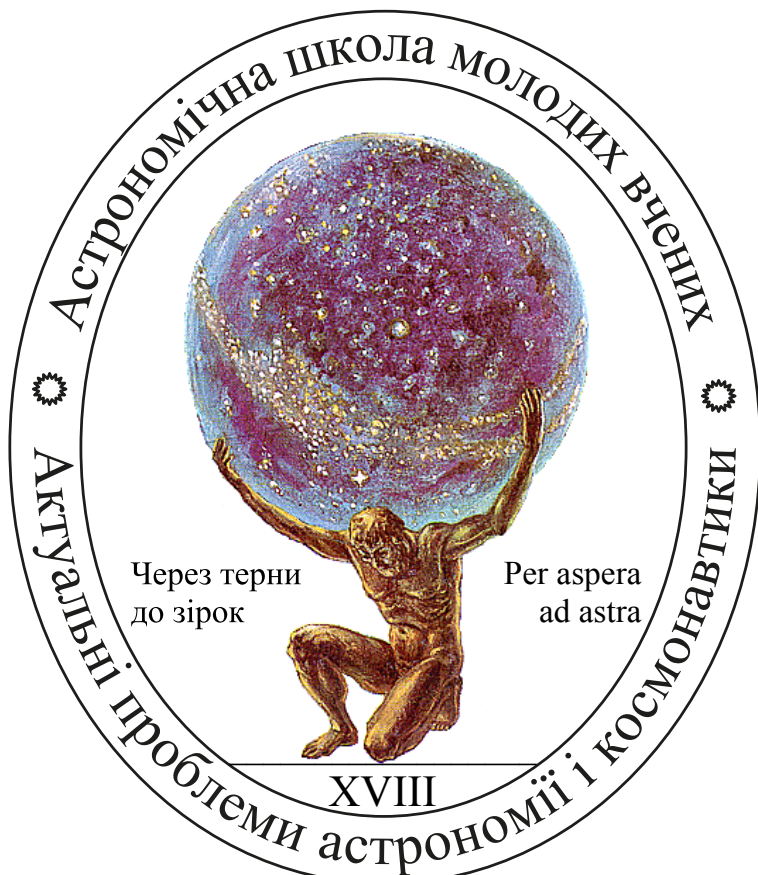


Міністерство освіти і науки України
Українська астрономічна асоціація
Національний авіаційний університет

Міжнародна наукова конференція
Астрономічна школа молодих вчених

Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р.

Програма і тези доповідей



Київ. 2016

Конференція організована кафедрою аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету за сприяння Української астрономічної асоціації.

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

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

Місцевий оргкомітет: *О.Запорожець* (голова), *Ю.Великодський*, *В.Беленок*,
А.Терещенко (секретар)

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.

Публікації наукових доповідей будуть здійснюватися в журналі “Вісник Астрономічної школи”, який визнаний ВАК України фаховим та індексується наукометричними базами Index Copernicus, NASA Astrophysics Data System (ADS), Google Scholar, Universal Impact Factor.

Термін подання матеріалів до “Вісника Астрономічної школи” — до 1 серпня 2016 р. за адресою наукового оргкомітету. Доповіді на замовлення (лекції) — до 16 стор., для всіх інших — до 8 стор. Рукопис подається у твердій копії в двох екземплярах українською, російською або англійською мовою. Резюме (абстракт) англійською та російською мовами. Текст доповіді оформляється в $\text{\LaTeX}$ з використанням стандартного класу **article** або в Microsoft Word. Малюнки подаються як окремі файли в форматі EPS чи в одному з популярних растрових форматів. Необхідно пересилати статті електронною поштою у вигляді архіву. Детальніше про вимоги до оформлення див. <http://astro.nau.edu.ua/uk/author/instructions.html>

Адреса наукового оргкомітету:

03058 м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1, Національний авіаційний університет, Київ, кафедра аерокосмічної геодезії, корпус 3, к.524. *А.Терещенко*
Тел. (044) 406-79-95

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

Програма роботи конференції

26 травня (четвер)

- 8⁰⁰ – 10⁰⁰ **Зайзд та реєстрація учасників конференції**
(Національний авіаційний університет, корпус 3, ауд. 506)
- 10⁰⁰ – 10³⁰ **Відкриття конференції**
Виступ в.о. ректора Національного авіаційного університету д.т.н., проф. *Харченка В.П.*
Виступ Президента Української астрономічної асоціації, академіка НАН України, д.ф.-м.н. *Яцківа Я.С.*
Виступ співголови наукового оргкомітета, директора Аерокосмічного інституту НАУ, д.т.н., проф. *Шмарова В.М.*
- 10³⁰ – 19⁰⁰ **Пленарне засідання** (головуючий — проф. *Железняк О.О.*)
- 10³⁰ – 11¹⁰ д.ф.-м.н., проф. *Лозицький В.Г.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Зоря на ім’я Сонце: наукові дані і невирішені проблеми”
- 11¹⁰ – 11⁵⁰ д.ф.-м.н., проф. *Захожай В.А.* (Інститут астрономії Харківського університету ім. В.Н.Каразіна) “Астрономічний аспект проблеми пошуку позаземних цивілізацій”
- 11⁵⁰ – 12³⁰ д.ф.-м.н., проф., член-кор. НАН України *Чурюмов К.І.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Фізико-хімічні властивості ядер комет”
- 12³⁰ – 13¹⁰ д.ф.-м.н., проф. *Криводубський В.Н.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Походження та еволюція магнітних полів небесних тіл”
- 13¹⁰ – 13⁵⁰ д.ф.-м.н., проф. *Відьмаченко А.П.* (Головна астрономічна обсерваторія НАН України) “Процеси активності на поверхнях тіл Сонячної системи”
- 13⁵⁰ – 14³⁰ д.ф.-м.н., проф. *Железняк О.О.* (Національний авіаційний університет) “Вплив обертання, магнітного та зовнішнього гравітаційного поля на еволюцію самогравітуючих систем”
- 14³⁰ – 15⁰⁰ **Обід**
- 15⁰⁰ – 19⁰⁰ Доповіді молодих вчених
- 19⁰⁰ **Вечеря**

27 травня (п’ятниця)

- 9⁰⁰ – 10⁰⁰ **Сніданок**
- 10⁰⁰ – 13⁰⁰ Доповіді молодих вчених
- 13⁰⁰ – 14⁰⁰ Наукова дискусія та підведення підсумків конференції
- 15⁰⁰ Від’їзд учасників конференції

Спектроскопические переменности звезды сверхгиганта HD187982

Балогланов А.Ш.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

Спектральные наблюдения звезды HD187982 были выполнены в период 2013–2015 г. в кассегреновском фокусе 2-м телескопа ШАО НАН Азербайджана с применением эшелле-спектрометра, собранного на базе спектрографа UAGS. Среднее время экспозиции 600 с, в зависимости от качества изображения.

Были исследованы профили линий H_{α} , H_{β} , HeI, FeII и др. в спектре сверхгиганта HD187982. Полученные спектры были обработаны пакетом программ DECH20 и DECH20T. Ошибки измерения для лучевых скоростей составили ± 2 км/с, а для эквивалентных ширин не превышали 10%. Разрешение составляло $R = 15\,000$, спектральный диапазон $\lambda\lambda 470 \div 670$ нм, S/N $150 \div 200$.

HD187982 сверхгигант, спектрального класса A1Iab. Профиль линии H_{α} типа PCyg. На основе полученных спектров были исследованы профили линий H_{α} , H_{β} , HeI (587,6 нм), и FeII (492,4, 501,8, 516,9 нм). Определены лучевые скорости, глубина и полуширины исследуемых линий. Изменение со временем лучевых скоростей, эквивалентной ширины и глубины линий H_{α} и H_{β} , а также лучевых скоростей линий HeI и FeII представлены на рис. 1 на стр. 5.

Видно что, 2013–2015 гг. изменения значений лучевой скорости и глубины линии H_{α} и H_{β} происходят почти, что синхронно. Эквивалентные ширины этих линий в 2014 г. меняются синхронно. Однако в 2015 г. изменение происходит в противофазе. Эквивалентная ширина в 2013 г. по нашим данным линии H_{β} в пределах ошибки, почти не меняется.

Наши исследования показали, что значения лучевых скоростей линии HeI и FeII меняются со временем. Как видно из рис. 1 на стр. 5, особенно 2015 г., наблюдаются квазипериодические изменения в значениях лучевой скорости линий HeI и FeII. Чтобы выявить периодичность происходящих процессов нужны дополнительные наблюдения исследуемой звезды.

Все эти факты указывают на то что, в слоях атмосферы звезды, где эффективно формируются эти линии, происходит истечение вещества, меняются физические условия, значение и направление скорости. Изменения лучевых скоростей линий указывают на присутствие в атмосфере звезды движений типа пульсации.

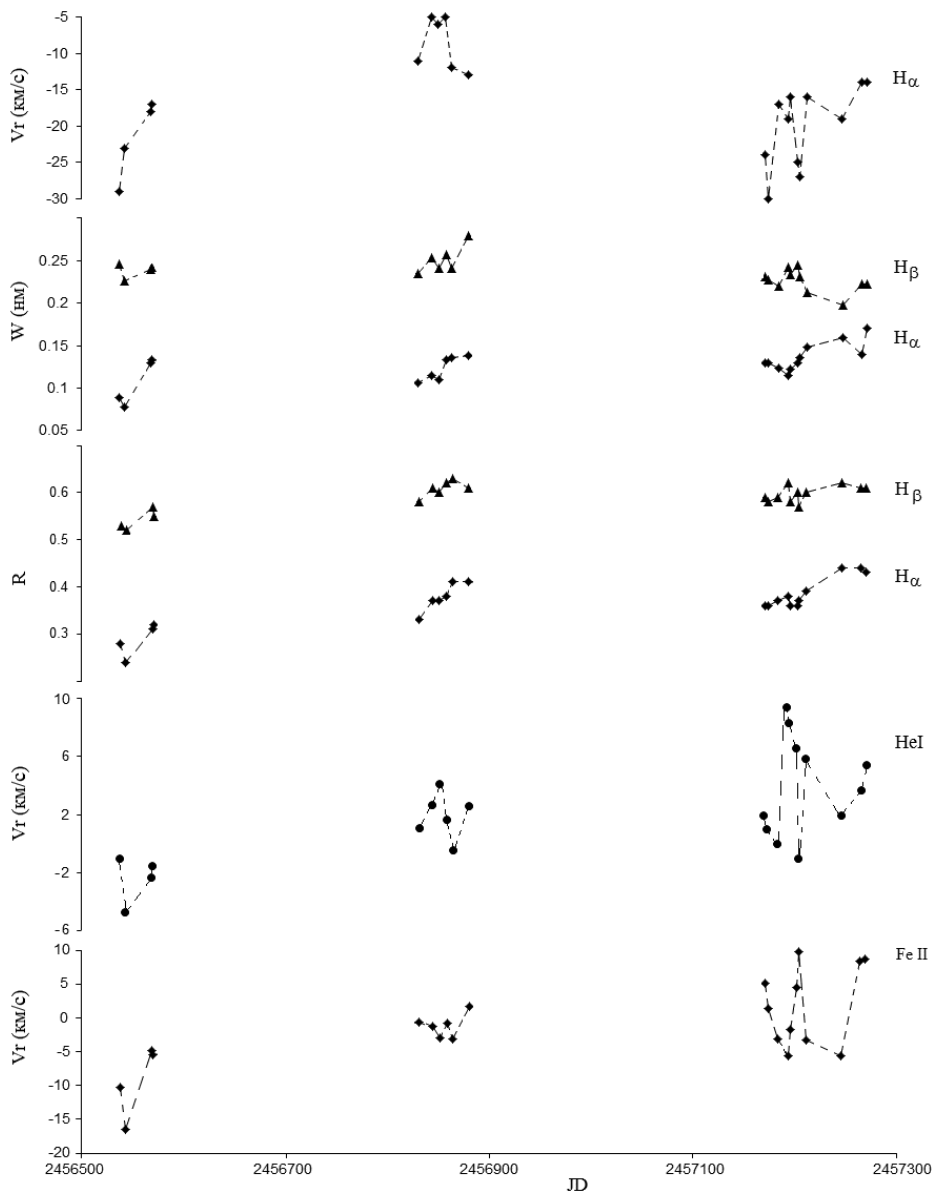


Рис. 1. Изменения со временем лучевой скорости, эквивалентной ширины и глубины линии профилей линий H_α , H_β и среднего значения лучевой скорости измеренных по линиям HeI и $FeII$ в спектре сверхгиганта HD187982.

Застосування ГІС у нафтогазовидобувній галузі

Білей Н.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Діяльність сучасного нафтогазового комплексу вимагає широкого застосування географічних інформаційних систем (ГІС), які дозволяють вирішувати багато завдань, починаючи від проектних робіт і екологічного моніторингу управління майном і територією підприємств. Географічну інформаційну систему можна визначити як програмно-апаратний комплекс, що здійснює збір, відображення, обробку, аналіз і поширення інформації про просторово розподілені об'єкти на основі електронних карт та пов'язаних з ними баз даних. ГІС — це засіб створення нової інформації на основі відомих даних з картографічним представленням результатів, які дозволяють в декілька разів скоротити час пошуку і оцінки перспективних ділянок. ГІС дозволяють миттєво отримувати карти будь-якого змісту і вигляду. Ці карти можуть містити не тільки статичні топографічні дані, але й результати просторового аналізу. Взявши цифрові карти з топографічною і геологічною інформацією, аерофотознімки, географічно прив'язані сейсмопрофілі та інші дані, за допомогою повнофункціональної ГІС спеціаліст протягом дня може провести повноцінний аналіз великої території на нафтогазоносність, оцінити запаси і підготувати матеріал для прийняття рішення.

Розробка родовищ — справа недешева, тому оптимізація цього процесу може принести значну вигоду підприємству. Геоінформаційні системи можуть знаходити найкращі точки для розміщення свердловин і будувати мережу доріг, розраховувати вартість їхньої прокладки. Геоінформаційні системи допомагають спланувати розробку родовищ оптимальним чином і завдяки швидкості оцінки великої кількості факторів оперативно корегувати плани у випадку будь-яких змін.

До складу комплексу програмно-технологічних засобів повинні входити автоматизовані технології та комплекси програм створення, актуалізації та використання геоінформаційних ресурсів, які можуть включати різні інформаційно-графічні та геоінформаційні бази даних (ГБД). В даний час намітився новий напрямок розвитку ГІС в якості переднього інтерфейсу, інтегруючого такі інформаційні системи, як СУБД, АСУ ТП, ERP. Додатково, в даний час створюються принципово нові геоінформаційні ресурси, орієнтовані на використання перспективних технологій. До них відносяться високоточні технології супутникового позиціонування (GPS) для вирішення завдань безперервного вимірювання координат об'єктів, параметрів об'єктів інфраструктури та навколишнього середовища, включаючи дослідження надійності ґрунтів, а також технології геодезичного і картографічного забезпечення будівництва та реконструкції об'єктів нафтогазової галузі та інженерних комунікацій з використанням космічних знімальних систем.

Решение проблемы космологической постоянной и возникновения пространства-времени

Букалов А.В.

Центр физических и космических исследований,
Международный институт соционики, Киев

В [1] автором было показано, что рождение пространственно-временной области можно описать в модели со сверхпроводимостью. Такая область рождается в результате фазового перехода, связанного с конденсацией куперовских пар фермионов планковской массы. Величина соответствующей энергетической щели составляет $\hbar\omega = \Delta = \mu/e^{1/\lambda} = M_P/e^{1/\lambda}$, где μ — химический потенциал ферми-частиц, близкий по величине к планковской массе M_P . При этом масштабный фактор a и размер причинного пространственно-временного локуса хаббловского радиуса R_H растут по закону: $a(t) = \sqrt{8\pi L_P} e^{1/\lambda_z}$, $R_H = 8\pi L_P e^{1/\lambda_i}$. Величина тёмной энергии, или энергии вакуума, изменяется по закону: $E = 4\pi M_P c^2 e^{1/\lambda_i}$. Космологическое время также является параметром фазового перехода: $H^{-1} = t = 8\pi t_P e^{1/\lambda_i}$. Характеристические параметры взаимодействия первичных фермионов $\lambda_z, \lambda_i, \lambda_j, \dots$ определяют изменения масштабов и величин в различных, но сопряженных между собой фазовых переходах — для тёмной энергии, наблюдаемой Вселенной и других компонент конденсата первичных фермионов. Плотность энергии вакуума, или тёмной энергии, составляет $\rho_v = M_P^2 \Delta_v^2 / 4\pi = (4\pi G_N)^{-1} (8\pi t_P e^{1/\lambda_i})^{-2} = M_P P_F \Delta_v^2 / 4\pi^2 \hbar^3$, где P_F — импульс у поверхности Ферми. При $\lambda_i = \alpha_{em}$ $\rho_v = c^5 / 256\pi^3 G_N^2 \hbar e^{2\alpha_{em}^{-1}} = 6,09 \cdot 10^{-27}$, что соответствует результатам обсерватории PLANK [6]. Критическая плотность энергии Вселенной составляет

$$\rho_c = \frac{3H_0^2}{8\pi G_N} = \frac{M_P P_F \Delta_H^2}{4\pi^2} = \frac{3}{(8\pi G_N) (8\pi t_P e^{1/\lambda_i})^2} = \frac{3c^5}{256\pi^3 G_N \hbar e^{1/\lambda_i}}.$$

В современную эпоху $\lambda_j \approx \alpha_{em}$. Таким образом, возникает несколько видов конденсата, образуемого первичными фермионами. Они являются различными фазами конденсированного фермионного газа или жидкости. Эти фазы в некоторой степени подобны фазам, образующимся в такой квантовой жидкости, как ^3He [3]. Поскольку фермионный конденсат является квантовым объектом, первичные фермионы могут формировать различные фазы как пространственно-временные локусы, которые соответствуют различным пространственно-временным объектам или многообразиям с различной мерностью и количеством энергии. При этом топологические дефекты, такие как вихри, возникающие в формирующейся фазе, можно отождествить с протоядрами галактик. Это разрешает парадокс малого времени формирования сверхмассивных «чёрных дыр» с массами $M > M_\odot$, наблюдаемых на больших z [2, 4, 5]. Однако в рамках модели со сверхпроводимостью протоядра галактик с необходимой массой возникают естественным образом.

1. Bukalov A.V. Новое решение проблемы темной энергии и космологической постоянной // The XIVth G.Gamow's Odessa Astronomical Summer Conference-School,

August, 2014, Odessa, Ukraine.

2. *Bukalov A. V.* The origin of positrons in the Galactic Centre and model of the Nucleus of the Galaxy // 4th International Symposium “Physics of high energies, cosmology and gravitation”, Kiev, 18–23 October, 2010.
3. *Гургенишвили Г.Е., Харадзе Г.А.* Исследования свойств сверхтекучих фаз жидкого ^3He . — Тбилиси: Мецниереба, 1987. — 162 с.
4. *Dymnikova I.* gr-gc/0113052, 20 December 2001.
5. *Хлопов М.Ю.* Основы космомикрофизики. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 368 с.
6. Planck Collaboration. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. — arXiv:1303.5062 [astro-ph.CO].

