - a^2 - c^2)y^2 + (2c^2 - a^2 - b^2)z^2}{[x^2 + y^2 + z^2]^{5/2}}.$$

Частковим випадком руху газопилової речовини навколо еліпсоїда є її перебування у стані відносної рівноваги в точках лібрації. Існування точок лібрації поблизу еліпсоїда, який обертається з постійною кутовою швидкістю навколо вісі  $z$ , було встановлено в роботах [1,2]; було виявлено існування двох стійких

в першому наближенні точок лібрації  $L_1$ ,  $L_3$ , розташованих на продовженні малої осі екваторіального перерізу еліпсоїда (вісь  $y$  системи координат, зв'язаної з еліпсоїдом) симетрично відносно центру, та двох нестійких точок лібрації  $L_2$ ,  $L_4$  на продовженні великої осі (вісь  $x$  системи координат).

Проведене нами узагальнення даної небесно-механічної задачі на випадок прецесуючого еліпсоїда (тобто еліпсоїда, у якого вісь обертання лежить в площині  $xz$  і не співпадає з жодною з його осей симетрії) виявило, що наявність прецесії впливає на розташування вказаних точок лібрації: точки  $L_1$ ,  $L_3$  зміщуються в просторі, залишаючись на вісі  $y$ , а точки  $L_2$ ,  $L_4$  знаходяться в площині  $xz$  поблизу осі  $z$  симетрично відносно початку координат. Наближено аналітично знайдено координати розташування точок лібрації для різних кутів прецесії еліпсоїда. Проведені чисельні та аналітичні дослідження дозволили отримати наближені аналітичні умови лінійної стійкості та побудувати діаграми стійкості точок лібрації для різних кутів прецесії.

1. *Абалакин В.К.* К вопросу об устойчивости точек либрации в окрестности вращающегося гравитирующего эллипсоида // Бюллетень Ин-та теор. астрономии АН СССР. — 1957. — т.6, №8 (81). — С. 543–549.
2. *Аксенов Е.П.* О точках либрации в гравитационном поле вращающегося тела // Сообщения Гос. астрон. ин-та им. П.К.Штернберга. — 1960. — №115. — С. 44–53.

## **Дослідження впливу іоносфери на точність GPS-спостережень**

*Третьак С., Мартинів О.*

Інститут геодезії Національного університету “Львівська політехніка”

На рубежі двох тисячоліть світове співтовариство одержало новий інструмент для навігації і керування рухливими об'єктами — Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS). Створенню GNSS сприяв розвиток і досягнення в таких галузях науки і техніки, як авіація, морське та річкове судноплавство. Основою GNSS є супутникові радіонавігаційні системи — GPS (США), ГЛОНАСС (Росія), Galileo (Європейський союз), COMPAS/Beidou (Китай) — космічні і наземні функціональні доповнення та апаратура споживача.

Система GPS дозволяє в глобальному масштабі виконувати навігаційні функції, тобто визначати точне місце розташування рухомого об'єкта, його швидкість і здійснювати координацію часу на поверхні Землі та навколоземному просторі. Система GPS була задумана як система вимірювання віддалей від відомих положень супутників у космосі до невідомих місцеположень на землі, у морі, в повітрі або навколо земному космосі. Спочатку перед GPS ставилася мета миттєвого визначення положення та швидкості на неперервній основі, а також високоточного координування часу. Система GPS надає два рівні послуг для визначення місцеположення точки: послуга стандартного позиціонування із відкритим доступом для цивільних користувачів і послуга прецизійного позиціонування, доступна лише для уповноважених користувачів. Такі широкі перспективи використання GNSS приводять до необхідності детального вивчення

інформаційних параметрів самих систем супутникової навігації, у тому числі надійності їх функціонування і перешкодозахисної особливо при їх експлуатації в екстремальних умовах.

Якість функціонування GNSS обмежується впливом ряду чинників, пов'язаних з характеристиками середовища поширення радіохвиль. Система GPS, як і будь-яка інша, не є ідеальною і схильна до різного роду дій, що призводять у результаті до зниження точності позиціонування. Вимоги до точності вимірів багато в чому визначається характером завдань. Чинники що впливають на роботу GPS, носять як природний (пов'язаний з процесами поширення радіохвиль), так і технічний характер (недосконалість приймальної апаратури). Більш того, існує можливість штучного глушіння сигналів GPS. До чинників технічного характеру відносяться помилки годинника приймача і штучних супутників Землі (ШСЗ), помилки обчислення ефемерид та інструментальна похибка приймача. До чинників природної природи відносяться іоносферні і тропосферні затримки сигналу, багатопроменевість поширення сигналів і геометрія супутникового сузір'я. Такі джерела помилок, що виникають при роботі GPS важко усунути.

Аналіз літератури показав [1,2,3], що поки що не існує методу, який би дозволяв по вимірах GPS-станцій формувати іоносферну поправку, яка дозволяє корегувати випадкову складову. У сучасних GPS-приймачах використовують різні алгоритми усунення іоносферних затримок [2]. Для одночастотної апаратури, наприклад, розроблені різні моделі і алгоритми у тому числі регіональна модель іоносфери. Для багаточастотних приймачів існують інші способи врахування впливу іоносфери. Тому метою нашої роботи є дослідження різних методів визначення компенсації іоносферної складової похибки супутникових навігаційних вимірювань, а на основі цих досліджень спробувати запропонувати оптимальний спосіб визначення впливу іоносфери на точність визначення геодезичних координат GPS-станцій.

1. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): Теорія і практика / Б.Гофманн-Велленгоф, Г.Ліхтенеггер, Д.Коллінз, пер. з англ. під ред. Я.С.Яцківа. — К.: Наукова думка, 1995. — 380 с.
2. *Котяшкин С.И.* Определение ионосферной задержки сигналов в одночастотной аппаратуре потребителей спутниковой системы навигации NAVSTAR // Зарубежная радиоэлектроника. — 1989. — № 5. — С. 85–95.
3. *Харисов В.А.* Глобальная спутниковая навигационная система ГЛОНАСС / В.А.Харисов, А.И.Перов, В.А.Болдин. — М.: ИПРЖР, 1998. — 400 с.

## **Електронна фокальна площина мас-спектрометра на основі металевого мікро-детектора TimePix**

*Чаус А.В.*

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

Багатьом галузям науки та техніки (дослідження космосу, мікробіологія, медицина, спостереження за навколишнім середовищем та інші) необхідні

пристрої, які дозволяють спостерігати велику кількість параметрів в режимі реального часу. Одним з детекторів, який відповідає цим вимогам є детектор TimePix. У даній роботі розглядається використання детектора у мас-спектрометрії. Перевагою даного детектора є чудова просторова роздільна здатність і шум в декілька електронів. Для дослідження структури ядер високоенергетичних частинок, які прилітають з космосу, детектор TimePix є унікальним пристроєм по своїй структурі і властивостям.