О вкладе энтропии чёрных дыр в информационную упорядоченность Вселенной

Букалов А.В.

Центр физических и космических исследований,
Международный институт соционики, Киев

Преобразование формулы для энтропии черной дыры по Бекенштейну–Хокингу, определяемой площадью горизонта событий черной дыры или космологического горизонта, позволяет выразить энтропию в единицах действия $S_{\text{BH}} = \pi R_g^2 L_P^{-2} = 4\pi G_N M_{\text{BH}}^2 / \hbar = S(\hbar) / \hbar$, где R_g — гравитационный радиус, L_P — планковская длина, $S(\hbar)$ — действие, соответствующее площади черной дыры. Из этого следует, что энтропия горизонта событий — это не что иное, как фаза φ , поскольку она равна отношению действия черной дыры к постоянной Планка $\varphi = S(\hbar) / \hbar$ или $S_{\text{BH}} = N\varphi_0 = 4\pi N$. Это дает возможность записать волновую функцию для горизонта событий черной дыры в виде

$$\begin{aligned}\psi_{\text{BH}} &= \psi_0 \exp\left(-\frac{iS_{\text{BH}}}{\hbar}\right) = \psi_0 \exp\left(-\frac{8i\pi c T_g M_{\text{BH}} c^3}{4c^2 \hbar}\right) = \\ &= \psi_0 \exp\left(-\frac{2i\pi T_g M_{\text{BH}} c}{\hbar}\right) = \psi_0 \exp\left(-\frac{2i\pi T_g E_{\text{BH}}}{\hbar}\right),\end{aligned}$$

откуда можно получить соответствующее уравнение Шредингера для горизонта событий черной дыры: $i\hbar \cdot \partial \psi_{\text{BH}} / (4\pi \cdot \partial T_g) = E_{\text{BH}} \psi$. Поскольку площадь черной дыры выражает ее энтропию и равна действию, возникает вопрос о сопоставлении информационных единиц действия и величин момента импульса других физических, космических объектов. Момент импульса $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ имеет размерность действия и может быть в квантовом случае выражен через единицы постоянной Планка. При этом мы можем сопоставить любому моменту импульса вращающегося физического тела эквивалентное количество информации в единицах действия: $I = L / \hbar$. Тогда энтропия черной дыры становится частью общего баланса действия физических, космических объектов во Вселенной: $S_U(\hbar) = S + I = \sum S_{\text{BH}} + \sum I_L$, выраженного в фундаментальных единицах планковской постоянной как объективных и фундаментальных единицах действия, лежащих в основе квантовой структуры мира. Например, для галактики Млечный путь момент импульса при скорости ее обращения 220 км/с

составит $I_{\text{Gal}} = L_{\text{Gal}}/\hbar \approx 10^{103}$, а энтропия черной дыры в центре Галактики с $M_{\text{ВН}} \approx 4 \cdot 10^6 M_{\odot}$ составляет $S \approx 10^{90}$. Таким образом, только информационный эквивалент момента импульса Галактики на 13 порядков превышает энтропию черной дыры. В случае сверхмассивной черной дыры с $M \approx 10^{10} M_{\odot}$ ее энтропия $S_{\text{ВН}} \approx 10^{97}$ на шесть порядков ниже информационного эквивалента галактического момента импульса. Сумма моментов импульса вращающихся 10^{10} галактик в наблюдаемой области Вселенной — в радиусе Хаббла дает $I \approx 10^{10} \cdot 10^{113}$ бит в планковских единицах, что на 10 порядков превышает суммарную энтропию черных дыр $\sum S_{\text{ВН}} \approx 10^{103}$. Таким образом, вопреки утверждениям [1], черные дыры не вносят преобладающий вклад в общий баланс энтропии и информации Вселенной по сравнению с вращающимися галактиками и звездами, суммарный момент импульса которых определяет значительно преобладающий информационный вклад в наблюдаемую Вселенную в планковских единицах действия.

1. Egan C.A., Lineweaver C.H. A Larger Estimate of the Entropy of the Universe // *Astrophys. J.* — 2010. — **710**. — P.1825. — arXiv:0909.3983 [astro-ph.CO].
2. Букалов А.В. Антиэнтропийное упорядочивающее действие Хаббловского потока на «газ галактик» // 14-я Междунар. Гамовская летняя астрономическая школа-конференция 18–21 августа 2014 г. — Одесса, 2014.
3. Bukalov A.V. The dominance of dark energy leads to reduction of the entropy of galaxies flow and entropy of the Universe // *Odessa Astronomical Publications.* — 2015. — Vol. 28/2. — P.114–115.
4. Новиков И.Д., Фролов В.П. Физика черных дыр. — М.: Наука, 1986. — 328 с.

О количестве информации в черных дырах и Вселенной

Букалов А.В.

Центр физических и космических исследований,
Международный институт соционики, Киев

Постулирование соответствия количества битов информации (или энтропии) на поверхности горизонта событий черной дыры количеству двумерных планковских ячеек, предлагаемое в голографическом принципе [2, 3], не учитывает возможность реального наблюдения таких ячеек. Действительно, в соответствии с принципом неопределенности В.Гейзенберга, чтобы наблюдать ячейку с планковскими размерами, необходимо приложить планковскую энергию $E_P = M_P c^2$, т.к. $2L_P/c = \hbar/E_P$. Тогда при определении энтропии черной дыры по Бекенштейну–Хокингу $S = 4\pi R_g^2/(4L_P^2)$, количество необходимой для наблюдения энергии, или приходящегося на все эти ячейки, составит $E = M_P c^2 \cdot 4\pi R_g^2/(4L_P^2)$, при том, что масса черной дыры равна $M_{\text{ВН}} = M_P R_g/(2L_P)$. Таким образом, энергия, необходимая для реального наблюдения планковских ячеек на поверхности горизонта черной дыры, квадратично зависит от ее гравитационного радиуса и это противоречит линейной зависимости для массы (энергии) черной дыры от ее радиуса. Такой зависимости, находящейся в соответствии с соотношением неопределен-

ности $2L_p/c = \hbar/E_p$, удовлетворяет формула для энтропии $S_0 = R_g/2L_p$. Очевидно, что двумерное представление содержит энергетическое ограничение $M_{\text{BH}}c^2 = N_{\Delta}E_{\text{obs,cells}}$. Тогда соотношение масс черной дыры и эквивалентной энергии (массы) равно соотношению площадей черной дыры и информационной ячейки: $M_{\text{BH}}c^2/\Delta E = R_g^2/\Delta r^2$. В случае $\Delta E/c^2 = m_x$, $\Delta r = r_x = \hbar/(m_x c) = \lambda_x$ имеем $M_{\text{BH}}/R_g^2 = m_x/\lambda_x^2 = \Delta E_x/c^2 r_x^2$. Интервал r_x может соответствовать длине волны соответствующего кванта энергии $r_x = \lambda_x$. Это определение одномерного и двумерного содержания информации (энтропии) в черной дыре. Аналогично можно определить и трехмерную информацию (энтропию) как соотношение объемов: $S(R^3) = M_{\text{BH}}/m_y = R_g^3/r_y^3$. В четырехмерном случае $S(R^4) = M_{\text{BH}}/m_z = R_g^4/\lambda_z^4$. В общем случае $2R_g^{n-1} \cdot L_p^2 = r_i^{n+1}$. Таким образом, количество информации в черной дыре зависит от мерности выделяемых информационных ячеек, которые могут быть реализованы в реальных наблюдениях. Для Вселенной вычисление в одномерном случае дает $S_H(R) = R_H/L_p = M_{\text{BH}}/M_p \approx 10^{61}$. В двумерном случае $S_H(R^2) = M\pi^{-2}R_H^{-2} = m_\pi\lambda_\pi^{-2}$, где m_π — масса π -мезона. В трехмерном случае $M_H/m_y = R_H^3\lambda_y^{-3} \approx 10^{90} = S_H(R^3)$, $m_x \approx 4,26 \cdot 10^{-3}$ эВ. Для темной энергии $m_y = 3,9 \cdot 10^{-3}$ эВ. Это показывает возможность одновременной физической реализации множества разрешенных вариантов структур информационных ячеек.

1. *Bukalov A.V.* Anti-entropy ordering action of Hubble flow on “gas of galaxies” // 14th International Gamow Summer School “Astronomy and Beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radioastronomy and Astrobiology”, August, 2014, Odessa, Ukraine.
2. *Hooft G.* gr-qc/9310026.
3. *Verlinde E.* JHEP (04) 029 (2011); arXiv:1001.0785.

Плавающие льды на поверхности Плутона

Видьмаченко А.П.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Средняя температура поверхности Плутона составляет около 40 К. Из-за существенного эксцентриситета орбиты во время приближения Плутона к Солнцу лед на его поверхности тает и это приводит к образованию атмосферы, состоящей преимущественно из сублимированного азота и метана. А когда Плутон удаляется от Солнца, большая часть его атмосферы вновь вымерзает, выпадая осадками в виде снега и инея [2–4]. Полученные космическим аппаратом (КА) «Новые горизонты» изображения показывают последствия такого сезонного процесса. До появления спектральных данных с КА считалось, что на поверхности Плутона присутствуют лишь метан, азот, аммиак и монооксид углерода в твердой форме. Но оказалась, что примерно половина поверхности карликовой планеты покрыта еще и водяным льдом. Ведь при отсутствии воды рельеф был бы куда более гладким, поскольку вышеуказанные льды быстро «расползлись» бы по низинам и ущельям. Поэтому горные хребты, скорее всего, состоят из водяного льда, так как азот, метан и другие, доступные

на поверхности материалы недостаточно твердые для удерживания такой массы вещества. То есть водяной лед расположен не только в глубине, но и на поверхности, образуя горные хребты высотой до 3–4 км и небольшие своеобразные айсберги. Обширная ровная область, сейчас известная как равнина Спутника, находится на несколько километров ниже горных окрестностей [1]. А согласно полученным данным, воды меньше всего именно в низинных районах Плутона, таких как равнина Спутника и область Лоуэлла. Это говорит о том, что в этих регионах слой водяного льда скрыт подо льдами метана, аммиака и других веществ, что позволяет предположить относительно недавнее их формирование.

Поверхность равнины Спутника разделена на многоугольники размером 16–40 км с возвышением в центре на ~ 100 м. Эти ячейки разделены канавками; некоторые из них заполнены темным веществом. Считается, что ячейки образуются из-за медленной тепловой конвекции заполняющих равнину азотных льдов, располагающихся в резервуарах на километровой глубине. Они нагреваются внутренним теплом Плутона, становятся плавучими и поднимаются, а затем остывают и снова опускаются, возобновляя цикл [1]. На поверхности равнины также видны тысячи углублений, которые могут образоваться путем сублимации. Необычность некоторых снимков состоит в том, что на довольно значительной площади (несколько тысяч квадратных километров) нет ударных кратеров. То есть равнина Спутника покрыта мягким азотным льдом, который скрывает их возможное наличие. Все указывает на то, что это исключительно эластичный лед, уникальный для Солнечной системы.

Таким образом, фотографии с КА показали, что рельеф Плутона имеет такое разнообразие форм, существование которых трудно объяснить, если считать, что этот планетоид состоит только из метанового, азотного и аммиачного льда, как предполагалось ранее [3, 5]. На многих изображениях видны блоки грязного водяного льда, «плавающего» своеобразными айсбергами, вытесненными на края конвекционных ячеек [1, 2]. Эти холмы-айсберги являются вероятными фрагментами скалистых возвышенностей, отколовшихся от ледников по периметру равнины Спутника. Они как бы скользят по замороженному азоту, формируя своеобразные цепи из дрейфующих холмов вдоль путей потока ледников. Когда холмы вступают в ячеистый рельеф равнины Спутника, они становятся предметом конвективных движений азотного льда и в результате выталкиваются к краям ячеек; там скопления этих айсбергов могут достигать в длину до 20 км [1]. Также были обнаружены своеобразные реки из азотного льда, ползущие из равнины Спутника и затопливающие кратеры, окружающие ее границы [1].

1. Stern S.A., Bagenal F., Ennico K., et al. The Pluto system: Initial results from its exploration by New Horizons // Science. — 2015. — **350**, Issue 6258, id.aad1815.
2. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies // Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National Universi-

ty of Life and Environmental Sciences of Ukraine. — Kyiv: Publishing House “Profi”, 2014. — 388 p.

3. *Vidmachenko A., Manko V.* Dwarf planets of the Solar system. “Middle class” of the Solar system. In the world of dwarf planets // Universe, space, and time. — 2013. — No. 9 (110). — P.22–32.
4. *Vidmachenko A.P.* Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the new class of planets) // Astronomical almanac 2016. — 2015. — **62**. — P.228–249.
5. *Vidmachenko A.P.* Sedna: the history of the discovery and its features // Astronomical almanac 2006. — 2005. — **52**. — P.201–212.

Особенности рельефа поверхности и геологическая активность Плутона

Видьмаченко А.П.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Данные с космического аппарата (КА) «Новые горизонты» уточнили диаметр Плутона — 2374 км. Температура его поверхности в экваториальной области за ~248 земных лет варьирует от 33 до 55 К [2]. Поверхность предположительно имеет скалистое основание, покрытое мантией из водяного льда, замёрзшего метана, азота, аммиака и чадного газа. Из-за большого эксцентриситета орбиты при приближении Плутона к Солнцу льды тают и образуется атмосфера преимущественно из азота и метана; при удалении от Солнца — атмосфера вновь вымерзает [3–5]. Продукты фотодиссоциации метана в атмосфере могут превращаться в более сложные органические вещества черного цвета — толины — и выпадать на поверхность Плутона, придавая ей красноватый оттенок. Это вещество на Плутоне встречается в виде прожилков, пятен и обширных темных бластей, густо усыпанных кратерами. То есть оно существенно старше, чем светлые области. Новые изображения с КА [1] показали, что рельеф Плутона имеет большое разнообразие форм: горные гряды, равнины, каньоны и т.п. Также обнаружено несколько крупных трещин глубиной до 4 км. Самая длинная из них тянется на 322 км. Их наличие может объясняться какими-то глобальными изменениями, произошедшими когда-то на поверхности Плутона. В области Томбо расположены два горных массива — Норгея и Хиллари. Судя по их резким очертаниям, массивы пирамидальных гор высотой до 3–4 км, скорее всего, состоят из водяного льда. Из спектральных данных получено, что водяным льдом покрыта примерно половина поверхности планеты. Причем воды меньше всего в районах, носящих названия равнина Спутника и Область Лоуэлла. Это позволяет предположить относительно недавнее их формирование.

Обширная равнина Спутника покрыта эластичным азотным льдом. Ее поверхность разделена на выпуклые до 100 м в центре многоугольники размером 16–40 км. Эти ячейки появляются из-за медленной тепловой конвекции азотного льда. Разной высоты темные блоки по бороздам на краях ячеек являются своеобразными айсбергами из более легкого грязного водяного льда, плавающие в более тяжелом азоте [1]. Поверхность по периметру равнины довольно

темная. То есть вещество равнины как бы наползает на существенно более темный регион (область Ктулху), покрытый многочисленными кратерами разного размера с возрастом ~ 4 млрд. лет. Но среди них особенно выделяются две возвышенности высотой в 4–5 км и ~ 160 км в диаметре. Эти горные вершины Пикарда и Райта найдены возле южного полюса Плутона и имеют характерные для земных вулканов кратеры на вершине. Они могут быть криовулканами, а бугристая структура на склонах свидетельствует о возможных потоках лавы. При низкой окружающей температуре и очень малом давлении быстрое остывание продуктов истечения привело к наблюдаемой текстуре поверхности. Все это заставляет предположить, что недра небесного тела в недалеком прошлом могли быть активными [1].

Установлено, что в процессе формирования поверхность Плутона прошла по крайней мере через три фазы. Так, некоторые образования являются относительно новыми, сформированными в последние 100 тыс. лет, другие показали наличие местности среднего возраста, а возраст некоторых частей поверхности составляет ~ 4 млрд. лет. Это свидетельствует о том, что Плутон был геологически активен на протяжении всей своей истории. На снимках Плутона обнаружено более тысячи кратеров. Они значительно различаются по размеру и внешнему виду. Но обращает на себя внимание отсутствие кратеров малого размера [1]. Плутон первый ледяной планетоид, не вращающийся вокруг планеты-гиганта, поэтому он не подвергается ее приливным силам, которые могли бы влиять на геологические процессы. Это говорит о том, что в ледяных планетах может иметь место геологическая активность и без энергии приливных сил. А молодая поверхность на значительной площади указывает на наличие каких-то механизмов для обновления, требующих внутреннего источника тепла. Так, предполагается, что Плутон может иметь радиоактивные материалы, сохранившиеся со времени формирования планеты, которые распадаясь, выделяют тепло, формируя ледяные вулканы. И этим может быть обусловлена недавняя геологическая активность Плутона.

1. Stern S.A., Bagenal F., Ennico K., et al. The Pluto system: Initial results from its exploration by New Horizons // Science. — 2015. — **350**, Issue 6258, id.aad1815.
2. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies // Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. — Kyiv: Publishing House “Profi”, 2014. — 388 p.
3. Vidmachenko A., Manko V. Dwarf planets of the Solar system. “Middle class” of the Solar system. In the world of dwarf planets // Universe, space, and time. — 2013. — No. 9 (110). — P.22–32.
4. Vidmachenko A.P. Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the new class of planets) // Astronomical almanac 2016. — 2015. — **62**. — P.228–249.
5. Vidmachenko A.P. Sedna: the history of the discovery and its features // Astronomical almanac 2006. — 2005. — **52**. — P.201–212.

Следы жизни на Марсе нужно искать вокруг долины Эллады в местах выхода воды из-под поверхности планеты

Видьмаченко А.П.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Обнаруженное многими космическими аппаратами (КА) присутствие глины на Марсе является важным признаком наличия жидкой воды на поверхности планеты. Но влажный период в истории был очень коротким для возможности развития земного типа жизни. И это было на ранних этапах истории Марса около 4 млрд. лет назад [6]. Марс тогда был похож на древнюю Землю: имел плотную атмосферу из углекислого газа, паров воды и аммиака, с жидким океаном на поверхности, и там было намного теплее, чем сейчас. Почва того времени содержит глинистые минералы, филлосиликаты. А для их формирования необходимо большое количество воды, высокая температура (выше 273 К) и пониженная кислотность. То есть планета когда-то была гораздо более подходящей для существования жизни, чем сегодня. В те годы возникла простая жизнь на Земле, и вполне возможно, что то же самое произошло и на Марсе. Так, недавно на Марсе были выявлены небольшие количества метана и формальдегида. Они могут говорить о возможном доказательстве присутствия жизни на планете [3, 4]. Падения фрагментов астероидов и кометных ядер на поверхность планеты могли принести зародыши возможной жизни (панспермия), а ударные кратеры позднее законсервировали образовавшуюся жизнь, присыпав некоторые признаки жизни выбросами грунта [1, 2, 5]. Так, катастрофическое столкновение с крупным астероидом привело к образованию огромной астроблемы Эллада. Выбросы на тысячи километров миллионов тонн почвы укрыли значительную часть поверхности Марса, вместе с возможными образцами начавшей зарождаться жизни, которая смогла сформироваться на нем до этого времени.

Сейчас Марс геологически почти полностью мертвый [7, 8]. У него практически отсутствует магнитосфера и есть очень тонкая атмосфера. Этого явно недостаточно для того, чтобы защитить возможную жизнь от бомбардировки солнечным ветром и жестким ультрафиолетом. Но остается вероятность того, что если когда-то жизнь все-таки появилась на Марсе, то не исчезла бесследно. Она могла переместиться с поверхности планеты в ее недра, законсервировавшись там либо в реликтовых окаменелостях, а возможно и в каких-то простых формах. Поэтому ее следы следует искать в глубинах.

Быстрый период обращения вокруг оси ($\sim 24,7$ часов) предполагает возможность образования собственного магнитного поля Марса. Из наблюдений с КА было установлено, что сейчас магнитное поле вблизи поверхности планеты всего ~ 40 нТл. Но на поверхности регистрировали около десятка областей длиной в несколько сотен километров, которые обладают независимыми и разнонаправленными магнитными полями напряженностью до 400 нТл. Оказалось, что эти обширные площадки марсианской коры затвердели миллиарды лет назад в присутствии значительно более сильного магнитного поля

планеты, которое когда-то было образовано в тогда жидком ядре Марса. А различные фрагменты наблюдаемой коры планеты образовались при различной полярности давно существовавшего магнитного поля. То есть в то время в присутствии сильного магнитного поля Марса было гораздо больше шансов для того, чтобы спасти тогдашнюю возможную жизнь от влияния первичного жесткого излучения активного Солнца. Поэтому следы реликтовой жизни необходимо искать в тех местах, где было много воды, и в тех слоях осадочных пород, которые относятся к первой Филлоциановой геологической эпохе $\sim 500 - 700$ млн. лет назад. В настоящее время на поверхности Марса обнаружены тысячи областей с такими породами, которые обычно содержатся в молодых вулканических образованиях, и которые могли появиться во многих местах на поверхности в присутствии сильного магнитного поля.

А для того, чтобы идентифицировать возможную реликтовую жизнь, необходимо тщательно изучить участки на поверхности Марса, расположенные в области выброса почвы вокруг долины Эллады. Именно на широтах вблизи $-(40 - 50)^\circ$ имеются убедительные доказательства современных выходов воды из-под поверхности планеты [9].

1. *Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Steklov E.A.* Three bright bolides in Kiev sky on 29 March 2013 // 8th Conference «Meteoroids 2013». Program and abstracts. 26–30 Aug. 2013, Poznan, Poland. IAU C22. Session P12 Fireballs. — P.077.
2. *Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Traces on sky: the classification and the results of regular observations of twilight fireballs // Astron. School Report. — 2014. — **10**, № 1. — P.37–42.
3. *Krasnopolsky V.A., Maillard J.P., Owen T.C.* Detection of methane in the martian atmosphere: evidence for life? // Icarus. — 2004. — **72**, № 2. — P.537–547.
4. *Peplow M.* Deep Impact: sifting through the debris // Nature. — 2005. — **436**, № 7048. — P.158–159.
5. *Schultz P.H., Harris R.S., Clemett S.J., Thomas-Keprta K.L., Zarate M.* Preserved flora and organics in impact melt breccias // Geology. — 2014. — **42**, Issue 6. — P.515–518.
6. *Vidmachenko A.P.* The magnetic field of planets, satellites and asteroids // Astron. School Report. — 2012. — **8**, № 2. — P.136–148.
7. *Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V.* Magnetic fields of planets, satellites and asteroids // Astronomical almanac. — 2012. — **59**, № 2013. — P.221–243.
8. *Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V.* The study Earth-like planets using spacecraft // Astron. School Report 2014. — **10**, № 1. — P.6–19.
9. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies // Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. — Kyiv: Publishing House “Profi”, 2014. — 388 p.

Процессы на «юном» Марсе: возможное развитие событий

Видьмаченко А.П.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

На основе собранных марсоходами и орбитальными модулями данных удалось реконструировать возможные этапы развития Марса [2, 4, 5]. Полагают, что в первую геологическую эру планеты — Филлоциановую, которая началась $\sim 4,5$ млрд. лет назад и продолжалась $\sim 500 - 700$ млн. лет, Марс был влажной планетой, потому что принадлежащие к ней породы подвергались значительной водной эрозии. Также они содержат глинистые минералы филлосиликаты, для образования которых требуется очень много воды, температура выше 273 К и низкая кислотность [1]. Сейчас обнаружены тысячи разбросанных по планете участков с породами, которые обычно содержатся в молодой вулканической породе, и выходят на поверхность во многих местах.

После глобального изменения климата, вероятно вызванного вулканической активностью, началась новая эра — Теикиановая, длившаяся от 4 до 3,5(3,3) млрд. лет назад. Тогда из-за мощных вулканических выбросов в атмосферу поступало большое количество серы, окружающая среда стала очень кислой, а вода вступала в реакцию с соединениями серы и образовывала сульфаты. Планета начала осушаться; свидетельством этого является присутствие гипса и серого гематита в породах, относящихся к соответствующему возрасту пород. Около 3,3–3,5 млрд. лет назад началась третья эра — Сидерикановая. Именно в это время началось масштабное образование негидратируемых железных окислов, которые и могли дать планете красноватый цвет. Хотя сейчас Марс — пустыня, однако еще около 4 млрд. лет тому назад здесь началось извержение многочисленных вулканов, на полюсах лежали ледяные шапки, планету окутывала плотная газовая атмосфера, а вода питала озера и моря. По разным оценкам, это могло продолжаться 500–1500 млн. лет и условия на планете были такими же, как и на тогдашней Земле. Однако позже ситуация начала меняться; планета медленно охлаждалась, снизилась активность вулканов и уменьшился выброс газов в атмосферу. Предполагается, что атмосфера и вода были утрачены после мощной одноразовой бомбардировки крупными метеороидами. О возможной бомбардировке говорят не только существующие ударные кратеры, но и большое количество магнитного песка (маггемита) на поверхности. А образуется он лишь при окислении магнетита при одновременном сильном нагревании. Подобное вещество встречается на Земле только на территории Якутии, где полагают, что 35 млн. лет тому назад там упали осколки большого (диаметром 8–10 км) астероида [3, 6].

Свидетельством ударов крупных астероидов по Марсу является равнина Эллада, расположенная возле южной полярной области. Сейчас это бассейн диаметром более 4000 км, который внизу сужается до 1500 км и окружен выбросами пород. Его глубина местами достигает 9 км. Внимания заслуживает цепочка из пяти гигантских кратеров: Аргир, Эллада, Исида, Тавмасия, Утопия. Все они лежат на одной дуге большого круга. Близкий возраст и

особенности расположения позволяют предположить, что эти кратеры могли образоваться одновременно в результате одного катаклизма, вызванного падением фрагментов очень крупного астероида [4, 6]. В результате такого столкновения полюса даже могли сместиться на $\sim 90^\circ$ и оказаться вблизи бывшего экватора. При этом расположение и форма Марса могли достаточно быстро и сильно измениться. Это осуществилось за счет различных внутренних процессов, в том числе вулканической активности, движения литосферных плит, многочисленных разломов коры и т.п.

Благодаря теории, методам расчета и программам, разработанным для задач по проникновению снарядов, удалось реконструировать облик Эллады и восстановить параметры нанесенного астероидом удара. Выяснилось, что при ударе могла образоваться мощная ударная волна, которая прошла к противоположному полушарию и благодаря сферической форме планеты сфокусировалась симметрично кратеру Эллада. В результате образовался самый высокий в Солнечной системе вулкан Олимп. Он является как бы выжатым своеобразным «поршнем» из середины планеты напряжением за фронтом ударной волны.

1. *Видьмаченко А.П.* Вода на Марсі // *Астрономічний календар*. — 2009. — **56**. — С.225–249.
2. *Vidmachenko A.* Research of the Mars by space vehicles // *Astron. School Report*. — 2009. — **6**, № 2. — P.131–137.
3. *Vidmachenko A.P.* Magnetic field of planets, satellites and asteroids // *Astron. School Report*. — 2012. — **8**, № 2. — P.136–148.
4. *Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V.* The study Earth-like planets using spacecraft // *Astron. School Report* 2014. — **10**, № 1. — P.6–19.
5. *Vidmachenko A.P.* Planetary atmospheres // *Astron. School Report*. — 2009. — **6**, № 1–2. — P.27–43.
6. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies // *Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. — Kyiv: Publishing House “Profi”, 2014. — 388 p.

Влияние солнечной активности на атмосферу Юпитера

Видьмаченко А.П.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

При движении Юпитера по орбите вокруг Солнца приток солнечной энергии к разным широтам ощутимо различается [1, 8]. Это приводит к изменению оптических и физических характеристик его атмосферы [2, 5–7, 9, 10]. Анализ данных за 1850–1991 гг. об определении интегральной звездной величины Юпитера M_J в фильтре V и их сравнение с изменениями характеризующих вариации солнечной активности (СА) чисел Вольфа W показали, что изменение M_J в максимумах СА имеет минимумы для нечетных и максимумы для четных циклов СА. То есть в изменении блеска Юпитера значительно нагляднее

проявлялся $\approx 22,3$ -летний Хейловский магнитный цикл, а не $\approx 11,1$ -летний цикл СА. Анализ полученных в 1960–2015 гг. данных об относительном распределении яркости вдоль центрального меридиана Юпитера (см., в [7]), для которых мы вычисляли отношение яркости A_J северной к южной части тропических и умеренных широтных поясов, позволил аппроксимировать изменение A_J синусоидой с периодом $\approx 11,91$ земных лет. Хотя спектральный анализ этих данных позволил обнаружить проявление удвоенного значения орбитального периода ($\sim 23,9$ года), самого орбитального периода ($\sim 11,86$ года), 11,1-летнего цикла СА и $\approx 22,3$ -летнего Хейловского магнитного цикла СА [4, 6, 8]. Из зависимости $A_J(t)$ следует, что введенный нами фактор активности полушарий Юпитера A_J не всегда изменяется симметрично относительно его значения $A_J = 1$. Так, в 1969, 1981, 1993, 2004.5 и 2015 гг. Юпитер в первые две даты проходил через афелий практически в моменты максимумов СА, а затем сдвигался на 1–2 года после максимума, т.е. уже на спаде СА. Это вызвано тем, что период обращения Юпитера вокруг Солнца $T_J \approx 11,86$, а период СА $T_{SA} \approx 11,1$ года. Зависимость индекса СА R имеет широкие максимумы со средними значениями $R \approx 105, 155, 170, 115$ и 70 , соответственно в 1967–1970, 1979–1982, 1989–1992, 1999–2003 и 2011–2015 гг. В близкие к этим датам моменты времени лето на планете было в южном полушарии. В годы возле широких минимумов СА (1964–1966, 1975–1977.5, 1984.7–1987.5, 1995.8–1997.5, 2006–2010.3) со значениями $R \approx 0 \div 15$, Юпитер проходил перигелий своей орбиты. Это было в 1963.8 (перед минимумом СА), 1975.6 (в минимуме), 1987.5 (в конце минимума), 1998.7 (после минимума), 2010.6 (после минимума). Практически в эти же моменты времени усредненная кривая зависимости $A_J(t)$ также проходила через минимумы своих значений. Если в моменты прохождения перигелия и за 1–2 года до этих моментов в 1963.8, 1975.6 и 1987.5 г. значение индекса СА было минимальным ($R \approx 0 - 15$), то при прохождении планетой перигелия в 1998.7 г. индекс СА был довольно значительным $R \approx 40$; да и в 2010.6 г. $R \approx 20$. То есть в эти моменты, кроме прямого увеличения нагрева всей планеты на 21% вследствие ее нахождения в перигелии, мы регистрируем и селективное влияние повышающейся активности Солнца на северное полушарие. В 1969–1970, 1980–1981 гг. северное полушарие в афелии минимально нагревалось Солнцем и становилось светлее; но активность Солнца в те годы была максимальной ($R = 105$ и 155 соответственно). В 1993 г. Юпитер снова находился в афелии орбиты, был наклонен к Солнцу южным полушарием, а Солнце прошло максимум с $R = 198$. В 2005 г. Юпитер прошел афелий и направился к перигелию в 2010.8 г. После 2004 до 2010 г. полого и долго, от $R \approx 30$ (2004) до $R \approx 8 \div 0$ (2007 $\rightarrow$ 2010), падает СА. Сравнение временной зависимости $A_J(t)$ с изменением $R(t)$ показывает, что с 1962 по 1995 г. эти параметры изменялись практически синхронно, и происходило это при минимальной СА. После 1995 г. имеющая чуть меньший период изменчивость СА стала «отставать» от орбитальной зависимости и максимумы СА с каждым юпитерианским годом приближаются к моменту прохождения Юпитером перигелия орбиты. Причем ход изменений A_J с

изменением R и движением планеты по орбите указывает на запаздывание реакции видимого облачного слоя на режим облучения атмосферы Солнцем на ≈ 6 лет, что практически совпадает со временем радиационной релаксации водородно-гелиевой атмосферы [3].

1. *Kuroda T., Medvedev A. S., Hartogh P.* Parameterization of radiative heating and cooling rates in the stratosphere of Jupiter // *Icarus*. — 2014. — **242**. — P.149–157.
2. *Ovsak A.S., Teifel V.G., Vid'machenko A.P., Lysenko P.G.* Zonal differences in the vertical structure of the cloud cover of Jupiter from the measurements of the methane absorption bands at 727 and 619 nm // *KPCB*. — 2015. — **31**, №3. — P.119–130.
3. *Trafton L.M., Stone P.H.* Radiative-Dynamical Equilibrium States for Jupiter // *Astrophys. J.* — 1974. — **188**. — P.649–656.
4. *Vidmachenko A.P.* Brightness variations of celestial objects in astronomical observations at the Maidanak mountain // *KPCB*. — 1994. — **10**, №5. — P.52–56.
5. *Vidmachenko A.P.* Observable signs of internal waves in Jupiter's atmosphere // *KPCB*. — 1988. — **4**, №4. — P.40–46.
6. *Vidmachenko A.P.* Activity of processes in the atmosphere of Jupiter // *KPCB*. — 1985. — **1**, №5. — P.101–102.
7. *Vidmachenko A.P.* Seasonal changes on Jupiter. 1. The factor activity of hemispheres // *KPCB*. — 2016. — **32**, №4. — P.45–55.
8. *Vidmachenko A.P.* Temporal changes in methane absorption in Jupiter's atmosphere // *KPCB*. — 1997. — **13**, №6. — P.21–25.
9. *Vidmachenko A.P.* Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere // *Solar Syst. Res.* — 1999. — **33**. — P.464–469.
10. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Minyailo N.F.* Seasonal activity on Jupiter // *Soviet Astron. Let.* — 1984. — **10**, №5. — P.289–290.

Периодические изменения отражательной способности полушарий Юпитера

Видьмаченко А.П.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Изменение притока солнечной энергии к разным широтам планеты за время ее обращения вокруг Солнца отображается на изменении атмосферных характеристик [2–11]. В [10–12] мы показали, что даже при небольших вариациях наклона оси вращения к плоскости орбиты наблюдается заметная северо-южная асимметрия меридионального распределения отражательных свойств облаков Юпитера. В мощной магнитосфере Юпитера предпочтительное влияние на их изменение должны оказывать вариации йовимагнитной широты Земли φ_m , по сравнению с ее йовицентрической широтой $\varphi_m = \varphi_E + \beta \cos(\lambda - \lambda_0)$, где $\beta \approx 10^\circ$ — угол между магнитной осью и осью вращения Юпитера, λ — текущее значение долготы, λ_0 — долгота северного магнитного полюса планеты. Поэтому подсолнечная точка на магнитосфере за один орбитальный период изменяется на ≈ 26.3 .

Из-за значительного эксцентриситета орбиты ($e \approx 0,0485$) северное полушарие Юпитера получает на $\sim 21\%$ больший приток солнечной энергии к

атмосфере [1], поскольку в близкий к летнему солнцестоянию момент планета находится в перигелии. В связи с этим сезонные циклы проявляются в попеременном изменении оптических свойств южного и северного полушарий планеты. Результаты наших исследований [5, 9–11] показали, что отношение яркости северной и южной тропических и умеренных областей A_J является наглядным фактором фотометрической активности атмосферных процессов на Юпитере. Из наших наблюдений за 1977–1995 гг., дополненных данными, полученными многими исследователями за 1960–2015 гг. следует, что в последнее пол-столетие моменты прохождения Юпитера через перигелий орбиты на расстоянии около 4,96 а.е. от Солнца, практически совпадали с моментом летнего солнцестояния для северного полушария планеты (1963.8, 1975.6, 1987.5, 1998.7, 2010.6). Практически в эти же годы усредненная кривая зависимости $A_J(t)$ проходила через минимумы своих значений. В 1969, 1981, 1993, 2004.5 и 2015 гг., когда Юпитер проходил через афелий своей орбиты, светлые тропические и умеренные широтные зоны (NTrZ, NTZ) были ярче в северном полушарии по сравнению с аналогичными южными широтами. Темные тропические и умеренные пояса (NEB, NTrB) были темнее и насыщеннее в северном полушарии, чем аналогичные пояса в южном полушарии почти всегда в эти же годы. Оказалось, что изменение введенного нами фактора активности полушарий Юпитера A_J с 1960 до 1995 г. хорошо согласуется с периодической кривой с периодом около 11,91 лет. В 1998–2015 гг. эта симметричность несколько нарушается.

Таким образом, сильное увеличение (до 21%) облучения Юпитера солнечным светом при прохождении перигелия при лете в северном полушарии и уменьшение облучения Солнцем при прохождении афелия орбиты при лете в южном полушарии, дает наблюдаемую картину попеременного изменения яркости тропических и умеренных широтных поясов в видимом свете. Это происходит при совместном воздействии на разные полушария как вариаций облучения всей планеты, так и при селективном влиянии солнечной активности на каждое из полушарий. Такой ход изменений позволяет нам говорить о корреляции наблюдаемых вариаций отражательных свойств широтных поясов диска Юпитера с изменением наклона оси вращения планеты и/или его магнитного поля к плоскости орбиты; то есть о существовании сезонной перестройки в атмосфере Юпитера. При этом отклик видимой атмосферы на изменение планетоцентрического склонения Солнца происходит не мгновенно, а с существенным (до десятка лет) запаздыванием.