Детектор TimePix представляє собою систему із  $256 \times 256$  пікселів ( $55 \text{ мкм}^2$ ). Зчитування даних із 65536 детекторних комірок здійснюється через USB-порт комп'ютера. Детектор був досліджений на лазерному мас-спектрометрі (Інститут прикладної фізики НАН України, м. Суми). В режимі реального часу отримували двовимірне зображення розподілу інтенсивностей різних іонів (енергія двохзарядних іонів 22.2 кеВ) в фокальній площині. Проекція цих розподілів на вісь мас відповідає інтенсивності кожного конкретного ізотопу відповідно до його концентрації в досліджуваному зразку.

Ми провели ряд досліджень детектору TimePix, встановленого в фокальній площині лазерного мас-спектрометру. Масовий та ізотопний спектри, виміряні цим детектором, мають гарне наближення до табличних даних. За допомогою TimePix були проведені дослідження фізики реєстрації низько енергетичних іонів. Результати досліджень представлені в деталях. Розглядається можливість застосування TimePix у діагностиці та налаштуванні мас-спектрометрів та подібних систем.

## **Выделение метеорных потоков и ассоциаций из результатов радиолокационных наблюдений**

*Черкас Ю.В.*

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Увеличение числа известных астероидов, орбиты которых сближаются с орбитой Земли (NEAs — near Earth asteroids), позволяет по-другому подойти к определению метеороидных потоков и их связей с астероидами, которые в некоторых случаях могут быть ядрами потухших комет. Классическое решение этой задачи предполагало проведение кластерного анализа над исходной выборкой орбит метеорных тел, что по причине отсутствия знаний о средних орбитах метеорных потоков требовало проведения многих циклов анализа с изменением начальных условий и пересчетом средних орбит на каждом шаге. Репрезентативность полученной таким образом средней орбиты во многом зависит от числа использованных при ее расчете орбит отдельных метеороидов, а также от влияния того факта, что Земля, вероятно, пронизывает лишь часть роя метеорных тел.

При наличии базы орбит астероидов (или комет), орбиты которых сближаются с орбитой Земли, становится возможным проведение кластерного анализа с учителем. В этом случае делается предположение, что средняя орбита метеороидного потока совпадает (или является близкой) с орбитой его родитель-

ского тела (ядро кометы или астероид), и происходит классификация орбит метеорных тел по заранее известным кластерам. Дальнейший анализ возможен путем моделирования эволюции метеороидного потока, исходя из орбиты его родительского тела с учетом масс частиц, их начальных скоростей выброса, давления солнечной радиации, эффектов Пойнтинга–Роберстона и Ярковского, квазипостоянных параметров орбиты, с последующим сравнительным анализом распределений элементов орбит, полученных в результате моделирования, и теми, которые имеет реальный метеороидный поток, определенный по алгоритму кластерного анализа с учителем.

## **Впровадження ГІС-технологій в управління якістю поверхневих вод**

*Чуканова М.М.*

Національний авіаційний університет

На сьогоднішній день дані про забруднення водних ресурсів збирають та оброблюють різні організації, і відповідно ці матеріали зберігаються в різних місцях, що є не дуже доречним. Це ускладнює аналіз забруднення, прогнозування стану водних ресурсів та аналіз екологічної ситуації в цілому. Не важко зрозуміти, що для оцінки стану якості поверхневих вод потрібний комплексний аналіз щодо забруднення водних ресурсів.

Крім того, при вирішенні задач управління водокористуванням в даному регіоні необхідно мати найповнішу інформацію про даний водний об'єкт та діючі потенційно небезпечні об'єкти (заводи, ТЕС тощо), які розташовані поблизу цього водного об'єкту. При цьому важливо знати не тільки локалізацію кожного джерела забруднення водних об'єктів, а й його кількісні характеристики, які застосовуються для прогнозу масштабів розвитку надзвичайної ситуації.

На сьогоднішній день ГІС-технології стрімко розвиваються і для більш детального вивчення та точних висновків щодо забруднення поверхневих вод потрібно цим скористатися. Необхідно створити спеціалізовану геоінформаційну систему моніторингу водних об'єктів. За допомогою ГІС буде реалізована комплексна оцінка екологічної ситуації, будуть враховуватися джерела забруднення. А головне те, що ці дані можна буде змінювати, корегувати і вони будуть знаходитися вкупі. ГІС повинна буде вести автоматичне оновлення даних, забезпечувати швидку вибірку даних, а також мати інформацію про водокористувачів, забруднення як наземних, так і підземних вод, і тим самим полегшить формування документації на основі аналізів проведених робіт.

## **Вивчення фізичних властивостей ядер комет космічними аппаратами**

*Чурюмов К.І.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Кометні ядра крім того, що вони є носіями цінної інформації про первинну речовину Сонячної системи, останнім часом почали представляти великий інте-



рес внаслідок їх можливого зіткнення з Землею. Для того, щоб оцінити наслідки зіткнення таких об'єктів з Землею, необхідно знати їх хіміко-мінералогічний склад, щільність, розміри, масу і т.п. Знання цих фізичних характеристик ядер комет дозволить більш реально оцінити рівень кометної небезпеки для нашої планети від комети і змодельювати більш надійну стратегію запобігання катастрофічних наслідків на Землі від можливого падіння на неї ядра комети.

Досить хорошу оцінку радіуса ядра комети можна отримати, виходячи з абсолютної зоряної величини ядра комети  $H$  (тобто величини, приведеної до геліо- і геоцентричних відстаней, рівних 1 астрономічній одиниці  $r = \Delta = 1$  а.о.), користуючись формулою

$$R_n = \frac{10^{15.48-0.2H}}{\sqrt{\alpha x_{C_2} Z f_{00} \tau}}$$

де  $R_n$  — радіус ядра комети в км,  $H$  — абсолютна зоряна величина ядра комети,  $\alpha$  — частина активної поверхні ядра,  $x_{C_2}$  — кількість складних (батьківських) молекул, які розпадаються з утворенням молекул  $C_2$ ;  $f_{00}$  — сила осцилятора для смуги Свана (0–0);  $\tau$  — час життя молекул  $C_2$  в атмосфері комети в полі сонячної радіації. Підстановка у формулу величин  $H$ ,  $\alpha$ ,  $x_{C_2}$ ,  $Z$ ,  $f_{00}$  і  $\tau$  для комети Галлея дає величину ефективного радіуса її ядра, який дорівнює 5.4 км, що відповідає спостережним даним з прольотних космічних апаратів Вега 1, Вега 2 і Джотто.

Однак, для створення більш адекватної спостереженням фізичної моделі ядра комети необхідно, щоб ця модель пояснювала ряд наступних спостережних фактів, які відображають підсумки вузькосмугової фотометрії, спектроскопії, поляриметрії, космічного зондування безпосередньо поблизу ядер періодичних комет:

1. Швидкість газовиділення або газопродуктивність ядра комети на геліоцентричній відстані  $r = 1$  а.о. повинна бути порядку  $Q \sim 10^{28} - 10^{30}$  молекул в секунду.
2. Зміна швидкості газовиділення  $Q$  зі зміною геліоцентричного відстані  $r$  повинна пояснювати як хід інтегральної яскравості комети і варіації фотометричних параметрів для кожної комети, так і їх тимчасову еволюцію.
3. Модель ядра повинна пояснювати спостережуваний хімічний склад кометних атмосфер і його варіації для всього кометного ансамблю.
4. Модель ядра повинна пояснювати як утворення типових кометних форм: нейтральної коми, пилових плазмових і аномальних хвостів, протяжної водневої атмосфери (корони навколо видимої і голови і хвостів комети), так і утворення пекулярних структур і явищ в кометах: променеві прями, хвилеподібні і омегоподібні структури, галоси, що розширюються і захоплюються, пилові та плазмові оболонки, стріє, кільцеподібні структури, спалахи і мегаспалахи блиску, фрагментацію первинного ядра на вторинні (третинні і т.д.) фрагменти, відриви плазмових хвостів і т.п.
5. Модель ядра повинна пояснити селективність кореляції кометної актив-

ності з сонячною, коли для одних комет ця кореляція спостерігається, а для інших — ні.

6. Модель ядра повинна пояснювати спостережувані особливості поляризації випромінювання комет, пов'язані з явищем негативної поляризації при малих фазових кутах, опозиційний ефект і пиловиділення з ядра комети на великих геліоцентричних відстанях.
7. У рамках моделі ядра повинні бути правильно розраховані негравітаційні сили, що впливають на рух комети при її зближенні із Сонцем.
8. Модель повинна пояснювати походження метеорних потоків з ядер дезінтегруючих комет.
9. Модель повинна пояснити шарувату структуру кометного ядра, яка впливає з даних космічної місії Діп Імпект до ядра комети 9P/Темпеля 1.
10. Модель повинна пояснити походження тугоплавких елементів у ядрі комети, походження самого ядра як реліктової речовини Сонячної системи, а також взаємозв'язок цієї речовини з походженням та еволюцією інших тіл Сонячної системи.
11. Модель повинна пояснити походження істинного ізотопного складу ядер комет і його можливий зв'язок з ізотопним складом Сонячної системи або міжзоряного середовища.

Космічні апарати Вега-1, Вега-2 і Джотто в 1986 р. вперше дозволили побачити справжню форму і розміри ядра комети Галлея. Якщо уявити форму ядра комети Галлея у вигляді витягнутого еліпсоїда, то розміри його осей будуть рівними відповідно  $15.3 \times 7.2 \times 7.22$  км. Наступні прольоти космічних зондів Діп Спейс 1 в 2001 р. поблизу ядра комети 19P/Боррелі, Стардаст в 2004 р. поблизу ядра комети 81P/Вільда і в 2011 р. поблизу ядра комети 9P/Темпель і Діп Імпект в 2005 р. поблизу ядра комети 9P/Темпель і в 2010 поблизу ядра комети 103P/Хартлі дозволили отримати цінні дані про форми, розміри і про деякі фізичні параметри ядер цих короткоперіодичних комет (табл.1)

**Табл. 1.** Параметри ядер комет, цілей космічних місій

Комета	Маса (кг)	Розміри (км)	Густина (г/см <sup>3</sup> )	Альbedo	Сидеричний період обертання
1P/Галлея	$2.2 \cdot 10^{14}$	$15.3 \times 7.2 \times 7.22$	0.6 (від 0.2 до 1.5)	0.04	$2.2^d$ ( $52.8^h$ )
19P/Бореллі	$2 \cdot 10^{13}$	$8 \times 3.5 \times 3.5$	0.3	0.03	25.0
81P/Вільда 2	$2.3 \cdot 10^{13}$	$5.5 \times 4.0 \times 3.3$	0.6	?	–
9P/Темпеля 1	$(7.2 \div 7.9) \cdot 10^{13}$	$7.6 \times 4.9$	0.62		$40.7^h$
103P/Хартлі 2	$3.0 \cdot 10^{11}$	$0.57 \pm 0.08$	–	0.028	–

## Порівняння спектрів комет С/2006 W3 (Christensen) та 22P/Корф, які спостерігались в серпні 2009 р.

Чурюмов К.І.<sup>1</sup>, Баранський О.Р.<sup>1</sup>, Пономаренко В.О.<sup>1</sup>,  
Клецонок В.В.<sup>1</sup>, Лук'яник І.В.<sup>1</sup>, Чубко Л.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет

Представлено результати спостережень і досліджень оптичних спектрів з середньою роздільною здатністю ( $R = 15000$ ) для комет С/2006 W3 (Christensen) та 22P Корф, що були отримані в серпні 2009 року за допомогою 2-м телескопа Zeiss і ешелле-спектрографа на високогірній астрономічній обсерваторії “Пік Терскол” Інституту Астрономії РАН і Головної Астрономічної Обсерваторії НАН України. 14 спектрів комети С/2006 W3 (Christensen) були отримані 4–15 серпня, 5 спектрів комети 22P Корф — 10–15 серпня 2009 року. Проведено ідентифікацію спектральних емісійних ліній, отримано розподіл енергії в навколядерних областях, були обчислені фізичні параметри нейтральної коми комети (швидкість газового розширення, час життя молекул  $C_2$ ,  $C_3$  і CN та ін. параметри) з використанням моделей Шульмана і Хазера для нейтральних кометних атмосфер. Зроблено порівняння спектральних особливостей двох комет.

## Джети в кометі 81P/Вілда 2

Чурюмов К.І., Клецонок В.В., Баранський О.Р., Пономаренко В.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Космічна місія Стардаст досліджувала короткоперіодичну комету 81P/Вілда з пролітної траєкторії 2 січня 2004 р. і захопила численні зразки кометної і міжзоряної пилової речовини, яку було доставлено на Землю 15 січня 2006 р. В рамках міжнародної програми наземної підтримки співробітниками відділу астрометрії і малих тіл (О.Баранським і В.Пonomаренко) були проведені спостереження цієї комети 81P/Вілда 27 і 28 березня 2010 р. на високогірський спостережній базі ГАО НАНУ і ІНАСАН (РФ, пік.Терскол) за допомогою рефлектора Цейс-600 з вузько смуговими кометними фільтрами.

28 березня 2010 р. з 19.<sup>d</sup>7836 UT по 21.<sup>d</sup>3543 UT було отримано 16 вузько-смугових зображень комети 81P, за допомогою фільтрів, центрованих на спектральні ділянки з континуумом.

Виконувалася методика опрацювання зображень комети запропонована Ларсоном и Секаниной [1]. Якщо яскравість комети позначити як  $B(r, \alpha)$ , то можна записати алгоритми наступних кроків по опрацюванню за допомогою:

а)  $B(r, \alpha) - B(r, \alpha + \pi)$  — віднімання зображення, яке повернуто на  $180^\circ$ . Така операція підкреслює асиметричність яскравості коми комети. В цьому випадку стає помітною різка асиметрія по відношенню до радіус-вектора: нижня (південна) ділянка коми показує значно більшу яскравість викидів.

б)  $B(r, \alpha + \Delta\alpha) - B(r, \alpha - \Delta\alpha)$  — кутовий градієнт, який підкреслює радіальні

джети. Виділення джетів у комети 81P показує наявність широкого струменя (декількох джетів, які через мале розділення зливаються у широкий струмінь) викиду вгору (північ) і більш вузького струменя викиду вниз (південь).