1. Beebe R.F., Suggs R.M., Little T. Seasonal north-south asymmetry in solar radiation incident on Jupiter's atmosphere // *Icarus*. — 1986. — **66**, № 2. — P.359–365.
2. Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Miniailo N.F. Seasonal variations in the atmosphere of Saturn // *Astron. Let.* — 1983. — **9**. — P.135–136.
3. Vidmachenko A.P. Brightness variations of celestial objects in astronomical observations at the Maidanak mountain // *KPCB*. — 1994. — **10**, № 5. — P.62–68.
4. Vidmachenko A.P. Influence of solar activity on seasonal variations of methane absorption in the atmosphere of Saturn // *KPCB*. — 2015. — **31**, № 3. — P.131–140.

5. *Vidmachenko A.P.* Activity of processes in the atmosphere of Jupiter // KPCB. — 1985. — **1**, № 5. — P.101–102.
6. *Vidmachenko A.P.* Seasonal variations in the optical characteristics of Saturn's atmosphere // KPCB. — 1999. — **15**, № 5. — P.320–331.
7. *Vidmachenko A.P.* Seasons on Saturn. I. Changes in reflecting characteristics of the atmosphere at 1964–2012 // Astron. School Report. — 2015. — **11**, № 1. — P.37–45.
8. *Vidmachenko A.P.* Seasons on Saturn. II. Influence of solar activity on variation of methane absorption // Astron. School Report. — 2015. — **11**, № 2. — P.133–142.
9. *Vidmachenko A.P.* Temporal changes in methane absorption in Jupiter's atmosphere // KPCB. — 1997. — **13**, № 6. — P.21–25.
10. *Vidmachenko A.P.* Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere // Solar Syst. Res. — 1999. — **33**. — P.464–469.
11. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Minyajlo N.F.* Seasonal activity on Jupiter? // Soviet Astron. Let. — 1984. — **10**, № 5. — P.289–290.
12. *Wagener R., Caldwell J.* Strong north/south asymmetry in the Jovian atmosphere // Icarus. — 1988. — **74**, № 1. — P.141–152.

О возможном дополнительном компоненте в затменной двойной системе HS 2231+2441

Видьмаченко А.П., Романюк Я.О., Шляхетская Я.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Метод тайминга основан на регистрации вариаций периода какого-либо периодического процесса, связанного со звездой. Исследование звездной затменнодвойной системы в течение длительного времени позволяет получить серию из нескольких транзитов, зависящих от орбитального периода меньшего спутника. Гравитационное влияние третьего объекта на первые два приводит к взаимному возмущению орбит и к вариациям времени наступления транзитов [3]. Этот метод тайминга (TTV) позволяет искать вариации, вызванные наличием третьего тела в каждом явлении транзита.

Мы представляем фотометрическое изучение системы типа HW Vir HS 2231+2441. В [1] даны ее физические и геометрические параметры и показано, что она состоит из маломассивной субкарликовой В звезды и коричневого карлика в качестве второго спутника. При значении орбитального периода $P_{\text{orb}} = 0,11058798$ суток, угле наклона $i = 80,0^\circ \pm 0,3^\circ$, отношении масс $Q = 0,17 \pm 0,01$, компоненты системы имеют параметры: $M_1 = 0,19 \pm 0,15 \cdot M_\odot$, $M_2 = 0,033 \pm 0,3 \cdot M_\odot$, $R_1 = 0,143 \pm 0,0003 \cdot R_\odot$, и $R_2 = 0,073 \pm 0,09 \cdot R_\odot$. Фотометрические измерения были получены в обсерватории Лесники с использованием 0,36-м телескопа [4–6]. Применялась дифференциальная ПЗЗ фотометрия при сравнении потоков от программной звезды и звезды сравнения. Для обработки использованы наблюдения на протяжении 21 ночи в период с 26 июля по 2 декабря 2015 г. Фотометрическая обработка данных была выполнена с использованием программы C-MuniWin Version 1.2.30. Точность значений для каждой наблюдательной точки находился в диапазоне $0,003...0,009^m$ для разных ночей. Была выполнена стандартная коррекция за темновой ток и

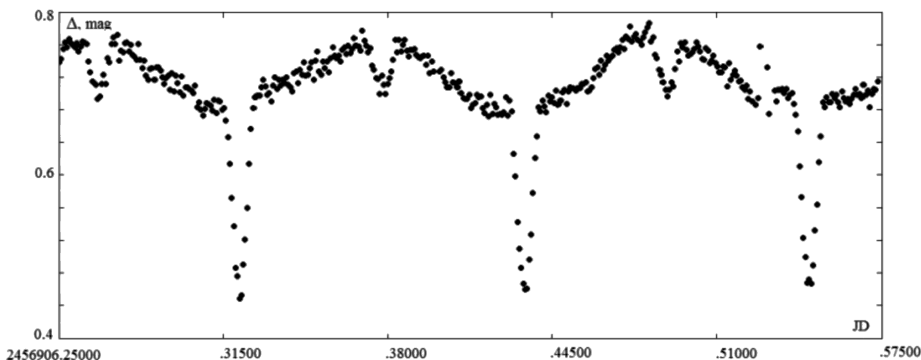


Рис. 1. Вид кривой блеска системы HS 2231+2441

плоское поле. Оригинальные файлы данных аппаратного формата были преобразованы в текстовые файлы, содержащие момент наблюдений (JD) и блеск исследуемой системы относительно стандартной звезды на каждом исходном кадре. Затем на основе этих данных были созданы соответствующие кривые блеска (рис. 1). Далее вычисляли разницу во времени между серединами различных транзитов, и ее временная зависимость показала наличие возможного периодического изменения отклонения времени середины транзита от рассчитанного среднего момента. Это может указывать на наличие третьего объекта в затменнодвойной системе. Для расчета использовано значение эфемериды более глубокого минимума $t_0 = 2456865,40351$, расчетное значение периода $0,11058798^d$ и полупериода $0,05529399^d$. Расчетные эфемериды определялись из кривых блеска по подгонке дуги минимумов к ядрам первичных и вторичных затмений. Эфемериды главного минимума задавалась формулой: $HJD = 2456865,40351 + 0,11058798^d \cdot E$; здесь E целое число, показывающее порядковый номер более глубокого максимума. Чтобы определить моменты минимумов с максимально возможной точностью мы использовали только полные кривые блеска с обоими минимумами (рис. 1). Амплитуда периодического изменения моментов минимумов, возникающего в связи с орбитальным движением тесной пары вокруг барицентра тройной системы, составляет менее $0,0008$ суток (1,15 минуты) [2, 3]. Обнаружено, что периодическое изменение орбитального периода может быть объяснено гравитационным влиянием третьего компаньона на центральную двойную систему с орбитальным периодом около 97 ± 10^d . Периодограммный анализ наблюдательного ряда указывает еще и на периодичности со значением 48 ± 5^d , но с существенно меньшей достоверностью. Поэтому требуются дополнительное исследование системы HS 2231+2441, которое, вероятно, сможет помочь всесторонне выяснить влияние дополнительных тел на центральную бинарную систему.

1. Almeida L.A., et al. Modeling photometric and spectroscopic data of HS 2231+2441: an HW Vir type system with a brown dwarf companion // RevMexAA (Serie de Conferencias). — 2014. — **44**. — P.35–35.
2. Bogomazov A.I., et al. Timing of eclipsing binary V0873 Per: a third body candidate

// *Astroph. & Sp. Sci.* — 2016. — **361**. — article id.4, 6 p.

3. *Khaliullin Kh.F., Khaliullina A.I.* Orbital circularization of close binary stars on the pre-main sequence // *MNRAS.* — 2011. — **411**. — P.2804–2816.
4. *Krushevskaya V., et al.* Determination of parameters of transit exoplanets, using data obtained at the small telescopes // *Contrib. Astron. Obs. Sk. Pleso.* — 2014. — **43**, № 3. — P.458–458.
5. *Kuznyetsova Yu., et al.* Photometric researches of chromospheric activity variations for star systems with exoplanets using small telescopes // *Contrib. Astron. Obs. Sk. Pleso.* — 2014. — **43**, № 3. — P.408–408.
6. *Romanyuk Ya.O., et al.* The Kyiv internet telescope project. 2 Workshop on Robotic Autonomous Observatories // *Astronomical Society of India (ASI) Conference Series.* — 2012. — **7**. — P.297–302.

Активність процесів на поверхнях тіл Сонячної системи

Відьмаченко А.П.

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

За сучасними уявленнями, тіла Сонячної системи (СС) утворилися з єдиної газово-пилової хмари, а теперішнє їх різноманіття зумовлене внутрішніми і зовнішніми чинниками при еволюційних процесах. Сонячна система складається з центральної зірки — Сонця — і оточуючих її 8 великих (класичних), десятка карликових і сотень тисяч малих (астероїдів) планет та їх супутників, кометних ядер, метеороїдів і незліченної кількості дрібних метеоритних частинок і порошин. Сумарна маса великих планет в 743 рази менша за масу Сонця, а решти об'єктів у 100 тис. разів менша. Розрахунки показують, що при зниженні температури в довільній частині протопланетної туманності до 1600 К там з'явилися перші металеві елементи типу алюмінію і титану та оксиди металів у формі пилинок. Із подальшим зниженням температури туманності до 1400 К з'являлося ще й залізо та пилінки залізонікелевого сплаву; при 1300 К — тверді силікати, мінерали магнію утворювались при ≈ 1200 К; ці складові є матеріалом для формування базальтових порід. При температурі ≤ 300 К починають утворюватись молекули води. Поза головним поясом астероїдів при температурі 100–200 К у найвіддаленішій частині туманності утворилися аміак, метан і їхній лід. У зовнішній частині СС ці льоди збереглися і зараз у кометних ядрах і в крижаних супутниках планет-гігантів. Протягом ≈ 400 млн. років після утворення Сонця, спочатку з пилової складової оточуючої його протопланетної хмари утворилося безліч проміжних тіл розміром у сотні кілометрів. Їх гравітаційна взаємодія підсилювалася в міру їхнього росту. Тіла, котрі росли найшвидше, ставали зародками майбутніх планет. Найбільші планети на основній стадії акумуляції вбирали в себе не лише тверді тіла, але й гази.

Останніми роками вдалося виконати розрахунки динаміки рою тіл у зоні утворення планет земної групи, котрі підтвердили як характер розподілу швидкості на заключному етапі росту планет, так і час акумуляції Землі ($\sim 10^8$ років). Процес утворення планет-гігантів був складнішим. На першому

етапі тривалістю близько $3 \cdot 10^7$ років в області Юпітера та $2 \cdot 10^8$ років в області Сатурна відбувалася акумуляція твердих тіл у такий самий спосіб, як і в області планет земної групи. А коли маса найбільших тіл досягла критичного значення (≈ 3 мас Землі), почався другий етап — акреція газу на ці, вже досить масивні тіла. Він тривав не менше $10^5 - 10^6$ років. Отже, тривалість процесу формування планет є незначною порівняно з часом їхнього існування.

Всі тіла СС у тій чи іншій мірі показують прояви різного типу активності процесів чи на поверхні, чи на рівні видимих хмар. Ця активність залежить від віддаленості конкретного тіла від основного джерела енергії в СС — Сонця, хімічного складу цієї поверхні, фізичних умов на видимій поверхні тощо. Чим об'єкт далі від Сонця, тим нижча температура його видимої поверхні і тим усе цікавішим є набір процесів, хімічних і фізичних перетворень, які там можна реєструвати. Так, найближча до Сонця і найменша планета земної групи Меркурій за формою близька до сфери з радіусом ≈ 2439 км. Планета повільно обертається навколо осі, фактично не має атмосфери і тому їй характерні найбільші серед тіл СС перепади температури як протягом доби, так і в русі орбітою: середня температура його денного боку доходить до 623 К, нічного — лише 103 К, а на так званих «гарячих довготах» сягає 703 К опівдні [3]. Поблизу північного й південного полюсів при спостереженні радіолокаторами виявили ділянки з високою відбивною здатністю. Це пов'язують з водяним льодом у приповерхневому шарі. Вважають, що лід там може зберігатися на дні кратерів (при $T \approx 95$ К), потрапляючи на поверхню Меркурія при ударах крижаних кометних ядер. Значну частину планети покривають залиті лавою рівнини, а тому масштаби вулканічної активності раніше істотно недооцінювались. Аналіз отриманих КА «Мессенджер» даних підтверджує наявність вулканічних кратерів на поверхні Меркурія та вказує на недавню (а може й сучасну) вулканічну активність на планеті.

У спектрі щільної атмосфери Венери переважають потужні смуги поглинання вуглекислого газу, і для неї має місце потужний тепличний ефект. Кратери на Венері неглибокі, і навіть найбільші (діаметром 600 і 800 км) мають глибину лише по 700 м. Значно глибшими виявились тріщини великої довжини. Так, одна шириною ~ 150 км, а друга $\sim 150 - 250$ км, мають глибину до 5 км. Вважається, що корінні породи — магматичного походження. На поверхні є також вулканічні і вулкано-тектонічні утворення, тектонічні дислокації та ударні кратери. Близько 500 млн. років тому кора планети піддалася інтенсивній деформації, сформувавши тессери, які зараз поширені на поверхні планети у вигляді окремих плям. Допускається, що причиною цього було розламування кори висхідними конвективними плюмами в мантиї Венери. Надалі почався неодноразовий грандіозний вилив базальтових лав із зберігшої свій первинний склад верхньої мантиї. Згідно спостереженням, сучасна вулканічна активність Венери є не дуже потужною. Найбільше вулканів знаходиться поблизу екватора у західній частині землі Афродіта, в областях Бета та Іштар [2].

Марс обертається навколо Сонця по орбіті з ексцентриситетом $\approx 0,1$ за

686,98 земних діб. На поверхні крім материків і морів у полярних районах спостерігаються дуже світлі полярні шапки, потужність яких змінюється в часі. Реєструвались також короткоживучі (тривалістю в дні) конденсатної природи хмари, а над морями виникали пилові хмари, часом утворюючи глобальні пилові бурі, піднімаючи в повітря мільярд тон пилу. Марсіанські кратери поділені на вулканічні та ударні, а за віком — на старі та молоді. Зображення з КА виявили сліди вулканізму й тектонічної діяльності, розломи, ущелини з розвиненими каньйонами. Деякі з них мають сотні кілометрів у довжину, десятки у ширину й кілька у глибину. Нові оцінки, одержані з підрахунку числа вулканічних кратерів, свідчать, що вулкани могли діяти всього 1–20 млн. років тому. КА «Орбітальний розвідник Марса» вперше зареєстрував схожі на гідротермальні джерела горби у кратері Вернал в області Земля Арабія; вони невеликої висоти й еліптичної форми та схожі на гарячі джерела в Австралії. Порівняльний аналіз зображень значної частини марсіанської поверхні, отриманих в 1999 р. та повторно в 2003, 2005 і 2006 рр. виявив десятки нових кратерів діаметром від 2 до 148 м [1, 19] та зміни, що могли бути зумовлені лише потоками рідини [4, 11]. Це означає, що Марс є геологічно активнішим, ніж вважалося раніше, та що активність потоків зосереджена в середніх широтах, а знайдені структури не старші кількох десятків чи навіть одиниць років і нагадують сліди рідини, що просочується з-під кори вічної мерзлоти. Характерно, що всі сліди водно-селевої ерозії були виявлені на північних схилах каньйонів у північній півкулі і на південних схилах у південній півкулі, де атмосферний тиск хоч і ненадовго, але дозволяє зберегти воду від закипання.

Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун належать до типу планет-гігантів. Їх характерною особливістю є великий розмір і низька середня густина (близько 1 г/см^3). Наші ретельні дослідження показали чіткі прояви сезонних змін в атмосферах Юпітера і Сатурна [5–10, 12–17, 20] на висотах, що відповідають нижній стратосфері та верхній тропосфері. Юпітер, Сатурн і Нептун випромінюють теплову енергію приблизно в 1,8–3 рази більше, ніж отримують від Сонця. Лише для Урана оцінки ефективної, рівноважної та обертової температури вказали на незначущість внутрішніх джерел тепла.

Багато які із супутників планет-гігантів також проявляють помітну вулканічну і гейзерну активність на своїх поверхнях. Навіть здавалося б такий далекий планетоїд, як Плутон, за дослідженнями КА «Нові горизонти» у липні 2015 р. з прольотної траєкторії, показав, що при такій низькій температурі поверхні як 33–53 К, це дуже активний об'єкт Сонячної системи. Його поверхня бере участь у періодичному поновленні атмосфери, там спостерігається випадання опадів та виморожування атмосфери, теплова конвекція азотного льоду і навіть рух своєрідних айсбергів із водяного льоду по білосніжній пустелі. Тобто поверхня кожної із планет Сонячної системи є дуже активною при найрізноманітнішому наборі температур і хімічного складу.

1. *Byrne Sh., Dundas C.M., Kennedy M.R., et al.* Distribution of Mid-Latitude Ground Ice on Mars from New Impact Craters // *Science*. — 2009. — **325**, № 5948. — P.1674–1676.

2. *Crumpler L.S., Head J.W., Aubele J.C.* Relation of major volcanic center concentration on Venus to global tectonic patterns // *Science*. — 1993. — **261**, № 5121. — P.591–595.
3. *Ledlow M.J., Burns J.O., Gisler G.R., et al.* Surface emissions from Mercury: VLA radio observations at 2 and 6 centimeters // *Astrophys. J.* — 1992. — **384**, № 2, pt. 1. — P.640–655.
4. *Malin M.C., Edgett K.S., Posiolova L.V., et al.* Present-Day Impact Cratering Rate and Contemporary Gully Activity on Mars // *Science*. — 2006. — **314**, № 5805. — P.1573–1574.
5. *Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Miniailo N.F.* Seasonal variations in the atmosphere of Saturn // *Astron. Let.* — 1983. — **9**. — P.135–136.
6. *Vid'machenko A.P.* Manifestation of seasonal variations in the atmosphere of Saturn // *KPCB*. — 1987. — **3**, № 6. — P.10–12.
7. *Vid'machenko A.P.* Temporal changes in methane absorption in Jupiter's atmosphere // *KPCB*. — 1997. — **13**, № 6. — P.21–25.
8. *Vidmachenko A.P.* On activity of Jupiter's atmosphere // 29th Annual LPSC, Mar. 16–20, 1998, Houston, TX, abstract № 1092. — P.1–2.
9. *Vid'machenko A.P.* Seasonal variations in the optical characteristics of Saturn's atmosphere // *KPCB*. — 1999. — **15**, № 5. — P.320–331.
10. *Vid'machenko A.P.* Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere // *Solar Syst. Res.* — 1999. — **33**. — P.464.
11. *Vidmachenko A.P.* Research of the Mars by space vehicles // *Astron. School Report*. — 2009. — **5**, № 1–2. — P.131–137.
12. *Vidmachenko A.P.* Influence of solar activity on seasonal variations of methane absorption in the atmosphere of Saturn // *KPCB*. — 2015. — **31**, № 3. — P.131–140.
13. *Vidmachenko A.P.* Seasons on Saturn. 1. Changes in reflecting characteristics of the atmosphere at 1964–2012 // *Astron. School Report*. — 2015. — **11**, № 1. — P.37–42.
14. *Vidmachenko A.P.* Seasons on Saturn. II. Influence of solar activity on variation of methane absorption // *Astron. School Report*. — 2015. — **11**, № 1. — P.37–42.
15. *Vidmachenko A.P.* Periodic changes in the activity of Jupiter's hemispheres // 47th LPSC. The Woodlands, Texas, Mar. 21–25, 2016, LPI Contribution No. 1091.
16. *Vidmachenko A.P.* Influence of Solar Activity on the Brightness Factor of Photometric Activity of Jupiter's Hemispheres // 47th LPSC. The Woodlands, Texas, Mar. 21–25, 2016, LPI Contribution No. 1092.
17. *Vidmachenko A.P., Dlugach Zh.M., Morozhenko A.V.* Nature of the optical nonuniformity in Saturn's disk // *Solar Syst. Res.* — 1984. — **17**, № 4. — P.164–171.
18. *Vidmachenko A.P., Klimenko V.M., Morozhenko A.V.* Apparent spectral albedos of the disk of Mars in September–October, 1977 // *Solar Syst. Res.* — 1980. — **14**, № 4. — P.157–159.
19. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V., Klimenko V.M.* Phase effect for the brightness coefficient of the central disk of Saturn and features of Jupiter's disk // *Icarus*. — 1980. — **42**, № 3. — P.354–357.
20. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Minyajlo N.F.* Seasonal activity on Jupiter // *Sov. Astron. Let.* — 1984. — **10**. — P.289–290.