Нижче приведено геометричні характеристики двох джетів, які було виділено на зображеннях комети 81P 28 березня 2010 р. (номер джета, довжина джета у км, позиційний кут (від напрямку на північ в град.) і кут між віссю джета і продовженим радіусом-вектором комети — напрямком від Сонця в град.)

Джет 1:  $7.99 \cdot 10^3$  км, поз. кут  $\sim 122^\circ$ , кут від радіуса-вектору  $207^\circ$ .

Джет 2:  $2.22 \cdot 10^4$  км, поз. кут  $\sim 313^\circ$ , кут від радіуса-вектору  $38^\circ$ .

Пилові і газові джети вперше було знайдено в кометі 1P/Галлея [2]. Потім подібні структури також спостерігалися в кометах C/1996 B2 Хякутаке, C/1995 O1 Гейла-Боппа, 109P/Свіфта-Туттля (найдені в довго-щілинних спектрах), C/2004 Q2 (Мейчхоулца), 19P/Борелли і 81P/Вілда з борту космічних апаратів Діп Спейс в 2001 р. і Стардаст в 2004 р., в кометі C/2005E2 (Макнота) в 2009 р. [3].

Висококоліміровані джети спостерігалися у комети 81P/Вільда (20 джетів) і у комети 103P/Хартлі ) декілька десятків тонких джетів, як з світлих, так і з темних ділянок і, навіть з термінатора. Джети комети Хартлі склалися з вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), потужні потоки сублімату якого тягнули за собою пил і інші більш тугоплавкі заморожені гази, в тому числі і  $\text{H}_2\text{O}$ . Це основний фізичний механізм утворення джетів в кометах.

1. Larson S., Sekanina Z. // Astron. J. — 1984. — **89**. — P.571–578.
2. A'Hearn et al. // Nature. — 1986. — **324**. — P.649.
3. Picazzio, Churyumov K.I., et al. // IAU XXVII General Assembly. Abstract book. 3–14 Aug. 2009. — P.62

## **О возможных трех типах ледяных ядер комет**

*Чурюмов К.И.<sup>1</sup>, Симония И.А.<sup>2</sup>, Чурюмова Т.К.<sup>1</sup>, Пономаренко В.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

<sup>2</sup>Абастуманская астрофизическая обсерватория АН Грузии

Из анализа характера изменения скорости истечения газов из ядер комет с изменением их гелиоцентрических расстояний можно сделать вывод о существовании трех возможных тенденций (закономерностей) таких изменений, а следовательно, трех возможных типов ледяных ядер комет, имеющих слоистую структуру [1]. Эти закономерности могут быть поняты в рамках модели слоистого ледяного ядра-конгломерата кометы, заэкранированного тугоплавкой минеральной коркой (матрицей-экраном). Таким образом можно предположить, что существуют три типа ледяных ядер комет, имеющих слоистую структуру:

**I тип** характеризуется закономерностью  $V \sim r^{-n}$ , т.е. скоростью истечения  $V$ , обратно-пропорциональной гелиоцентрическому расстоянию. К такому типу можно отнести кометы 1P/Галлея, Борелли (C/1903 M), Делавана (C/1913 Y1), Брукса (C/1911 O1), Перрайна (C/1902 R1), Даниеля (1907 L2), Морхауза (C/1908 R1), Мркоса (C/1957 P1), Беннетта (C/1969 Y1), Икейя (C/1964 N1) и

Икейя–Секи (C/1965 S1-A) и др., т.е. кометы, которые согласно предложенной нами таксономии являются нормальными кометами. В их ядрах равномерно перемешаны замороженные газы различной степени летучести и пылевая компонента. Сверху лед частично заэкранирован теплоизоляционным минеральным экраном. Доля этой минеральной корки на поверхности ядра по сравнению с долей открытых ледяных участков может варьировать в значительных пределах: от нескольких процентов (5–10%) до 80–90%. Характер распределения этой корки по поверхности ядра, по-видимому, объясняет заметные вариации скорости истечения газов из ядра, так как они связаны с тем фактом, какой стороной — менее или более заэкранированной — ядро при своем вращении поворачивается к Солнцу. Такой тип ядра обозначим также буквой Н (“нормальный”).

**II тип** характеризуется закономерностью  $V \sim r^n$ , т.е. противоположной тенденцией изменения скорости истечения газов с изменением гелиоцентрического расстояния, что указывает на аномальность поведения ледяных ядер таких комет в поле солнечной радиации. Такую тенденцию также можно понять, исходя из модели слоистого ледяного ядра-конгломерата кометы. Аномальное ледяное ядро также как и нормальное состоит из замороженных газов различной степени летучести, причем эти замороженные газы располагаются слоями друг над другом, при этом сверху располагаются наиболее летучие (типа СО или СО<sub>2</sub>-льдов), затем следует слой менее летучих льдов (Н<sub>2</sub>О или других еще более тугоплавких, по сравнению со льдами СО). Это приводит к тому, что сначала начинает сублимировать тонкий слой льдов, обладающих наименьшей удельной теплотой сублимации. Когда этот слой полностью сублимирует, начинает прогреваться слой, состоящий из более тугоплавких льдов, для которых подводимого от Солнца тепла на данном гелиоцентрическом расстоянии еще оказывается недостаточно, чтобы началось интенсивное испарение газов из этого тугоплавкого слоя. Это должно приводить к уменьшению скорости истечения газов из ядра, что сказывается на форме изофот, на их сжатии и размере, что и указывает на уменьшение скорости газов  $V$  с приближением кометы к Солнцу. Такие ядра мы будем называть аномальными и обозначать этот тип ядер буквой А. К этому типу можно отнести кометы Уиппла–Федтке–Тевзадзе (C/1942 X1), Аренда–Ролана (C/1956 R1), Финслера (C/1937 P1), Юмассона (C/1961 R1), Бредфилда (C/1974 C1) и ряд других.

**III тип** характеризуется закономерностью  $V \sim \text{const}$ . В рамках ледяной модели этот тип ядра можно представить в виде чисто ледяного ядра без тугоплавкого экрана на его поверхности. Чистая ледяная поверхность обладает высоким альбедо, вследствие чего температура льда слабо меняется с изменением гелиоцентрического расстояния и скорость истечения газов из такого ядра мало меняется с изменением  $r$ . Можно представить такой тип ядра также и виде обычного ледяного ядра-конгломерата с поверхностной теплоизоляционной матрицей, под которой располагаются слои замороженных газов различной степени летучести, причем эти слои могут быть отделены друг от друга тонким и пористым тугоплавким слоем. После испарения летучего поверхно-

стного слоя скорость газовой выделенной из ядра начинает снижаться, однако по мере прогревания теплоизоляционного слоя летучая компонента, сублимируя через его поры, постепенно выходит по скорости газовой выделенной на прежний уровень, что в форме изотоп или в их “сжатии–размере” “записывается” как постоянство скорости истечения газов из ядра с изменением  $r$ . Близкую к данной закономерности тенденцию показывает комета Юрлова–Ахмарова–Хасселя (C/1939 H1).

Предложенная таксономия ледяных ядер комет, естественно, требует проверки с использованием продолжительных рядов спектральных наблюдений комет, из которых можно извлечь информацию о скоростях истечения различных газов из ядер комет на различных гелиоцентрических расстояниях.

1. Чурюмов К.И. Три типа поверхностей ядер комет // Кометный циркуляр. — 1982. — № 293. — изд. КГУ. — С.4.

## **Прохождение через перигелий периодических, параболических и гиперболических комет в 2011 г.**

*Чурюмов К.И., Чурюмова Т.К., Мельник Е.К.*

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

В 2011 г. ожидается прохождение через перигелий 44 комет: четыре “новые” короткопериодические — впервые пройдут перигелий, 10 “новых” короткопериодических комет — в первый или во второй раз пройдут перигелий (т.е. еще нужно подтверждение этих прохождений), и 20 “старых” короткопериодических комет — в третий и более раз пройдут перигелии орбит, две новые долгопериодические кометы, 2 “параболические”, 4 — “гиперболические” и 6 утерянных короткопериодических комет. Среди старых короткопериодических комет 2 наблюдались только в двух появлениях, 18 — в трех и более появлениях. Среди приведенных в таблице 1 комет больше всех в 11 появлениях наблюдались три кометы 9P/Темпеля 1, 45P/Хонды–Мркоса–Пайдушаковой и 36P/Уиппла. За первые 4 месяца прошли перигелии 8 комет, 4 утерянные ранее кометы, которые обозначены в таблице буквой D не были переоткрыты в этом их появлении и они сохранились в списке утерянных комет. Зато было открыто 9 новых комет: P/2011 A1, P/2011 A2, C/2011 A3, C/2011 C1, P/2011 C2, C/2011 C3, P/2011 E1, C/2011 F1, C/2011 G1. Среди них 4 периодические и 5 почти параболических.

**Табл. 1.** Кометы, которые проходят перигелий в 2011 г.

Комета	$P$ , годы	$N$	$T$	$H_y$
1. Бишоэ (2009 K3)	3.90	0	Январь 9.3	8.7
2. 9P/Темпеля	5.52	11	Январь 12.4	7.2
3. Каталина (2009 Y1)	–	0	Январь 28.8	9.2
4. Хельфенциридера D (1766 G1)	4.35	0	Январь 29.7	5.8
5. Кардинала (2010 B1)	165637	0	Февраль 07.04	7.5
6. Свифта D(1895 Q1)	7.20	1	Март 1.4	11.5
7. Неат P(2003 S2)	7.50	1	Март 3.5	12.5

8. Барнарда D(1884 O1)	5.37	1	Март 7.9	8.9
9. Рида P(2005 U1)	5.62	1	Март 10.9	14.5
10. Линеар P/2006 U1	4.63	1	Апрель 15.8	18.5
11. Ван Хоутен D/1960 S1	15.64	1	Апрель 23.3	8.0
12. Линеар–Неат P/2004 T1	6.47	1	Апрель 24.9	12.0
13. Линеар–Неат P231P	8.08	1	Май 16.7	10.0
14. Кристенсен 164P	6.71	1	Июнь 2.4	11.0
15. Боаттини C/2008 S3	8.02	1	Июнь 7.4	4.0
16. 213P/Ван Несса	6.33	2	Июнь 16.2	10.5
17. 130P/Макнота–Хьюджиза	6.65	3	Июнь 24.8	12.3
18. 62P/Цзицзиньшань	6.37	7	Июнь 30.4	8.0
19. 123P/Веста–Хартли	7.58	3	Июль 4.5	7.0
20. 69P/Тейлора	7.64	6	Июль 17	7.0
21. 3D/Биелы	6.56	6	Июль 29.9	7.0
22. D/Харрингтона–Вильсона (1952 B1)	5.58	1	Июль 30.1	12.5
23. 27P/Кроммелина	27.92	5	Август 3.8	11.7
24. 97P/Меткофа–Брюингтона	10.53	3	Август 21.0	4.5
25. 228P/Линеар (2009 U2)	8.51	1	Август 23.8	13.0
26. Гилла (2010 G2)	951.5	0	Сентябрь 2.1	7.0
27. P/Сохо (1999 R1)	3.99	3	Сентябрь 7.1	22.1
28. 45P/Хонды–Мркоса–Пайдушакковой	5.25	11	Сентябрь 28.8	13.0
29. 48P/Джонсона	6.95	9	Сентябрь 29.3	7.0
30. 115P/Мори	8.76	3	Октябрь 7.0	11.0
31. 73P-Швассмана–Вахмана С	5.36	2	Октябрь 16.8	12.5
32. P/Лагерквиста (1996 R2)	7.38	1	Октябрь 17.1	9.0
33. 73P-Швассмана–Вахмана В	5.36	6	Октябрь 18.6	14.0
34. 49P/Аренда–Риго	6.72	9	Октябрь 19.1	13.5
35. 41P/Тутля–Джакобини–Циннера	5.43	10	Ноябрь 12.2	9.5
36. P/Ларсена (2004 H3)	7.72	1	Ноябрь 23.3	13.2
37. C/2010 R1 (Линеар))	–	0	Ноябрь 28.0	6.0
38. P/Линеар–Неат (2004 R3)	7.49	1	Ноябрь 28.4	14.0
39. 37P/Форбса	6.35	10	Декабрь 11.0	9.7
40. 71P/Кларка	5.53	7	Декабрь 15.8	9.7
41. Гаррада (2009 P1)	–	–	Декабрь 23.8	4.5
42. Леммона (2009 S3)	–	0	Декабрь 25.3	6.0
43. 36P/Уиппла	8.54	11	Декабрь 29.6	8.0
44. Макнота (2009 F4)	5.45	–	Декабрь 31.9	3.5

## **Метод супутникової альтиметрії**

*Шпилевська Є.Є.*

Національний авіаційний університет

Метод супутникової альтиметрії має переваги перед оптичними та інфрачервоними методами досліджень, головною з яких є всепогодність. Для мікрохвильових досліджень хмарність не є серйозною перешкодою, саме тому метод супутникової альтиметрії може застосовуватись при будь-яких погодних умовах.

Супутникова альтиметрія — це вимірювання висоти супутника відносно поверхні Землі по часу проходження сигналу, який посиляється та отримується після відбиття від поверхні супутником. Вирішальну роль у розумінні супутникової альтиметрії відіграє визначення геоїда. За визначенням, це рівнева поверхня гравітаційного поля Землі, яка співпадає зі спокійною поверхнею океану. Відхилення рівня моря від його спокійного стану є динамічною топографією, яка пов'язана з градієнтом тиску, котрий впливає на океанічну циркуляцію.

Дані, отримані з супутникових альтиметрів, являють собою набір вимірів вздовж треку супутника з дискретністю приблизно 7 км. Відстань між сусідніми за часом треками для альтиметричного супутника TOPEX/POSEIDON складає порядку 28, а мінімальний час покриття альтиметричними даними регіону, який досліджується, складає майже 10 діб. Таким чином, для того, щоб побудувати карту аномалій висоти морської поверхні, необхідно провести процедуру просторової та часової інтерполяції альтиметричних даних.