Ударні кратери при падінні крупних астероїдів на території України

Відьмаченко А.П.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Падіння крупного метеороїдного тіла зазвичай супроводжується світловими і звуковими ефектами в атмосфері Землі. Не підлягає сумніву, що катастрофи різного масштабу, пов'язані з падінням небесних тіл на Землю, неодноразово траплялися в її історії. Але прямі свідчення подібних катастроф були виявлені порівняно недавно. Так, у кінці 1970-х дослідження земних порід показали, що в шарах земної кори, які відповідали періоду, віддаленому на 65 млн. років від сьогодення, відзначено масове вимирання одних видів живих істот і початок бурхливого розвитку інших. Саме тоді крупне тіло врізалось в Землю в районі Мексиканської затоки в Центральній Америці. Наслідком цього вважають кратер Чиксулуб діаметром ~ 170 км на півострові Юкатан.

Сучасна земна поверхня зберігає багато слідів зіткнень з великими космічними тілами. Для позначення кратерів з діаметром понад 2 км використовують назву «астролема» (грецькою — «зоряна рана»). На сьогодні їх виявлено понад 230. Розміри найбільших з них перевищують 200 км. Один з кратерів, що найкраще зберігся через відносно молодий вік, є Каньйон Диявола (штат Аризона, США); тому його часто називають Аризонським кратером. Його діаметр 1240 м, глибина 170 м. У 1906 р. геолог Д.Баррінджер довів, що цей кратер має ударне походження. Встановили, що він виник унаслідок падіння на Землю приблизно 30–50 тис. років тому залізонікелевого метеоритного тіла розміром близько 60 м. Відтак почали виявляти інші метеоритні кратери в Австралії, Естонії, Канаді, Саудівській Аравії, США тощо.

Не стала винятком у цих пошуках і Україна, яка може «похвалитися» кількома власними астролемами. Якщо сліди невеликих метеоритів, що впали нещодавно в геологічному масштабі, ще можна знайти, то шрами, залишені великими небесними тілами мільйони років тому, до сьогодні залишаються предметом суперечок. На території України знайдено дев'ять досить великих вибухових кратерів (табл. 1). Вважається, що вони утворилися внаслідок падіння небесних тіл. Однак висловлюється і думка щодо суто земного походження деяких із них. Український кристалічний щит, завдяки своїй стабільності в геологічному відношенні протягом тривалого часу (понад 1,5 млрд. років) має найбільшу на земній поверхні щільність великих астроблем. Він простягнувся з північного заходу на південний схід майже на 1000 км уздовж правого берега Дніпра, від річки Прип'ять до Приазов'я. Його максимальна ширина сягає 250 км. Проте всі ударні кратери на території України, за винятком Іллінецького, перебувають під значною товщею органічних осадових відкладень потужністю від 100 до понад 500 м. І тому на поверхні Землі зараз практично ніяких ознак астроблем не видно, а їх дослідження здійснювалося за допомогою свердловин.

Найбільша з українських астроблем — Маневицька. Вона розташована у

Волинській області, недалеко від селища Кримно; має діаметр 45 км і виникла, ймовірно, близько 65 млн. років тому. Походження даної структури все ще є предметом дослідження. Іллінецький кратер розташований поблизу м. Іллінці за 40 км на південний схід від м. Вінниця, на вододілі річок Соб і Сибок між селами Лугова Іллінецького району та Іваньки Липовецького району. Це найстарша астроблема України. В ній виявлено підвищений, порівняно з земними породами, вміст нікелю, іридію, кобальту в співвідношеннях, характерних для метеоритної речовини. Тут також знайдено найбільший у світі агат із імпактних порід; розміри зразка $14,5 \times 25 \times 32$ см. У центральній частині Українського кристалічного щита знаходиться ще одна унікальна геологічна структура — Бовтиська западина. Вона розташована у верхів'ї ріки Тясмин, правої притоки Дніпра, на межі Кіровоградської та Черкаської областей, на південний схід від м. Сміла поблизу села Бовтишка Олександрівського району Кіровоградської області. За розрахунками, виділена при утворенні Бовтиської западини енергія становила $\sim 10^6$ Мт. Вік Бовтиської западини $65,17 \pm 0,064$ млн. років. Оболонський кратер з діаметром ~ 20 км, відкритий в районі села Оболонь Семенівського району Полтавської області. Вважається, що він сформувався в результаті падіння метеорита близько 169 млн. років тому. Центр цієї астроблеми знаходиться в гідрологічному урочищі Гракове, у притерасній частині заплави річки Сула (неподалік від її гирла) та річки Оболонь. Обриси кратера добре видно із супутника. Тернівський кратер розташований на околиці м. Кривий Ріг поблизу села Веселі Терни на території Дніпропетровської області. Його діаметр становить 12–15 км, а вік — 280 ± 10 млн. років. Білилівський кратер — це імпактна структура діаметром понад 6 км, що сформувалась в результаті падіння метеорита близько 166 млн. років тому. Вона розташована в західній частині Українського щита поблизу села Білилівка Житомирської області на межі Волинського, Подільського і Білоцерківського блоків. Ротмистрівський кратер знаходиться у районі села Ротмистрівка Смілянського району Черкаської області і має вік 120–140 млн. років. Діаметр цієї астроблеми складає до 3 км, а її глибина — до 300 м. Зеленогайська астроблема знайдена поблизу села Зелений Гай в Кіровоградській області і складається з двох кратерів: більшого, діаметром 2,5–3,5 км, і меншого, діаметром 800 м. Вік обох ударних структур — близько 60 млн. років. Тому припускають, що вони виникли унаслідок удару двох уламків одного небесного тіла. Присутність у них графіту послужило підставою для проведення пошуків імпактних алмазів в астроблемах цього регіону. У результаті алмази були встановлені в породах Іллінецького кратера, пізніше в Західній, Оболонській та інших імпактних структурах; найдокладніше вивчено геологічну будову і алмазоносність Західної астроблеми. На площі південно-західної частини Українського щита пошуки джерел алмазів проводяться періодично з кінця 1960-х. Головними результатами цих робіт стало встановлення алмазоносності Зеленоярського і Тарасівського титан-цирконієвих розсипів, Іллінецької і Білилівської імпактних структур, а також широке поширення на всій дослідженій території дрібних зерен алмазу і його супутників.

Табл. 1. Перелік метеоритних кратерів, що розташовані на території України

№	Назва	Область	Діаметр, км	Вік, млн. років	Координати
1	Маневицька астроблема	Волинська	45	65	51°30' пн. ш. 25°54' сх. д.
2	Бовтиська западина	Кіровоградська	25	65	48°54' пн. ш. 32°15' сх. д.
3	Оболонський кратер	Полтавська	20	169 ± 7	49°35' пн. ш. 32°55' сх. д.
4	Тернівський кратер	Дніпропетровська	12–15	280	48°08' пн. ш. 33°31' сх. д.
5	Іллінецький кратер	Вінницька	7	~ 400	49°07' пн. ш. 29°06' сх. д.
6	Білилівська астроблема	Житомирська	6,2	166 ± 10	49°44' пн. ш. 29°03' сх. д.
7	Ротмистрівський кратер	Черкаська	2,7–3	120 – 140	49°09' пн. ш. 31°42' сх. д.
8	Зеленогайський кратер, 1) 2)	Кіровоградська	2,5–3,5 0,8	60 60	48°53' пн. ш. 32°48' сх. д.

1. Вальтер А.А., Гузов Е.П., Рябенко В.А. Оболонский метеоритный кратер на северо-восточном склоне Украинского щита // Доклады АН СССР. — 1977. — **232**. — С.170–173.
2. Вальтер А.А., Рябенко В.А., Котловская Ф.И. Терновская астроблема — новый наиболее глубоко эродированный кратер Украинского щита // Доклады АН УССР. Серия Б. — 1981. — № 2. — С.3–7.
3. Vidmachenko A.P. Sedna: the history of the discovery and its features // Astronomical almanac 2006. — 2005. — **52**. — P.201–212.
4. Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A. Is it dangerous asteroids? // Astronomical almanac 2007. — 2007. — **53**. — P.195–207.
5. Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Карпов Г.М., Райхлин А.И. Карловская, Оболонская и Ротмистровская астроблемы в европейской части СССР // Доклады АН СССР. — 1976. — **230**. — С.174–177.
6. Плотников А.В. О генезисе Терновской структуры в Криворожском бассейне // Геотектоника. — 1994. — № 3. — С.36–43.
7. Alvarez L.W., Alvarez W., Asaro F., Michel H.V. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction // Science. — 1980. — **208**. — P.1095–1108.
8. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. Observations of fragment of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev // Astron. School Report. — 2015. — **11**. — № 1. — P.37–42.
9. Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A. Traces on sky: the

classification and the results of regular observations of twilight fireballs // Astron. School Report. — 2014. — **10**, № 1. — P.37–42.

10. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Some results of regular observations of the twilight bolides / In: Book of selected papers and abstracts of Memorial International Conference CAMMAC-2014, September 29 — October 2, 2014. Ed. by K.I. Churyumov. — Vinnytsia, Ukraine, 2014. — P.98–108.
11. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* The study of cometary material on the surface of the Earth // Astron. School Report. — 2013. — **9**, № 2. — P.146–148.
12. *Vidmachenko A., Manko V.* Dwarf planets of the Solar system. “Middle class” of the Solar system. In the world of dwarf planets // Universe, space, and time. — 2013. — № 9 (110). — P.22–32.

Методи вивчення антропогенного ландшафту

Власенко А.В., Ніколаєнко М.І.

Національний авіаційний університет, Київ

Останнім часом було виявлено інтенсивні вертикальні рухи земної поверхні, що здійснюються під впливом техногенних (антропогенних) процесів, результатом яких є формування антропогенного ландшафту. Важливим є визначення методів його вивчення.

В нафтопромислових районах антропогенний вплив має інтегральний характер.

При переході з однієї стадії освоєння ресурсів нафтогазоносних районів в інші відбувається накопичення антропогенних комплексів, які в свою чергу породжені порушеннями і забрудненнями, що трансформують тектонічну структуру. Зростає складність процесів, різноманітність антропогенних комплексів і геотехнічних систем, змінюється коефіцієнт районів співвідношення природних і антропогенних ландшафтів.

Основними джерелами виникнення антропогенних ландшафтів лінійного типу при нафтогазопромисловому освоєнні в районі Дніпровсько-Донецької западини є:

- прокладання сейсмічних профілей;
- розвідувальне розбурювання зі створенням доріг транспортування бурових установок, бурових майданчиків;
- експлуатаційне розбурювання зі створенням куштів свердловин, внутрішньопромислових доріг, водогонів;
- прокладання магістральних трубопроводів;
- створення викидних нафтопровідних ліній до товарних парків;
- будівництво внутрішньопромислових і міжпромислових бетонних шляхів;
- формування коридорів комунікації.

При вивченні антропогенних трансформацій ландшафту у процесі будівництва лінійних споруд використовують комплекс методів:

- метод візуальної наземної реєстрації різних видів трансформації;

- метод вивчення профільних трансект з встановленням зон впливу лінійних споруд. Реалізується па основі приватних методів — геохімічного, геофізичного, фітоіндикаційного, ландшафтно-генетичних рядів;
- аеровізуальні спостереження з оцінкою участі антропогенних ландшафтів лінійного типу в структурі сучасних ландшафтів. Доцільна реєстрація спостережень на магнітну стрічку і аерофотознімки;
- картографування антропогенних ландшафтів по аерофотознімкам і космічним знімкам. Вони є моделями сучасних ландшафтів, які відображають взаємодію природних і антропогенних підсистем, структуру і динаміку антропогенних ландшафтів. Широкі можливості відкриває використання кольорових, спектрально-аналітичних, синтезованих і кодованих аерофотознімків і космічних знімків. Значно покращує якість камерального дешифрування аеровізуальне і польове дешифрування за маршрутами і ключовими ділянками;
- ландшафтно-технологічний метод, що вивчає технологічні процеси споживання природних ресурсів на різних стадіях. Класифікує види техніки по спектру і за глибиною впливу на природні підсистеми, а також передбачає вивчення потоків речовини, енергії та інформації в певних геотехнічних системах. Даний метод спрямований на пізнання поліструктурності антропогенних ландшафтів як результату накопичення в обмеженому просторі “зліпків” різних геотехнологічних процесів в міру заміщення стадій освоєння ресурсів нафтогазоносних районів.

Вивчення астрометрії в середній школі

Волчанський О.

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

Астрономія відіграє важливу роль у формуванні наукового світогляду школярів. Вона досліджує найбільш масштабні об'єкти навколишнього світу, процеси і явища, недоступні для відтворення в земних умовах. Недаремно курс астрономії вивчається у випускному класі середньої школи. Узагальнюючи і доповнюючи знання, отримані при вивченні інших природничих наук (природознавство, географія, фізика, хімія, математика), астрономія завершує формування у школярів наукового світогляду.

Вивчення астрономії передбачено в 11 класі — у загальноосвітніх школах та закладах технологічного та гуманітарного напрямів в обсязі 17 годин, у закладах природничо-математичного напрямку — 34 годин [1]. Це, звичайно, дуже мало, тому вчителю слід докласти зусиль, щоб ефективно використати відведений час і сформувати в учнів необхідні мінімальні уявлення про Всесвіт, про шляхи та результати його пізнання людиною.

У зв'язку із бурхливим розвитком та успіхами сучасної космології і фізики надвисоких енергій, що ведуть до фундаментальних зрушень у побудові картини світу, спостерігається поступове збільшення долі астрофізичного матеріалу у шкільних програмах та підручниках, що в умовах дефіциту навчальних годин веде до зменшення питомої ваги класичної астрономії, насамперед

сферичної та практичної. Це приводить до того, що багато випускників шкіл погано розуміють астрономічні явища, з якими людина стикається в повсякденному житті (причини видимих рухів світил, зміни пір року, фази Місяця, залежність часу від положення спостерігача, сонячні та місячні затемнення, періодичність настання конфігурацій планет і т. ін.) [2, 3].

Астрометрія залишається абеткою астрономії [4, с.5]. Пояснення видимих (небесних) явищ та з'ясування їх дійсної суті, застосування цих знань на практиці призвело свого часу до створення астрономії як науки. Тому недостатня увага до вивчення «класичної» астрономії, окрім безграмотності учнів у поясненні навколишніх явищ, призводить до розриву логічного ланцюга вивчення пізнавальної діяльності людства у створенні загальнонаукової картини світу.

Особливістю курсу астрономії є те, що вона немислима без спостережень, оскільки саме вони є основним джерелом інформації про астрономічні об'єкти через їх велику віддаленість. Легко доступними для спостережень є, зокрема, явища, зумовлені рухом Землі і Місяця відносно Сонця — зміна фаз Місяця, сонячні та місячні затемнення. У єдиному рекомендованому МОН України шкільному підручнику рівня стандарту та академічного рівня (лист МОН від 04.09.2015 р. №1/9-422), надрукованому великим накладом, питання затемнень в розділах класичної астрономії взагалі відсутнє. Є декілька абзаців і малюнків в розділі «Астрофізика» про те, що існують фази Місяця та сонячні затемнення. Інформація про механізм виникнення та особливості спостереження місячних затемнень в підручнику відсутня [5, с.59]. У результаті порушується логіка вивчення питання та симетрія розгляду явищ. Крім того, місячні затемнення спостерігаються на будь-якій конкретній території частіше за сонячні.

Хотілось би висловити надію, що в наступних шкільних підручниках або наступних виданнях діючого підручника для відновлення логіки курсу астрономії питання місячних затемнень буде розглянуто, а сама тема «Рух Місяця. Сонячні та місячні затемнення, частота і умови видимості» була повернута до розділу «Зоряне небо та рухи світил», як це заплановано в чинній програмі [1].

1. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Астрономія 11 клас. Рівень стандарту. Академічний рівень. Профільний рівень. (затверджені Міністерством освіти і науки України, наказ №1021 від 28.10.2010). [Електронний ресурс] — Режим доступу: www.mon.gov.ua/images/education/average/prog12/ast_ak.doc.
2. Александров Ю.В., Грецький А.М., Пришляк М.П. Астрономія. 11 клас: Книга для вчителя. — Х.: Веста, 2005. — 256 с.
3. Захожай В.А. Место планетариев в изложении курса «Космографии» для школьников и студентов ВУЗов // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції «Астрономічна школа молодих вчених». Кіровоград, КДПУ ім.В.Винниченка, 29–31 травня 2014 р. — С.20–21.
4. Воронцов-Вельяминов Б.А., Дагаев М.М., Засов А.В. и др. Методика преподавания

астрономии в средней школе: Пособие для учителя. — 2-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1985. — 240 с.

5. *Пришляк М.П.* Астрономія: 11 клас: підручник для загальноосвіт. навч. закл.: рівень стандарту, академічний рівень / М.П.Пришляк; за заг. ред. Я.С.Яцківа. — Х.: Ранок, 2011. — 160 с.

О проблеме экологической безопасности Крыма

Вольвач А.Е., Курбасова Г.С.

Отдел геодинамики и радиоастрономии, Крымская астрофизическая обсерватория

Решение проблемы прогноза катастрофических природных и техногенных явлений в Крыму связано с организацией комплексных наблюдений в сети локальных геодинамических полигонов.