Оскільки сигнал супутникового альтиметра проходить через атмосферу та відбивається від миттєвого рівня морської поверхні, то необхідно враховувати спеціалізовані поправки до альтиметричного сигналу: атмосферні та на стан підстилаючої поверхні. Найбільшою за амплітудою значень для альтиметричних даних є поправка за припливи. Існує декілька стандартних моделей припливних поправок, які дозволяють прибрати припливну складову з альтиметричних даних. Але глобальні поправки не завжди однаково гарно спрацьовують в усіх районах світового океану, особливо в береговій зоні та в динамічно активних акваторіях.

Таким чином, пошук методу, який забезпечить найменші похибки інтерполяції альтиметричних даних при реконструкції карт аномалій висот поверхні океану, а також розробка методики його використання досить актуальні.

## **Дослідження впливу тропосфери на точність GPS-спостережень**

*Яцків О., Чорнобай А.*

Інститут геодезії Національного університету "Львівська політехніка"

Підвищення точності геодезичних вимірювань з метою визначення місцеположення об'єктів та опорних геодезичних мереж при розв'язанні задач геодезії та геодинаміки завжди були актуальними питаннями.



В даний час високоточні супутникові навігаційні системи [1], а особливо нові технології, які поєднують електронні тахеометри з супутниковими приймачами, мають здатність виконувати вимірювання з міліметровою точністю. Проте, домінуючим фактором, який перешкоджає визначати положення об'єктів та опорних пунктів геодезичних мереж з високою точністю, є просторово-часова нерівномірність розповсюдження електромагнітних хвиль в атмосфері. Визначенням поправок в супутникові вимірювання за рахунок впливу як атмосфери в цілому, так і тропосфери, присвячено цілий ряд наукових робіт [1,2,3].

Для врахування впливу тропосфери на результати вимірювань розроблено цілий ряд математичних моделей, за якими здійснюється опис параметрів тропосфери і виконуються розрахунки відповідних поправок (моделі Хопфілда, Саастамойнена, Блека тощо). Основним недоліком цих моделей є те, що вони базуються на глобальних моделях розподілу метеорологічних параметрів і не дозволяють враховувати регіональні особливості тропосфери в момент проведення спостережень та використовувати результати вимірювань з супутників для траєкторій поширення радіохвиль, які наближені до горизонтальних. Внаслідок цього виникла необхідність подальшого вдосконалення методів визначення поправок за тропосферу, які враховували б дійсний її стан на різних траєкторіях спостережень.

У нашій роботі ми проаналізували існуючі аналітичні моделі врахування тропосферної затримки. Зроблено порівняльний аналіз існуючих регіональних моделей. Запропоновані моделі визначення регіональної тропосферної затримки [3, 4] дозволяють розраховувати тропосферну затримку при довільних значеннях зенітної віддалі та з використанням метеорологічних параметрів для кожного сферичного шару. Це дозволить нам провести свої обчислення і запропонувати найоптимальніший варіант для розрахунку тропосферної поправки для регіону, де розмішені GPS-станції, динаміку зміни координат яких ми досліджуємо.

1. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): Теорія і практика / Б.Гофманн-Велленгоф, Г.Ліхтенеггер, Д.Коллінз; пер. з англ. під ред. Я.С.Яцківа. — К.: Наукова думка, 1995. — 380 с.
2. Харисов В.А. Глобальная спутниковая навигационная система ГЛОНАСС / В.А.Харисов, А.И.Перов, В.А.Болдин. — М.: ИПРЖР, 1998. — 400 с.
3. Янчук Р.М. Уведення поправок за тропосферну затримку у файли спостережень на GPS-станціях // Вісник геодезії та картографії. — К., 2006. — № 1. — С. 21–24.
4. Янчук Р.М. Застосування числових полів метеорологічних параметрів у задачах моделювання тропосферної затримки супутникового радіосигналу // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. — Львів, 2007. — С. 115–119.

# Relativistic dynamics of a binary system of supermassive black holes in quasar OJ287

*Bogdan A. V.*

G.V. Kurdyumov Institute metallofizyky of National Academy of Sciences of Ukraine

The supermassive short period black hole binary OJ287 is discussed as a new precision testing ground for general theory of relativity. Like in the case of binary pulsars, the relativistic gravity effects are considerably larger than in the solar system. For instance the observed orbital precession is forty degrees per period. The gravitational radiation energy losses are comparable to typical blazar electromagnetic radiation emission and it is about ten orders larger than that of the binary pulsar with significant orbit shrinking already apparent in the light curves. This already tests Einstein gravity to a few percent for objects at cosmological distances.

In present work, to calculate the orbits of binary black hole, we used Hamilton's equations with three post-Newtonian terms plus the gravitational radiation term and the term of the spin-orbit interaction. Obtained new system parameters to help in the future to make better predictions about the behavior of the pulsar OJ287.

## BVRI photometry of comets 9P/Tempel 1 and C/2004 Q2 (Machholz)

*Churyumov K.I.<sup>1</sup>, Afanasiev V.L.<sup>2</sup>, Chubko L.S.<sup>3</sup>,  
Ponomarenko V.O.<sup>1</sup>, Baransky O.R.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Kyiv Shevchenko National University

<sup>2</sup>Special astrophysical observatory of RAS

<sup>3</sup>National Aviation University

The main target of the two space missions (Deep Impact and Sturdust-NEXT comet 9P/Tempel 1 and comet C/2004 Q2 (Machholz) were observed with the SCORPIO spectrograph installed in the Prime Focus of the 6-m telescope of the Special Astrophysical Observatory of the RAS on March 14–16, 2005 (Mount Pastukhov, Nizhny Arkhыз, Northern Caucase, Russia) by V.L.Afanasiev, K.I.Churyumov and L.S.Chubko. The observations were obtained 2.5 months before collision of the copper impactor of the Deep Impact spacecraft and the comet 9P/Tempel nucleus with the help of the SCORPIO (Spectra Camera with Optical Reducer for Photometrical and Interferometrical Observations) through wideband BVRI filters. The following results were obtained:

**Table 1.** BVRI magnitudes of comets 9P/Tempel 1 and C/2004 Q2 (Machholz)

Comet	Date	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>I</i>
9P/Tempel 1	03/15/05	16.5	15.8	15.5	15.3
C/2004 Q2	03/14/05	12.1	12	11.9	–

As are seen from Table 1 color  $B - V = 0.7$  for comet 9P and  $B - V = 0.1$  for comet Machholz.

BVRI photometry of comet Tempel 1 and Machholz had shown that comet 9P has color as the Sun (a little redder than the Sun), but comet Machholz was bluer very much than the Sun.

## **Neutral iron abundance of the fast rotating star PZ Telescopium A**

*Ivanyuk O.M., Pavlenko Y.V.*

Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Kyiv

We present the results of abundance determination for the fast rotating star PZ Telescopium A. It is a young solar-type star G9IV with a brown dwarf companion. In this report we focus on methodology description that is slightly differs from approach used for non-rotating stars.