Крымский полуостров расположен вблизи границы Евразийской литосферной плиты. Деформации и движения этой плиты на длительном интервале времени оказывали и оказывают в настоящее время влияние на активизацию внутриземных процессов (землетрясения, вулканы, сели). Комплексное изучение планетарных, региональных и местных геодинамических процессов является необходимым условием прогноза любых катастрофических природных явлений. Для изучения возникающих и развивающихся деформационных процессов, движений литосферных плит создаются геодинамические полигоны, экспериментальное оборудование которых реализует проведение комплексных наблюдений методами радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ), лазерной локации искусственных спутников (ЛЛС), спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС.

Актуальность проблемы создания сети локальных геодинамических полигонов и единого центра обработки наземных и спутниковых наблюдений климатических, геодинамических и гелиогеофизических наблюдений необходимо в связи с прогрессирующим нарастанием различного рода критических деформаций земной поверхности Крыма, а также сопровождающими эти деформации разрушениями различных объектов жизнеобеспечения людей и ухудшением экологической обстановки.

В Крыму создан и частично оснащён необходимой аппаратурой для комплексных наблюдений геодинамический полигон «Симеиз–Кацивели». В настоящее время проводимые на этом полигоне наблюдения участвуют в решении задач геодинамического и экологического мониторинга при международном взаимодействии.

За период с 1983.5 по 2005.5 годы обнаружены эффекты регулярных геодинамических колебаний в спектре частотно-временного вейвлет-анализа спутниковых данных об инсоляции падающей на поверхность земли в пункте Кара-Даг, и с 1999 года — колебание неизвестной природы. Предполагается связь внешнего источника генерации колебания, которое обнаруживается с 1999 года в данных об инсоляции падающей на поверхность Земли, с особой геологической структурой Кара-Дага.

Нові кратери на Місяці

Вшивцева Я.О.

Національний авіаційний університет, Київ

Термін «кратер» було запропозичено Галілео Галілеєм з давньогрецької мови, де це слово (дав.-гр. *κратηρ*) означало посудину для змішування води й вина. Уявлення про походження місячних кратерів протягом століття змінювались. Першими розглянули кратери як результат падіння космічних тіл Гроув Карл Гілберт, Деніел Беррінджер та Юджин Шумейкер. Планету постійно оточують малі космічні тіла. Вони також досягають і поверхні Землі, залишаючи великі кратери. Ці прояви досить рідкісні для нашої планети, адже більшість метеороїдів згорає в атмосфері.

Один з новоутворених кратерів було знайдено за даними космічного апарату НАСА LRO. Цей кратер утворився в результаті одного з найпотужніших вибухів і спостерігався на поверхні Місяця. Вибух стався 17 березня 2013 р., коли метеороїд розміром 30–40 см зіткнувся з Місяцем. Створений спалах світла був в 10 разів яскравіше, ніж будь-який вибух, на той момент на поверхні Місяця.

Дослідник Marshall Space Flight Center НАСА в Хантсвіллі, штат Алабама, зареєстрував цей спалах на камеру. Він передав ці дані команді, що працює з інструментом Lunar Reconnaissance Orbiter Camera (LROC), який знаходиться на борту апарату Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO). Щоб знайти новий кратер на поверхні Місяця, головний дослідник LROC Марк Робінсон з Університету штату Арізона та його команда розробили алгоритм для автоматичного пошуку кратерів за допомогою пар фотографій, що отримані до і після імпаکتу. Вони застосували алгоритм для зображень, зібраних LROC 21 травня 2013 р. і 1 липня 2013 р. Нових кратерів не було знайдено, але виявлено дивні плями і лінійні утворення поблизу передбачуваного місця удару [1].

Пізніше кратер все ж було знайдено в інших районах. За допомогою зображення LROC від 28 липня 2013 року був відкритий новий кратер розміром 19 м. Важливо, що на цьому зображенні можливо побачити нові утворення, які пов'язані з імпактом, на значно більшій площі. Це дає можливість шукати нові кратери навіть на зображеннях із просторовим розділенням, більшим за розмір кратера.

Таким чином, можна зробити висновок, що нові кратери постійно утворюються на поверхні Місяця. Їх дослідження дуже важливе для вивчення будови, складу та історії формування поверхні місячного ґрунту. Пошук нових кратерів можливий за допомогою зображень середнього розділення камери LROC.

1. *Robinson M.S., et al.* New crater on the Moon and a swarm of secondaries // *Icarus*. — 2015. — **252**. — P.229–235.

О связи долгопериодических комет и крупных транснептуновых планетных тел

Гулиев Р.А., Гулиев А.С.

Шамахинская астрофизическая обсерватория, НАН Азербайджана

В работе исследуется вопрос о связи определенной части периодических, промежуточных и долгопериодических комет (около 1200) с транснептуновыми планетными телами (ТНО), имеющими значение абсолютной звездной величины $H > 5,5$. С этой целью исследуется распределение дальних узлов кометных орбит в транснептуновой зоне, распределение минимальных межорбитальных расстояний (MOID) этих тел и данной группы комет. Введен параметр t , характеризующий степень избыточности MOID для каждого выбранного тела. По нашему мнению, наличие удовлетворительных значений этого параметра при определенной вероятности указывает на то, что выбранный ТНО участвует в трансфере комет.

Маси іонізованого газу в оболонках планетарних туманностей з врахуванням характеру радіального розподілу густини газу

Демчина А.В.

Кафедра астрофізики Львівського Національного університету ім. І.Франка

Обговорюється питання точності визначення маси іонізованого газу M_i в оболонках планетарних туманностей. На основі результатів розрахунку фотоіонізаційних моделей їх світіння досліджено розбіжність значень M_i , обрахованих в оболонках окремих туманностей різними авторами та способами [1–7].

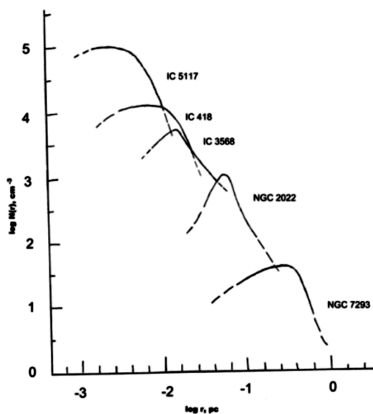


Рис. 1

Запропонований метод визначення M_i із врахуванням виявленого характеру радіального розподілу густини газу $n(r)$ (рис. 1). Отримані значення M_i в оболонках 35 галактичних планетарних туманностей. Обговорюється питання

точності визначення різних параметрів та їхнього впливу на визначення M_i . Залежність співвідношення «маса–радіус» для згаданих об’єктів досліджена з врахуванням характеру радіального розподілу густини газу $n(r)$.

1. *Phillips J.P., Pottasch* Distances, radii, and masses of the planetary nebulae // *Astronomy and Astrophysics*. — 1984. — **130**, № 1. — P.91–96.
2. *Zhang C.Y.* A statistical distance scale for Galactic planetary nebulae // *Astrophysical Journal Supplement Series*. — 1995. — **98**, № 2. — P.659–678.
3. *Buckley D., Schneider S.E.* The ionized masses of planetary-nebulae // *Astrophysical Journal Supplement Series*. — 1995. — № 446, — P.279.
4. *Boffi F.R., Stanghellini L.* Filling factors and ionized masses in planetary nebulae // *Astronomy and Astrophysics*. — 1994. — **284**, № 1. — P.248–258.
5. *Bensby T., Lundström I.* The distance scale of planetary nebulae // *Astronomy and Astrophysics*. — 2001. — **374**. — P.599–614.
6. *Sharova O.I.* Determination of the Parameters of the Central Star from the Radio Flux of a Planetary Nebulae // *Soviet Astronomy*. — 1992. — **36**, № 1. — P.18.
7. *Sharova O.I.* A new distance scale of planetary nebulae // *Radiophysics and Quantum Electronics*. — 1995. — **38**, Issue 6. — P.344–358.
8. *Weidemann V.* Distances and mass distribution of central stars of planetary nebulae // *Astronomy and Astrophysics*. — 1989. — **213**, № 1–2. — P.155–160.
9. *Головатий В.В., Демчина А.В.* Маса йонізованого газу в оболонках галактичних планетарних туманностей // *Журнал фізичних досліджень*. — 2013. — **17**, № 1. — С.1902.
10. *Головатий В.В., Мальков Ю.Ф.* Эволюция оболочек планетарных туманностей: эмпирический подход // *Астрономический журнал*. — 1992. — **69**, Вып.6. — С.1166–1178.
11. *Головатий В., Демчина А.* Еволюция оболочек планетарных туманностей // *Астрономический журнал*. — 2014. — **91**, № 1.
12. *Головатий В.В., Мальков Ю.Ф.* Современная фотоионизационная модель свечения планетарной туманности // *Астрономический журнал*. — 1991. — **68**. — С.1197.

Варіації магнітного поля Землі

*Деркач Т.М.¹, Довганюк М.І.¹, Телецький О.М.¹,
Оптасюк С.В.², Смірнов О.Е.¹, Яценюк Ю.В.²*

¹Регіональний центр спеціального контролю
Державного космічного агентства України

²Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Наведені результати варіації магнітного поля Землі за грудень місяць 2015 року, які реєструвались 3-координатним магнітометром РЦСК. Проаналізовані зміни горизонтальної компоненти, повного значення індукції магнітного поля та їх орієнтації (магнітне схилення та магнітне нахилення). Для прикладу на рис. 1 показана зміна вектора результуючої індукції магнітного поля за грудень 2015 р.

Результати співставлені з динамікою сонячної активності. Такі дослідження необхідні для встановлення зв'язку між варіаціями магнітного поля Землі

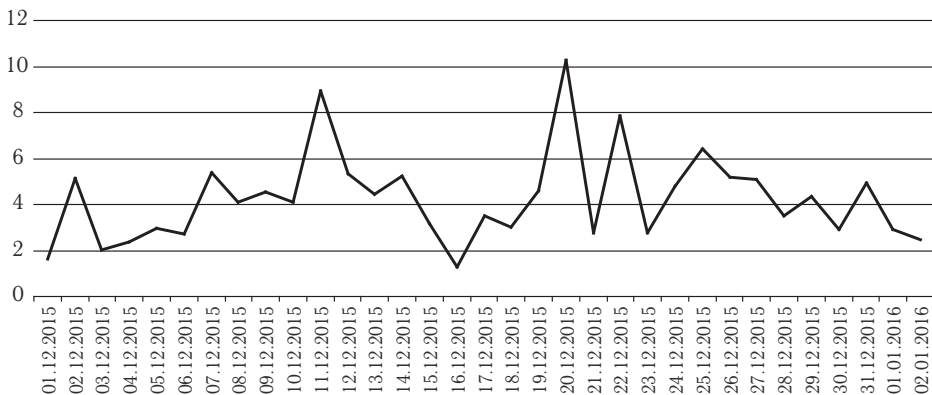


Рис. 1. Залежність результуючого вектора магнітної індукції за 01.12.2015–02.01.2016

та тектонічними процесами на територіях, які містять магнітовмісні поклади корисних копалин. На території України такі поклади зосереджені у Дніпропетровській та Запорізькій областях. Виникнення магнітострикційних явищ у таких матеріалах може створювати додаткові механічні напружки у земній корі. Це може бути одним з факторів, які сприяють виникненню тектонічних процесів.

Статистика землетрусів за 2015 рік

*Деркач Т.М.¹, Довганюк М.І.¹, Криськов Ц.А.²,
Люба Т.С.², Рачковський О.М.², Смірнов О.Е.¹*

¹Регіональний центр спеціального контролю Державного космічного агентства України

²Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Україна розміщена на Євразійському щиті і захищена від тектонічних процесів з одного боку Карпатськими горами, а з іншого масивними гірськими утвореннями Криму, Кавказу, Паміру і Тянь-Шаню. Проте врахування тектонічних процесів для України важливе тим, що на її території працює 15 блоків АЕС, її територією проходять нафто- і газопроводи, потужні лінії електропередач, працюють хімічні підприємства тощо. Будь-які тектонічні процеси руйнівного характеру можуть привести до значних екологічних катастроф. Тому контроль сейсмічних процесів є досить актуальним. На території України функціонує кілька центрів сейсмічного контролю, підпорядкованих

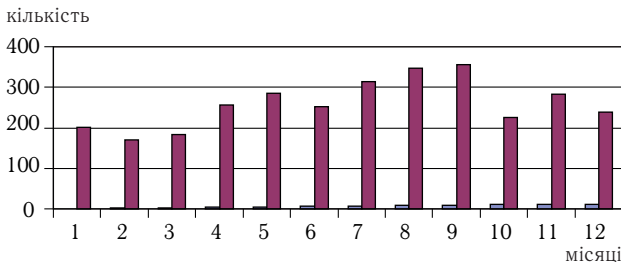


Рис. 1. Загальне число землетрусів 2015 року

Головному центру спеціального контролю, які неперервно фіксують сейсмічні хвилі. Пропонується аналіз тектонічних процесів за 2015 рік. Окремо наведена статистика всіх землетрусів, кількість яких складає 3060. Для прикладу на рис. 1 наведено розподіл загального числа землетрусів кожного місяця.

Окремо проаналізовані сейсмічні процеси у близькій зоні (1500 км) від РЦСК. Проаналізовані серії землетрусів близької зони (Закарпатська область, 19.07.2015 р.), о.Крит, Греція, (14–18.04.2015 р.) та у далекій зоні — Непал (25–27.04.2015 р. та 12–15.05.2015 р.). Проаналізована зміна глибини фокусів землетрусів та їх магнітуда. Оцінена ймовірність виникнення цих процесів землетрусами на суміжних територіях.

Дослідження змін рівня Чорного моря

Долгополов А.

Національний авіаційний університет, Київ

Глобальний середній рівень Світового океану є одним з найбільш важливих показників зміни клімату. Зміна рівня включає в себе реакції від декількох різних компонентів кліматичної системи. Точний моніторинг змін середнього рівня Світового океану, зокрема, за рахунок використання висотомірних супутників має життєво важливе значення для розуміння не тільки клімату, але і соціально-економічних наслідків будь-якого підвищення рівня моря. Деякі дослідження останніх років дозволяють говорити про Чорне море як про гігантський резервуар не тільки сірководню, а й метану, що виділяється, швидше за все, також у процесі діяльності мікрорганізмів, а також з дна моря.

Водний баланс Чорного моря складається з наступних компонент: атмосферні опади (230 км^3 на рік); материковий сток (310 км^3 на рік); надходження води з Азовського моря (30 км^3 на рік); випаровування води з поверхні моря (-360 км^3 на рік); виніс води через протоку Босфор (-210 км^3 на рік). Величина опадів, надходження з Азовського моря і річкового стоку перевищує величину випаровування з поверхні, внаслідок чого рівень Чорного моря перевищує рівень Мармурового. Завдяки цьому формується Верхня течія, спрямована з Чорного моря через протоку Босфор. Нижня течія, що спостерігається в більш низьких шарах води, виражена менш сильно і направлена через Босфор у зворотньому напрямку. Взаємодія даних течій додатково підтримує вертикальну стратифікацію моря, а також використовується рибою для міграцій між морями.

Важлива особливість Чорного моря, яка визначає більшість інших його незвичайних властивостей — це майже замкнуте, відокремлене від океану море, в яке впадає безліч повноводних річок. Вони збирають воду з чверті Європи. Найбільше води приносить Дунай, він тече через 10 країн, на його берегах стоять кілька європейських столиць; а ще є Дніпро, Дністер, Буг, Дон, Кубань, Ріоні та ін. В результаті такого напору річкової води рівень Чорного моря на 4–5 метрів вище середнього рівня Атлантичного океану. Прибуваюча вода створює протоку через Босфор, вона спрямована з Чорного

в Мармурове море.

Завдяки вимірюванням, в тому числі завдяки альтиметричним, виявилось, що середній рівень Чорного моря підвищився за минуле сторіччя на 12 см. Ця зміна маскується сильними коливаннями рівня моря (до 20 см протягом року), пов'язаними з міжрічною мінливістю річкового стоку. Недавні дані супутникової альтиметрії показали сильне прискорення підвищення рівня Чорного моря — до 20 см за десятиліття (вікова тенденція) в центральній частині моря. Більш наближена оцінка — 3–4 см за десятиліття. Багато фахівців пов'язують це явище з таненням полярних льодів в результаті глобального потепління.

Припливно-відливні коливання рівня Чорного моря не перевищує 10 см, так як середземноморські приливні хвилі затухають в протоках, а розміри самого Чорного моря недостатньо великі для розвитку сильних припливів.

Найбільш помітні швидкі зміни рівня моря пов'язані з дією вітру. Сильний стійкий вітер з берега створює такий ефект: море йде від берега, його рівень в даному місці знижується, іноді до 30 см за день. На зміну поверхневої води піднімається вода з глибини. При стійкому вітрі з моря спостерігається зворотне явище — вітровий нагін, тобто підвищення рівня моря біля берега.

О влиянии вращения, магнитного и внешнего гравитационного поля на эволюцию самогравитирующих систем

Железняк О.А.

Национальный авиационный университет, Киев

Рассмотрена эволюция самогравитирующих фигур с учетом вращения. Акцентируется внимание на особенностях возникновения тороидальных образований. Определены диапазоны устойчивости тороидальных фигур и влияния их распада на космогонию гравитирующих систем (динамическую эволюцию Солнечной системы).

В определенных условиях магнитные поля могут значительно стабилизировать самогравитирующие системы, однако при появлении бисимметричной геометрии магнитное поле сопутствует неустойчивости и распаду самогравитирующих конфигураций.

Определено совместное влияние внешнего гравитационного поля и вращения, установлено возникновение зоны устойчивости самогравитирующей системы, которая возникает в результате взаимодействия гидродинамической и гравитационной неустойчивости в системе.

Указана важная роль влияния внешнего гравитационного поля на эволюцию самогравитирующих фигур, образование тороидальных фигур, возникновение трехосности и ротационной неустойчивости, порождающей отделение кольцевых образований в экваториальной зоне конфигурации.

Просторово-часові зміни рівня Балтійського, Чорного та Азовського морів

Железняк О.О., Каплінська А.О.

Національний авіаційний університет, Київ

На сьогодні спостереження за зміною рівнів морів та океанів є необхідними, адже у зв'язку з глобальними кліматичними змінами у світі в будь-якій точці Світового океану дійсна поверхня знаходиться в безперервному коливанні під впливом багатьох сил і відхиляється від поверхні геоїда. Актуальність цієї теми полягає у потребі вчасного реагування на дійсні та потенційні зміни рівнів Балтійського, Чорного та Азовського морів. Для дослідження зміни рівня Балтійського, Чорного та Азовського морів на сьогоднішній день найчастіше використовують метод супутникової альтиметрії, адже за останні 20 років дані супутникової альтиметрії стали ефективним засобом побудови геоїда на акваторіях та обчислення середніх рівнів морів і нульових точок відліку висот. Також використовують дані мареографічних спостережень.

Крім того, вивчення Світового океану за супутниковими альтиметричними місіями дозволило обчислення достатньо надійної оцінки середнього значення потенціалу сили тяжіння на його поверхні. З точки зору міждисциплінарного використання супутникової альтиметричної інформації, безперечно, крім геодезії слід віднести сюди і океанографію, оскільки вивчення топографії Світового океану сучасними методами дозволяє знаходження не тільки середнього значення потенціалу сили тяжіння, але і його вікових та сезонних варіантів в часі.

Використання даних альтиметрії для оцінювання лінійної зміни рівня моря з часом виконується шляхом їх осереднення у просторі/часі. Попередня обробка обов'язково включає етап введення таких редуцій, як океанічні припливи, припливи твердої Землі, полюсний приплив та ін. Отримання середніх значень потенціалу на певну епоху та величини його вікових варіацій розв'язують задачу редуції на епоху середнього потенціалу для акваторій об'єктів дослідження. За даними супутникової альтиметричної місії TOPEX/POSEIDON лінійні зміни рівня Балтійського, Чорного та Азовського морів оцінюються в цілому позитивними значеннями.

Таким чином, вивчення просторово-часових змін рівнів морів та океанів за даними супутникової альтиметрії набуло в останні роки нового рівня розвитку і дозволило обчислення надійної оцінки середнього значення потенціалу сили тяжіння на його поверхні.

Застосування інфрачервоної зйомки для дослідження теплових полів міських агломерацій

Железняк О.О. (мол.)

Національний авіаційний університет, Київ

В даний час дешифрування аерокосмічних знімків в інфрачервоному діапазоні набуває важливого значення для вивчення властивостей предметів земної

поверхні, що непомітні для людського ока. Теплові аерокосмічні знімки використовуються в різних галузях наук про Землю: геодезії, картографії, метрології, тектоніці, океанографії та геології. Переважна більшість теплових знімків застосовується для визначення температури земної поверхні. Аналіз аерокосмічних зображень в інфрачервоному діапазоні здійснюється на основі перепадів яскравості (контрастів) різних тіл на поверхні Землі. Інформація про теплове випромінювання земної поверхні, одержана при дистанційному зніманні Землі в інфрачервоному діапазоні, надає можливість вивчити особливості власного теплового випромінювання різних тіл, здійснити просторово-часовий аналіз динаміки теплових явищ, пов'язаних із зміною ландшафтних структур, глобальних і локальних теплових аномалій земної поверхні, виявити прояви вулканічної активності, дослідити антропогенні джерела тепла і теплового забруднення, які пов'язані з життєдіяльністю різних поселень: великих та малих агломерацій. Вивчення теплового випромінювання дає змогу провести геопросторовий аналіз динамічних змін ландшафтів і шляхом дешифрування виділити окремі види геосистем, що пов'язані зі змінами фізико-хімічних властивостей ділянок земної поверхні. Але дотепер залишаються невирішеними завдання теплової космічної зйомки надвисокої роздільної здатності, а також знаходження динаміки інтенсивності теплового випромінювання територій за знімками високої роздільної здатності та обґрунтування точності прив'язки інфрачервоних знімків для здійснення великомасштабного картографування міських агломерацій. Тому в дослідженні з'ясовуються особливості застосування аерокосмічних методів для проведення геопросторового аналізу теплових полів міських агломерацій.

Поиск и исследование переменных звезд

Захожай В.А.¹, Кокумбаева Р.И.², Хруслов А.В.³

¹Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

²Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова, Казахстан

³Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга,

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия

Основным направлением представленной работы являются систематические наблюдения звезд на предмет определения их типа переменности. Наблюдения проводятся на телескопе Zeiss-1000 Тянь-Шаньской астрономической обсерватории Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова (высота 2750 метров над уровнем моря). Диаметр зеркала 1000 мм, фокусное расстояние системы 6650 мм. Используется CCD камера Apogee U9000 D9. ПЗС-наблюдения проводятся в полосах *B*, *V* и *R* фотометрической системы Джонсона. Поиск выполняется, главным образом, в областях Млечного Пути умеренной плотности. Полученные изображения подвергались фотометрической обработке с использованием специализированного программного обеспечения Maxim DL5 и дальнейшей интерпретацией полученных данных.

В результате проведенных работ был установлен тип переменности (цефеиды, затменные переменные и др.) более чем у 20 звезд [1]. В период с 20

апреля 2014 г. по 19 марта 2015 г. (JD 2456768 — 2457100) проводились наблюдения четырёх новых долгопериодических переменных звезд: USNO-B1.0 1424-0434223; USNO-B1.0 1426-0444148; USNO-B1.0 1425-0436560; USNO-B1.0 1443-0388041 [2]. Среднее количество кадров полученных для каждой звезды — 14. Для этих звезд были установлены пределы изменения блеска в полосе R :

1. USNO-B1.0 1424-0434223 — $14,6^m \div 17,3^m$.
2. USNO-B1.0 1426-0444148 — $15,6^m \div 18,5^m$.
3. USNO-B1.0 1425-0436560 — $14,86^m \div 15,20^m$.
4. USNO-B1.0 1443-0388041 — $15,75^m \div 16,00^m$.

У первых двух звезд амплитуда составила около трех звездных величин, что позволяет отнести их к долгопериодическим переменным типа Миры Кита и подтверждается при идентификации с объектами каталога IRAS. Переменная № 3 вероятнее всего является красной полуправильной переменной. Переменная № 4 имеет значительно меньший показатель цвета и может быть отнесена к полуправильным переменным типа SRD либо к переменным BY Дракона (тип BY).

Обсуждается программа продолжения дальнейших фотометрических исследований и проведения классификации исследуемых переменных звезд.

1. Кусакин А.В., Хруслов А.В., Кокумбаева Р.И. // Изв. НА Республ. Казахстан. — 2014. — № 4. — С.51.
2. Кусакин А.В., Хруслов А.В., Кокумбаева Р.И., Рева И.В. // Изв. НА Республ. Казахстан. — 2015. — № 5. — С.49.

Використання даних аерокосмічного зондування Землі для підвищення ефективності бойових дій Збройних Сил

Зацерковний В.І., Зоря В.Г.

Національний авіаційний університет, Київ

Всебічне надійне інформаційне забезпечення на сучасному рівні можливе тільки в умовах наявності розвиненої національної інфраструктури геопросторових даних, важливим елементом якої є аерокосмічне зондування Землі (АКЗ).

В АКЗ можна виділити чотири основні аспекти: науковий, прикладний, військовий і політичний. Науковий аспект полягає в необхідності розширення фундаментальних знань людства про Всесвіт. Прикладний аспект передбачає використання АКЗ для задоволення нагальних людських потреб, таких як визначення і прогноз погоди, раннє оповіщення про стихійні лиха та надзвичайні ситуації, забезпечення зв'язку тощо. Військовий аспект передбачає використання унікальних можливостей АКЗ для спостереження за супротивником і сприяє значному підвищенню ефективності функціонування Збройних Сил як у мирний час, так і в бойових умовах. При цьому космічні системи розвідки раннього попередження, навігації, зв'язку і бойового управління військами і зброєю, топогеодезичного і гідрометеорологічного забезпечення

здатні створити глобальне інформаційне поле, яке в інтеграції з геоінформаційними технологіями і АКЗ може ефективно використовуватись як вищими органами керівництва країною, так і командирами різних рівнів безпосередньо на полі бою. Політичні ефекти від реалізації космічних програм, як правило, пов'язані з демонстрацією своєї науково-технічної або військової переваги.

У Збройних Силах України (ЗСУ) також передбачається розробка і створення Єдиної автоматизованої системи управління (ЄАСУ ЗСУ). Однак постійна нестача коштів, зміна зовнішніх і внутрішніх пріоритетів реально призводить до топтання на місці.

Космічне зондування Землі в інтересах Збройних Сил України, зробило можливим отримання даних не тільки про суміжні держави, а й інші країни світу, які представляють безпосередній інтерес з точки зору національної безпеки та оборони. Космічне спостереження районів збройних конфліктів, стихійного лиха та екологічних катастроф поза межами національних територій розглядають як запоруку безпеки з точки зору зовнішніх економічних інтересів країни.

Оперативна зйомка земної поверхні, видова розвідка і обробка одержаних результатів за допомогою АКЗ і геоінформаційних технологій забезпечить війська достовірною і своєчасною інформацією про місцевість, що може суттєво підвищити ефективність ведення ними бойових дій і дозволить оперативно отримувати вихідні карти, знімки місцевості як в аналоговій (паперовій), так і в електронній формах.

Застосування геоінформаційних технологій в моніторингу забруднення ґрунтів на прикладі Чернігівської області

Зацерковний В.І.¹, Литвин Я.М.²

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Національний авіаційний університет, Київ

Із розвитком цивілізації та науково-технічного прогресу, бурхливим зростанням кількості населення на Землі, обсягів виробництва та його відходів проблеми стосунків між природою та суспільством дедалі загострюються. За останнє десятиріччя розуміння важливості екологічних проблем сягнуло найвищого рівня. Україна є аграрною державою в якій понад 42,7 млн. гектар земель, тобто 70,8% від усієї площі використовується в сільському господарстві. Надмірне використання земельних ресурсів, недотримання технологій обробки, масштабне сільськогосподарське освоєння, широка хімізація та інтенсифікація сільського господарства та ряд інших чинників призводять до деградації ґрунтів. Для попередження та контролю таких процесів і проводять моніторинг земель.

Проблема використання ґрунтових ресурсів Чернігівської області є надзвичайно актуальною і дедалі набуває особливої гостроти. Сучасний стан земельних ресурсів Чернігівщини свідчить про їх деградацію, що проявляється насамперед у збільшенні площ еродованих та існуванні деградованих і малопродуктивних земель, що за даними Всеукраїнської експертної мережі

підлягають консервації на загальній площі 138,7 тис. гектар. У Чернігівській області нараховується 869,8 тис. дефляційно небезпечних та 65,7 тис. гектар водно-ерозійних земель.

Починаючи з кінця XX століття при обробці даних про ґрунти почали активно застосовувати геоінформаційні технології. Застосування ГІС-технологій для забезпечення інформаційної підтримки раціонального використання та охорони ґрунтів — один з напрямів їх реалізації. Цілий ряд геоінформаційних систем вже створені в багатьох країнах світу. В Україні використовують застарілі підходи до оброблення даних про ґрунти.

ГІС є сучасним інструментом підтримання прийняття рішення в сфері раціонального використання і охорони земельних ресурсів. Значного поширення вони набули завдяки оперативності роботи маніпулювати великою кількістю просторових даних, можливостям застосування багатофакторного аналізу тощо.

Найбільш доцільним для проведення моніторингу територій є фотограмметричний метод, що дозволяє по стереопарах аерофотознімків або космічних знімків визначати стан території і її рельєф.

Застосування геоінформаційних технологій дозволяє поєднувати знання спеціалістів з можливостями оперативної обробки великих масивів даних в рамках геоінформаційних систем. Застосування ГІС при проведенні та узагальненні даних екологічного моніторингу дає можливість більш ефективно виконувати моніторинг за забрудненням ґрунтів. Україні ще належить створити ГІС для підтримання прийняття рішень у сфері раціонального використання ґрунтів із застосуванням сервіс-орієнтованих технологій.

Застосування ГІС для картографування якісного стану ґрунтів Чернігівської області

Зацерковний В.І.¹, Селюк М.С.²

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Національний авіаційний університет, Київ

За допомогою програмного забезпечення ArcGIS та MapInfo, як приклад, застосування ГІС для картографування стану ґрунтів Чернігівської області створюються карти, які дозволяють спостерігати зміни основних показників родючості ґрунтів: вмісту гумусу, кислотності і якісної оцінки від наслідків негативних процесів, розроблення науково-обґрунтованих систем землеробства і агротехнологій.

Ґрунтовий моніторинг — це система спостережень, діагностики, кількісної оцінки, прогнозу та контролю за використанням ґрунтів і земель з метою організації управління їх продуктивністю.

До основних задач спостережень за якісним станом ґрунтів Чернігівської області можна віднести:

- реєстрацію сучасного рівня хімічного забруднення ґрунтів, джерела забруднення;

- прогнозування зміни хімічного складу ґрунтів і оцінка можливих наслідків їхнього забруднення;
- забезпечення зацікавлених організацій інформацією про рівень забруднення ґрунтів.

З урахуванням викладених вище задач можна виділити наступні види спостережень:

- режимні, тобто систематичні спостереження за рівнем вмісту хімічних речовин у ґрунтах протягом визначеного проміжку часу;
- комплексні, що включають у себе дослідження процесів міграції забруднюючих речовин у системах атмосферне повітря — ґрунт, ґрунт — рослина, ґрунт — вода і ґрунт — донні відклади;
- вивчення вертикальної міграції забруднюючих речовин у ґрунтах по профілю;
- за рівнем забруднення ґрунтів у визначених пунктах, намічених відповідно до запитів тих чи інших організацій.

За результатами оцінки стану земельного фонду Чернігівської області розробляють прогнози та рекомендації, що подаються до органів державної влади та Держкомзему України для вжиття заходів відведення і ліквідації наслідків негативних процесів.

Стан ґрунтів Чернігівської області достовірно діагностується при наявності такої інформації: зміна структури ґрунтового покриву, трансформації земельних угідь, оцінка темпів зміни основних властивостей ґрунтів (гумусу, рН, ємності вбирання, фізичного, водного, повітряного і поживного режимів, біологічної активності ґрунтів, забруднення); оцінка інтенсивності прояву ерозії, показників меліоративного стану (якість зрошувальних вод, рівень і мінералізація підґрунтових вод, засоленість ґрунтів у цілому і зони аерації; вторинне осолонцювання, темпи спрацьовування осушених торфовищ, трансформація органічних речовин) і, нарешті, оцінка ефективної родючості земель.

Калібрування у польоті супутникових оптико-електронних сенсорів спостереження Землі в Україні

Зелик Я.І., Чорний С.В.

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

Розглядаються результати досліджень та перспективні напрями їх продовження стосовно створення в Україні науково-методичного та програмного забезпечення регулярного післястартового радіометричного калібрування оптико-електронних сенсорів ДЗЗ як основи для створення каліброваних продуктів даних в Україні, конкурентноздатних на світовому ринку продуктів та послуг спостереження Землі з космосу. Післястартове радіометричне калібрування найнижчого рівня полягає у переведенні у кожному спектральному діапазоні багатоспектральної знімальної системи (зокрема, створюваних в Україні КС «Січ-2-1», «Січ-2М») цифрових значень пікселів супутникового зображення в абсолютні значення фізичної величини — спектральної енер-

гетичної яскравості біля бортового сенсора (поза атмосферою) — первинного продукту даних рівня обробки 1В (NASA (EOSDIS), CEOS). З використання результатів атмосферної корекції у момент зйомки у даному місці земної поверхні з цього інформаційного продукту можуть бути отримані продукти рівня обробки 2 біля поверхні Землі: спектральна енергетична яскравість і спектральний коефіцієнт відбиття ділянки. До теперішнього часу в Україні післястартове радіометричне калібрування супутникових оптико-електронних сенсорів не здійснювалося. Зокрема, у космічній системі (КС) «Січ-2» калібрування знімальної системи у польоті не було передбачене конструктивно, а відповідний файл метаданих, який супроводжує знімок у кожному спектральному діапазоні, не містив інформації про коефіцієнти радіометричного калібрування — калібрувальні підсилення і зміщення, — як це має місце у світових КС.

Запропоновано для впровадження у науково-методичному, метрологічному та програмному забезпеченні післястартового радіометричного калібрування КС «Січ-2-1», «Січ-2М» продовжити та виконати, у першу чергу, такі підготовчі та науково-дослідні роботи:

- визначення системи рівнів оброблення даних ДЗЗ відповідно до існуючих міжнародних рівнів та формування переліку каліброваних кінцевих продуктів даних спостереження Землі з космосу в Україні, що надаватимуться на світовий ринок;
- проведення спектральних досліджень тестових об'єктів (ТО) земної поверхні на території України, придатних для калібрування, на основі даних супутникових зображень і здійснення на ТО наземних спектрометричних вимірювань;
- створення на певних обраних ТО інфраструктури калібрувальних полігонів;
- формування парку обладнання для проведення наземних вимірювань характеристик ТО, атмосфери та довкілля, синхронних з супутниковою зйомкою, та розроблення відповідних методик наземних вимірювань;
- удосконалення і тестування програмного забезпечення бази даних (БД) та геоінформаційної системи розподіленого калібрувального полігону і динамічних сервісів взаємодії користувача з БД із середовища геоінформаційної системи;
- дослідження та удосконалення методики визначення у польоті просторового розрізнення на місцевості з використанням методів розв'язання зворотних задач оптики;
- удосконалення методики післястартового перехресного радіометричного калібрування за умовними даними спектрального коефіцієнта відбиття тестових ділянок з архівів даних КС Landsat та Sentinel;
- удосконалення методики післястартового радіометричного калібрування диференціальним методом за даними синхронних із супутниковою зйомкою наземних спектрометричних вимірювань;
- дослідження моделей та методів атмосферної корекції супутникових

- зображень та розроблення відповідної методики і методики визначення коефіцієнта пропускання атмосфери над ТО за даними наземних та супутникових атмосферних вимірювань;
- створення програмного забезпечення реалізації зазначених методик та розроблення відповідних методик оброблення даних вимірювань, оцінювання характеристик та калібрування;
 - розроблення проекту файлу калібрувальних параметрів, який міститиме значення радіометричних та геометричних характеристик сенсора і параметрів, необхідних для оброблення супутникових даних до базового рівня 1B;
 - розроблення проекту файлу метаданих який міститиме значення характеристик конкретного знімка і параметрів сенсора для знімка та вказівники на відповідні параметри у файлі калібрувальних параметрів.

О некоторых системах двойных астероидов, сближающихся с Землей

Иваненко Н.В., Базей А.А.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

С орбитой Земли сближается несколько двойных и кратных астероидов. Для определения устойчивости движения в таких астероидных системах, движущихся по эллиптическим гелиоцентрическим орбитам, мы выполнили моделирование поверхностей Хилла вблизи перигелия их орбит. Согласно модели планетоидной ограниченной задачи трех тел на минимальном расстоянии от Солнца радиус поверхности Хилла наименьший. Поэтому, если бесконечно малая масса находится внутри нее, то в других точках гелиоцентрической орбиты, где величина поверхности Хилла увеличивается, бесконечно малая масса тем более будет находиться внутри нее.

Для определения положения спутника главного астероида внутри поверхности Хилла мы нашли значение аналога постоянной Якоби бесконечно малой массы, когда главный астероид находится вблизи перигелия своей орбиты.

С этой целью мы написали программу на языке программирования Delphi, которая показывает, на каком расстоянии от главного компонента находится спутник и границы поверхности Хилла для него. Например, (5143) Heracles имеет большую полуось $a_s = 4$ км относительно главного компонента, в то время как поверхности Хилла для него имеет радиус $R_h = 348$ км. Полученные результаты показали, что все спутники в астероидных системах находятся глубоко внутри своих поверхностей Хилла, и значит, их движение устойчиво по Хиллу.