## **Photometry with the help of digital camera CANON 350D**

*Pohvala S.M.*

Kyiv Shevchenko National University

Results of photometric studies made with a digital camera Canon 350D are presented. The transition from the instrumental photometric system to the standard Johnson system is implemented. The advantages of CMOS-matrix are presented. Using this camera the series of observations of the photometric standards, the variable stars, the Moon, the meteors showers and defining the sky background depending on the inclination angle were made. Photometric inaccuracy is  $\sim 0.05 - 0.1$  m. The period of  $\beta$  Per (Algol) light variation is confirmed and this illustrates the practicality and applicability of the use of camera Canon 350D for scientific purposes.

## **Photometry of the Dwarf Flare Stars EV Lac and AD Leo in 2008–2011**

*Velichko F.P., Krymsaluk R.Yu., Psarev V.A., Rikhteghar A.*

Institute of Astronomy of Karazin Kharkiv National University

The results of photometric studies of the flare stars EV Lac and AD Leo which were obtained during the course of cooperative visual-radio (optical telescope AZT-8 and radio telescopes: RT-70 at centimetre wavelength range; URAN-2 and UTR-2 at decametre wavelengths) observations in 2008–2011 are presented. Photometry was carried out at the Chuguev Observation Station of the Institute of Astronomy of Kharkiv Karazin National University with 70-cm reflector equipped by CCD camera. The observations were performed in standard spectral V-band with exposure of 2 sec. Total time of the monitoring was about of 65 hours. During the monitoring of AD Leo in February-March 2009 and March 2011 flares weren't detected. For the observations of EV Lac in August-September 2008,

August 2009 and September 2010 five flares were recorded. On 2008 September 4 and on 2009 August 25 were detected very rare type and powerful flares. The first one characterized by amplitude about of 0.8 mag and by brightness variations of 0.13 mag at flare maximum. Total time of the flare closes to 2.4 hours. From the set of EV Lac observations on 2008 the rotation lightcurve has been constructed. Amplitude of lightcurve equals to 0.06–0.07 mag. Lightcurve is characterized by two pairs of extrema and by period of 4.3 days. It indicates to double sector structure of spottedness of the star.

## **SDSS galaxies with double-peaked emission lines**

*Zinchenko I.A.*

Main Astronomical Observatory of NASU

We have extracted a sample of galaxies with double-peaked emission lines in their global spectra from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) spectral database. We then fitted the emission lines  $H\alpha$ ,  $H\beta$ ,  $[\text{OIII}]\lambda 5007$ ,  $[\text{NII}]\lambda 6584$ ,  $[\text{SII}]\lambda 6717$  and  $[\text{SII}]\lambda 6731$  lines in 129 global spectra by two Gaussians to separate the radiation of the two (blue and red) components. A more or less reliable decomposition of the all those emission lines have been found for 55 spectra. Using a standard BPT classification diagram, we have divided the galaxies from our sample into two subsamples: Sample A consisting of 18 galaxies which belong to the photo-ionised class of objects, and Sample B containing 37 galaxies which show non-thermal ionization (AGNs). We have examined the properties of the blue and red components, and found that the differences between radial velocities of components lie within 200–400 km/s for galaxies of both subsamples. The equivalent number of ionizing stars is around  $10^4$  O7V stars for each component in the galaxies of Sample A. We have estimated the oxygen and nitrogen abundances as well as the electron temperatures for each component and from global spectra for galaxies from Sample A using the recent NS-calibration. We conclude that the “global” oxygen abundance can be seen as a mean oxygen abundance.

## Зміст

Програма роботи конференції .....	3
<i>Андрієць О.С., Лозицький В.Г.</i> Дослідження магнітних полів у слабких спалахах на фотосферному та хромосферному рівнях .....	5
<i>Бабенко М.А., Захожай В.А.</i> Каталог звезд и субзвезд, расположенных ближе 10 пк от Солнца .....	6
<i>Бабик Ю., Мельник О., Елиїв А.</i> Розподіл маси в скупченні галактик CL0024+17 .....	7
<i>Баран О.А.</i> Спостережувана фотосферна конвекція на різних просторових масштабах .....	7
<i>Беленок В.Ю., Бурачек В.Г., Дерун І.Ю., Зацерковний В.І.</i> Вирішення задачі автоматизації стереознімання .....	8
<i>Бешилей В.В., Петрук О.</i> Властивості адронних та лептонних карт поверхневої яскравості залишків наднових зір у високоенергетичному гама-діапазоні .....	8
<i>Бондаренко Н.Н.</i> Исследование вариаций полосы поглощения аммиака NH <sub>3</sub> 787 нм в атмосфере Юпитера .....	9
<i>Ботигіна О.О., Лозицький В.Г.</i> Співставлення магнітних полів в активних протуберанцях, виміряних по лініях H $\alpha$ і D <sub>3</sub> HeI .....	10
<i>Бурачек В.Г., Хілик О.Д.</i> Тренажерне комп'ютеризоване навчання технологічним процесам астрономічних вимірювань .....	11
<i>Бурачек В.Г., Хомушко Д.В.</i> Контроль оптичних характеристик об'єктів геодезичних і астрономічних приладів .....	12
<i>Василенко А.А.</i> Рентгенівське випромінювання галактик без активних ядер .....	13
<i>Васильєва Т.М., Железняк О.О.</i> Вплив припливної взаємодії на динамічну еволюцію супутникових систем .....	14
<i>Величко Ф.П.</i> Фотометрия и поляриметрия высокоальбедного астероида 44 Низа .....	14
<i>Відьмаченко А.П., Мороженко О.В., Клянчин А.І.</i> Морфологія деталей і геологія поверхні супутника Юпітера Європи .....	15
<i>Гнатик Б.І.</i> Гідродинамічні моделі залишків Наднових зір .....	18
<i>Гнатик Р.Б.</i> Хімічний склад космічних променів надвисоких енергій .....	18

<i>Гринишина-Полюга О.Я.</i> Визначення координат активних референц-них станцій мережі UA-EUPOS/ZAKPOS.....	19
<i>Дорошенко О.А.</i> Характеристика національної інфраструктури геопросторових даних.....	20
<i>Дробязко Н.В., Шевченко В.Г., Слюсарев И.Г.</i> Результати ПЗС-фотометрії перемінних звезд .....	20
<i>Железняк О.А.</i> О влиянии изменения массы на динамику самогравитирующих систем .....	21
<i>Железняк О.О., Півень Ю.Ю.</i> Геоінформаційна система пасажирсько-транспортної взаємодії мегаполіса з прилеглими територіями .....	22
<i>Железняк О.О. (мол.)</i> Динаміка зіткнення твердих небесних тіл.....	24
<i>Зайцев С.В.</i> Поляриметрия спутников Сатурна Япета и Энцелада .....	25
<i>Захожай В.А.</i> Особенности строения и эволюция Галактики.....	25
<i>Зацерковний В.І., Кривоберець С.В.</i> Дослідження агроресурсів за допомогою космічних знімків .....	25
<i>Зацерковний В.І., Сергієнко В.В., Сімакін Ю.С.</i> Використання даних ДЗЗ для моніторингу паводків і повеней .....	26
<i>Золотухина А.В.</i> Астрометрические наблюдения на Киевском меридианном аксиальном круге .....	28
<i>Ищенко М.В.</i> Оцінка зенітної тропосферної рефракції для постійнодіючих GPS-станцій з використанням різних методик та моделей ....	28
<i>Клянчин А.И., Видьмаченко А.П., Мороженко А.В., Шавловский В.И., Иванов Ю.С., Костогрыз Н.М.</i> Асимметрия отражательных свойств полушарий спутника Юпитера Европы .....	29
<i>Коваль А.А.</i> Многочастотные наблюдения спокойного Солнца на радиотелескопе УТР-2 .....	31
<i>Ковальчук А.С.</i> Металеві мікро-детектори — новий інструмент для астрофізичних досліджень .....	32
<i>Ковальчук М.С., Крошко Ю.В.</i> Геоінформаційні системи в геологічних дослідженнях .....	33
<i>Коломієць С.В.</i> Похибки радіолокаційних вимірювань орбіт метеорних тіл та проблема “гіперболічних метеорів” .....	34
<i>Кравченко Д.В.</i> Особливості динамічної еволюції орбіт комет з врахуванням періодичної зміни їх маси.....	36

<i>Круглий Ю.М., Баранський О.Р., Пономаренко В.О., Чурюмов К.І., Молотов І.Е.</i> BVRI фотометрія астероїдів на спостережній станції Київського національного університету імені Т.Г.Шевченка в Лісниках .....	37
<i>Кручиненко В.Г., Чурюмов К.І., Чубко Л.С.</i> Підтвердження моделі штучного вибухового кратера на ядрі комети 9P/Темпеля 1 .....	37
<i>Литвиненко Д.А.</i> Аналіз та особливості обробки космічних знімків з високою роздільною здатністю .....	39
<i>Лозицький В.Г.</i> Активні процеси і магнітні поля на Сонці .....	40
<i>Маслюх В., Островський М., Ставаж Л., Гнатик Б.</i> Аналіз рентгенівського випромінювання від великомасштабних спалахів від активних ядер галактик у кластерах галактик Hydra A, Hercules A та MS 0735.7+7421 .....	41
<i>Наказной П.О.</i> Основні властивості теорій гравітації з поправками за кривиною .....	42
<i>Нисторяк І.О.</i> Застосування супутникових методів GPS для визначення координат при землепорядкуванні .....	43
<i>Пилипенко С.Г., Козак Л.В.</i> Зміни температури мезосфери над ураганами згідно супутникових вимірів .....	44
<i>Пономаренко В.О., Чурюмов К.І., Баранський О.Р., Клецонок В.В., Чубко Л.С., Лук'яник І.В.</i> Спостереження і дослідження оптичних спектрів комети 81P/Wild у березні-квітні 2010 р. ....	44
<i>Радченко К.О.</i> Особливості динаміки матеріальної точки в гравітаційному потенціалі однорідного кільця .....	45
<i>Руденко О.С.</i> Підвищення ефективності обробки даних дистанційного зондування Землі шляхом розбиття процесу на етапи .....	45
<i>Саваневич В.Е., Кожухов А.М., Брюховецький А.Б., Власенко В.П., Диков Е.Н.</i> Межкадровая обработка изображений при обнаружении объектов со слабым блеском и ненулевым собственным движением на серии кадров .....	46
<i>Сидоренко М.В., Гнатик Б.І., Марченко В.В.</i> Стохастичне прискорення частинок у релятивістських струменях блазарів .....	47
<i>Скульський М.Ю.</i> От 160-минутных пульсаций Солнца к волновой природе структуризации планетной системы .....	47
<i>Соколовська А.В.</i> Аерокосмічний моніторинг екологічного стану водоймищ .....	48
<i>Станкевич С.А.</i> Гиперспектральные методы в картировании планет .....	49

<i>Сухоруков А.В., Шукина Н.Г.</i> НЛТР формирование солнечного спектра кремния: содержание кремния в одномерных моделях атмосферы Солнца .....	50
<i>Телеусова И.Н., Лупишко Д.Ф.</i> Влияние YORP-эффекта на осевое вращение астероидов, сближающихся с Землей .....	51
<i>Терещенко А.О.</i> Стійкість точок лібрації в околі тривісного прецесуючого еліпсоїда .....	52
<i>Третьак С., Мартинів О.</i> Дослідження впливу іоносфери на точність GPS-спостережень .....	53
<i>Чаус А.В.</i> Електронна фокальна площа мас-спектрометра на основі металевого мікро-детектора TimePix .....	54
<i>Черкас Ю.В.</i> Выделение метеорных потоков и ассоциаций из результатов радиолокационных наблюдений .....	55
<i>Чуканова М.М.</i> Впровадження ГІС-технологій в управлінні якістю поверхневих вод .....	56
<i>Чурюмов К.І.</i> Вивчення фізичних властивостей ядер комет космічними аппаратами .....	56
<i>Чурюмов К.І., Баранський О.Р., Пономаренко В.О., Клецонок В.В., Лук'яник І.В., Чубко Л.С.</i> Порівняння спектрів комет С/2006 W3 (Christensen) та 22P/Корфї, які спостерігались в серпні 2009 р. ..	59
<i>Чурюмов К.І., Клецонок В.В., Баранський О.Р., Пономаренко В.О.</i> Джети в кометі 81P/Вілда 2 .....	59
<i>Чурюмов К.І., Симонія І.А., Чурюмова Т.К., Пономаренко В.А.</i> О возможных трех типах ледяных ядер комет.....	60
<i>Чурюмов К.І., Чурюмова Т.К., Мельник Е.К.</i> Прохождение через перигелий периодических, параболических и гиперболических комет в 2011 г.....	62
<i>Шпилевська Є.Є.</i> Метод супутникової альтиметрії .....	64
<i>Яцків О., Чорнобай А.</i> Дослідження впливу тропосфери на точність GPS-спостережень .....	64
<i>Bogdan A.V.</i> Relativistic dynamics of a binary system of supermassive black holes in quasar OJ287 .....	66
<i>Churyumov K.I., Afanasiev V.L., Chubko L.S., Ponomarenko V.O., Baransky O.R.</i> BVRI photometry of comets 9P/Tempel 1 and C/2004 Q2 (Machholz) .....	66



<i>Ivanyuk O.M., Pavlenko Y.V.</i> Neutral iron abundance of the fast rotating star PZ Telescopium A .....	67
<i>Pohvala S.M.</i> Photometry with the help of digital camera CANON 350D ...	67
<i>Velichko F.P., Krymsaluk R.Yu., Psarev V.A., Rikhteghar A.</i> Photometry of the Dwarf Flare Stars EV Lac and AD Leo in 2008–2011 .....	67
<i>Zinchenko I.A.</i> SDSS galaxies with double-peaked emission lines.....	68



## **Наукове видання**

Під загальною редакцією  
завідувача кафедри аерокосмічної геодезії  
Національного авіаційного університету  
д.ф.-м.н., проф. *Железняк О.О.*,  
декана фізико-математичного факультету  
Чернігівського національного педагогічного університету  
к.ф.-м.н., доц. *Шморгуна А.В.*

технічний редактор *Терещенко А.О.*

Чернігівський національний педагогічний  
університет імені Т.Г.Шевченка

Україна, м. Чернігів, вул. Гетьмана Полуботка, 53

Видано 100 екз.