Кроме того, нами создана численная модель движения бесконечно малой массы в околоастероидном пространстве. Как известно, небольшие частицы вещества могут покидать поверхность астероида. Эти явления обусловлены как перепадом температур на поверхности астероида, так и различными столкновительными процессами. В результате моделирования получены траектории таких частиц в системах двойных астероидов.

Спектральное исследование гипергиганта HD183143

Исмаилова Ш.К.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана

Проводились исследования линии H_α в спектрах супергиганта HD19143 (B7 Iae), полученные на 2 м телескопе Шамахинской Астрофизической Обсерватории НАНА в фокусе Кассегрена на эшелле-спектрометре. Спектральный диапазон составлял $\lambda\lambda 4700 - 6700 \text{ \AA}$ с разрешением $R = 150\,000$ и отношением сигнал-шум $S/N = 150 \div 200$.

В исследуемых спектрах звезды линия H_α наблюдается в эмиссии с переменным характером. В период наблюдений линия H_α показывает профиль разной структуры. В наблюдательных материалах 2013 и 2015 годов спектры показывают профили с резко изменяющийся характером. Примеры этих переменностей показаны на рис. 1.

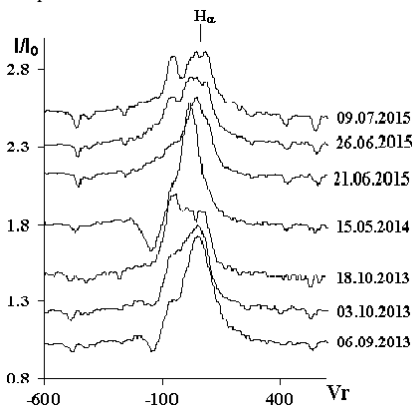


Рис. 1. Профили линии H_α в спектре звезды HD183143

Переменность проявляет себя и в оценках спектральных параметров. Например, профиль H_α в спектрах за 06.09.2013 показывает профиль типа P Cyg, и лучевая скорость эмиссионного компонента составляет $V_r = 5,5 \div 49,1$ км/с, компонент поглощения же меняется в пределах $V_r = -(120 \div 150)$ км/с. В 18.10.2013 абсорбция в линии исчезает и появляется широкая эмиссия, полуширина которой составляет $FWHM = 4,22 \text{ \AA}$. 15.05.2014–17.05.2014. датах структура линии возвращается к профилю типа P Cyg. Лучевая скорость в эмиссионном и поглощающем компоненте составляет соответственно $V_r = 305 \div 49,1$ км/с и $V_r = -(100 \div 130)$ км/с. В спектре линии, полученном 21.06.2015, с трудом заметный компонент в последующих спектрах виден четко, т.е. показывает сложную структуру — появляется второй компонент. Лучевая скорость эмиссионного компонента с фиолетовой стороны спектра составляет $V_r = -(54,9 \div 53,2)$ км/с, лучевая скорость эмиссии с красной стороны оказалось $V_r = 50 \div 60$ км/с, полуширина линии равна $FWHM = 4,58 \text{ \AA}$.

Эти изменения в профилях линии H_α в спектрах гипергиганта HD183143 можно объяснить нерегулярным выбросом вещества из атмосферы звезды.

Определение скоростей движения перманентных станций в Центре анализа ГНСС-данных ГАО НАН Украины и их интерпретация

Ищенко М.В.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

В Центре анализа ГНСС-наблюдений ГАО НАН Украины были получены значения скоростей движения для 193 ГНСС-станций, расположенных на территории Восточной Европы, 165 из которых — на территории Украины. Для этой задачи были использованы нормальные уравнения, полученные в ходе репроцессинга архивных наблюдений (GPS-недели 935—1708, 7 декабря 1997 г. — 6 ноября 2012 г.) и регулярной обработки и текущих наблюдений (GPS-недели 1709—1826, 7 ноября 2006 г. — 19 февраля 2015 г.) [2].

Для получения обоих решений и расчета скоростей ГНСС-станций использовался программный комплекс «Bernese GNSS Software ver. 5.2» [1], разработанный в Астрономическом институте Бернского университета (Швейцария).

Значения скоростей ГНСС-станций были определены как для горизонтальной, так и для вертикальной компонент координат, что позволило выполнить геодинамическую интерпретацию полученных результатов.

1. Bernese GNSS Software version 5.2 / Eds R.Dach, S.Lutz, P.Walser, P.Fridez. — Berne: Astronomical Institute, University of Berne. — 2015. — P. 852.
2. Українська постійнодіюча ГНСС-мережа. — <http://gnss.mao.kiev.ua/?q=node/17>

Геодинамічний та сейсмічний стани Карпатського регіону

Ігнатишин В.В., Ігнатишин В.В.

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту

Геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України

Актуальність вивчення геодинаміки регіону викликана аналізом результатів сучасних рухів в Карпатському регіоні, впливів деформацій земної кори на сейсмічний стан регіону [1–5]. Проведено аналіз результатів деформетричних спостережень в зоні Оашського глибинного розлому помісячно за 2015 рік та порівняно з часовим розподілом місцевих землетрусів Закарпатському внутрішньому прогині, подано пояснення їх з точки зору геодинамічного стану регіону. За період деформографічних спостережень на Пункті деформографічних спостережень “Королеве” Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України з 1999 року по 2015 рік відмічено спад швидкості деформацій. Характер швидкостей вікового ходу за 17 років спостережень незмінний — розширення порід в широтному напрямку, величиною $+10 \cdot 10^{-7}$. Зміна характеру сучасних рухів в періодичних деформаційних процесах в зоні Оашського розлому, приводить до підвищення сейсмічної активності Закарпатського внутрішнього прогину [6–8]. Сейсмічна активність регіону проявляється в періоди аномальних варіацій динамічних характеристик геодинамічного процесу. Проведено сеймотектонічні

дослідження в Закарпатті за 2015 рік, сучасні рухи представляють собою розширення порід в регіоні з величиною $+12 \cdot 10^{-7}$. Сейсмічність активізувалася, в липні 2015 року було зареєстровано 70 землетрусів в Тячівському районі, декілька з яких були відчутні населенням. Відмічено особливості варіацій геофізичних полів в інтервалі підготовки та прояву місцевої сейсмічності. Результати геофізичних спостережень підтверджують виявлені особливості сейсмотектонічних процесів в Карпато-Балканському регіоні: на сейсмотектонічний процес в регіоні суттєвий вплив чинять параметри гідрогеологічного характеру; вплив метеофакторів має періодичний характер; рухи земної кори в Закарпатському внутрішньому прогині мають успадкований характер і є частиною рухів спостережуваних в інших регіонах Європи.

1. Малицький Д., Ігнатишин В., Коваль Ю. Деформометричні дослідження в зоні Оашського розлому Закарпаття за результатами режимних геофізичних спостережень на РГС “Тросник”, “Королево” та “Берегово” // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. — 2012. — вип. 59. — С.15.
2. Вербицький Т., Кендзера О., Кузнєцова В., Кутас Р., Латиніна Л., Бойко Б., Вербицький С., Вербицький Ю., Ігнатишин В., Бевзюк М., Різник Я., Шляховий В. Методика обробки і аналізу даних геофізичного моніторингу сейсмотектонічних процесів в Закарпатті та деякі його результати // Геофиз. журнал. — 2000. — **22**, № 3. — С.9–17.
3. Вербицький Т., Гнип А., Малицький Д., Назаревич А., Вербицький Ю., Ігнатишин В., Новотна О., Нарівна М., Ярема І. Мікросейсмічні і деформаційні дослідження в Закарпатті: результати і перспективи // Геофиз. журн. — 2003. — **25**, № 3. — С.99–113.
4. Ігнатишин В., Шульга Н., Ярема І., Новотна О., Нарівна М., Коваль Л. Деформометричні методи вивчення геофізичних процесів на базі Карпатського геодинамічного полігону // Праці НТШ. — Львів, 2006.
5. Ігнатишин В. Деформації земної кори, отримані на пункті деформографічних спостережень “Королево” за 2007–2008 роки та їх зв’язок з іншими геофізичними параметрами // Матеріали наукової конференції “Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища”, м. Львів, 6–10 жовтня 2008 р. — Львів: Сполом, 2008. — 182 с.
6. Ігнатишин В., Казанцева О., Латынина Л. Деформации земной коры в районе Восточных Карпат по данным станции Королево // XIV міжнародний науково-технічний симпозіум “Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS-технології”, 8–13 вересня 2009 р, Алушта (Крим).
7. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В. Геофізичні спостереження в Закарпатті та їх результати // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.154–156.
8. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Коваль Ю.П. Геодинамічна модель та сейсмічний стан Закарпаття за результатами деформаційних спостережень // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.157–159.

Аналіз параметрів екогеофізичних полів та шляхи покращення екологічного стану Закарпатського внутрішнього прогину

Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В.

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту

Геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України

Проведено аналіз геофізичних аспектів екологічного стану Закарпаття. Запропоновано методику оцінки геодинамічного стану середовища. Описано прилади та методичні прийоми для комплексного геофізичного моніторингу навколишнього середовища. Проведено комплексне вивчення спостережуваних геофізичних параметрів, вказано на їх взаємний вплив та на формування екологічного стану рівнинної частини Закарпаття. Геофізичний моніторинг параметрів фізичних полів вказує на їх зв'язок із геологічними процесами в регіоні, що підтверджує актуальність проведення режимних спостережень потужності експозиційної дози йонізуючого випромінювання на пункті спостережень РГС “Тросник” ім. Т.З.Вербицького Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України для вивчення екологічної ситуації в регіоні та для ефективного вирішення екологічних проблем краю; створення методики вивчення процесів підготовки сейсмічних подій; вивчення геодинамічних та сейсмічних процесів [1–6]. Для досягнення поставленої в роботі мети використано результати режимних геофізичних спостережень, результати деформаційних та сейсмологічних досліджень в Закарпатті. Проведено комплексний аналіз результатів геофізичних спостережень за період 2010–2015 рр., зокрема аналіз варіації потужності експозиційної дози випромінювання на пункті РГС “Тросник” за період з 2010 року по 2015 рік. Побудовані графіки залежності електромагнітної емісії від часу та проведений їх порівняльний аналіз із графіком залежності потужності дози випромінювання. Проведено аналіз графіків залежностей потужності дози випромінювання та сейсмічної активності регіону в місячному інтервалі. Виконано порівняльний аналіз потужності експозиційної дози випромінювання та варіації деформації земної кори на пункті деформографічних спостережень “Королево” (сmt. Королеве, Виноградівський р-н). Вказано на існування кореляції між деформаціями земної кори, сейсмічним станом регіону, електромагнітною емісією та потужністю експозиційної дози йонізуючого випромінювання. Відмічено факт підвищення величини досліджуваного геофізичного параметру в період підвищення сейсмічної активності в регіоні (2010–2015 рр.) Були виявлені особливості протікання геофізичних процесів для даного регіону.

1. *Ігнатишин В.В., Казанцева О., Латынина Л.* Деформации земной коры в районе Восточных Карпат по данным станции Королево // XIV Міжнародний науково-технічний симпозиум “Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS I GIS-технології”, 8–13 вересня 2009 р., Алушта (Крим).
2. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин М.Б.* Вплив гідрологічних та метеорологічних параметрів на результати спостережень деформацій земної кори (за даними ПДС “Короле-

во”, РГС “Тросник”, 2007–2009 рр.) // Матеріали науково-практичної конференції НТШ, березень 2010 р.

3. Дослідження сучасної геодинаміки Українських Карпат / За ред. В.І. Старостенка. — Київ: Наукова думка, 2005.
4. *Ігнатишин В.В., Малицький Д.В.* Геофізичні спостереження в Закарпатті та їх результати // Геодинаміка, 2013. — № 2(15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.154–156.
5. *Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Коваль Ю.П.* Геодинамічна модель та сейсмічний стан Закарпаття за результатами деформаційних спостережень // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.157–159.
6. *Ігнатишин В.В. Малицький Д.В.* Геодинамічний стан Закарпатського внутрішнього прогину та його зв'язок з сейсмотектонічними процесами // Міжнародна наукова конференція “Роль вищих навчальних закладів у розвитку геології” (до 70-річчя геологічного факультету Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка), 31 березня — 3 квітня 2014 р., Київ.

Моніторинг магнітного поля Землі та екологічно небезпечні процеси земної кори

Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Ігнатишин В.В.

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту

Геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

Сейсмотектонічні процеси в Закарпатті супроводжуються варіаціями параметрів геофізичних полів. Вивчення просторово-часової структури геомагнітного поля та варіацій його параметрів має важливе значення для вирішення фундаментальних проблем фізики Землі. Зміни в геомеханічній системі можуть бути причиною вивільнення енергії пружно-деформованого стану порід регіону. Проведено дослідження варіацій параметрів магнітного поля Землі, встановлено зв'язок із протіканням сейсмотектонічних процесів. Виконано комплексний аналіз результатів геофізичних спостережень, зокрема вектора магнітної індукції магнітного поля Землі. Проведено вимірювання вектора напруженості магнітного поля на протиповеневій дамбі у Виноградівському районі Закарпатської області, виділено аномалії параметрів досліджуваних фізичних полів на ділянці гідротехнічної споруди-дамби, що є об'єктом екологічної небезпеки в регіоні [1]. Проведені комплексні дослідження геофізичних полів показали, що землетруси безпосередньо пов'язані із аномаліями в залежностях параметрів спостережуваних геофізичних полів: магнітного поля Землі, величини електромагнітної емісії, що виникає в пружно-деформованих середовищах, які є осередком місцевої сейсмічності [2–6]. Детально досліджено варіації параметрів магнітного поля Землі на протязі 2008–2015 рр. на предмет виявлення зв'язку із сучасними рухами в зоні Оашського розлому та місцевою сейсмічністю в Закарпатському внутрішньому прогині. Характеристики магнітного поля на протиповеневій дамбі, отримані різними приладами і в різний період корелюють між собою. Спостережувані параметри радіоактивного фону середовища, які були отримані в 2012–2014 роках, також

корелюють між собою на певних ділянках досліджуваної місцевості. Відмічено на аномальних ділянках дамби збільшення величини електромагнітної емісії. Результати спостережень параметрів геофізичних полів дають змогу ідентифікувати екологічно небезпечні місця на ділянках поверхні земної кори та на об'єктах підвищеної небезпеки.

1. *Адаменко О.М.* Про одну із причин широкомасштабного прояву і важких наслідків катастрофічного паводку в Закарпатській області // Вплив руйнівних повеней та зсувних процесів на функціонування інженерних мереж: Матеріали III наук.-практичної конф., 25–28 лютого 2002 р., Ужгород. — К.: Т-во “Знання”, 2002. — С.3–4.
2. *Варга П., Вербицкий Т.З., Латынина Л.А., Бримиш Л., Ментеш Д., Сзадецьки-Кардос Д., Еперне П.И., Гусева Т.В., Игнатишин В.В.* Горизонтальные деформации земной коры в Карпатском регионе // Наука и технологии в России. — 2002. — № 7(58); 2003. — № 1(59).
3. *Игнатишин В.В.* Аналіз геофізичних спостережень у Закарпатті протягом 2007 року // Матеріали наукової конференції “Нові геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища”, 9–11 жовтня 2007 р., Львів.
4. *Игнатишин В.В.* Деформації земної кори, отримані на пункті деформографічних спостережень “Королево” за 2007–2008 роки та їх зв'язок з іншими геофізичними параметрами // Матеріали наукової конференції “Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища”, 6–10 жовтня 2008 р., Львів.
5. *Игнатишин В.В., Малицкий Д.В.* Геофізичні спостереження в Закарпатті та їх результати // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.154–156.
6. *Игнатишин В.В., Малицкий Д.В., Коваль Ю.П.* Геодинамічна модель та сейсмічний стан Закарпаття за результатами деформаційних спостережень // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.157–159.

Астрофізичний аспект дослідження сейсмічно активних регіонів

Игнатишин В.В., Игнатишин М.Б.

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту

Геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України

В роботі розглянуто питання впливу Місяця на сейсмотектонічні процеси в досліджуваному регіоні. Подано результати спостереження рухів Місяця на небосхилі у м.Виноградіві в 2013–2015 роках. Представлено Сейсмологічний бюлетень місцевих землетрусів за 2013–2015 роки. Дослідження рухів земної кори та положення світила за результатами експериментальних астрономічних спостереження вказує на їх безпосередній зв'язок. Сонце та Місяць є основним фактором впливу на геофізичні процеси верхніх шарів земної кори [1–3]. Характеристики руху Місяця можуть бути використані при вивченні процесів підготовки та розрядки напружено деформованого стану порід в регіоні. Дослідження та аналіз сучасних рухів на деформометричній станції “Королеве” Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики

ім. С.І.Субботіна НАН України та комплексні геофізичні спостереження на Режимній геофізичній станції “Тросник” ім. Т.З.Вербицького описують стан сейсмотектонічних процесів в Закарпатському внутрішньому прогині [4–8]. В роботі розглянуто часові розподіли місцевих землетрусів за 2013–2015 рр. та часовий розподіл руху Місяця на видимому небі в районі Оашського розлому (Виноградівський район). Відмічено зв’язок фаз Місяця із розрядкою напружено-деформованого стану порід в досліджуваному регіоні. Знаючи сучасні рухи земної кори та часові варіації руху Місяця по небосхилу, можна створити картину можливих струшувань в досліджуваному регіоні. Розглянуто залежність відстані Місяця від Землі, освітленості Місяця від часу та сейсмічності регіону. Землетруси рівномірно розташовані на кривій залежності відстані від часу. Відстань між Місяцем і Землею суттєвого впливу на сейсмічність регіону не має. Освітленість як характеристика положення Місяця в системі “Місяць–Сонце–Земля” відіграє важливу роль в поясненні зв’язку фаз Місяця із сейсмотектонічною діяльністю геологічних структур Землі. Підтверджується зв’язок часу реєстрації місцевої сейсмічності та часу знаходження Місяця на небосхилі.

При особливих умовах Місяць провокує розрядку напружено-деформованого стану порід Карпато-Балканського регіону, зокрема Закарпатського внутрішнього прогину. Для вивчення сейсмотектонічних процесів в регіоні важливо і надалі досліджувати геодинамічні та сейсмічні характеристики регіону, адже тільки в липні 2015 року зареєстровано близько 6 відчутних місцевих землетрусів у Тячівському районі Закарпатської області.

1. Мельхиор П. Земные приливы. — М.: Мир, 1968.
2. Бронштэн В.А. Как движется Луна? — М.: Наука, 1990. — 208 с.
3. Сытинский А.Д. О связи землетрясений с солнечной активностью // Физика Земли. — 1989. — № 2. — С.13–30.
4. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В. Геофізичні та сейсмологічні дослідження в центральній частині Закарпаття (за результатами режимних спостережень на РГС “Тросник”, ПДС “Королево”, РГС “Берегове”) // Наукова конференція-семінар “Сейсмологічні та геофізичні дослідження в сейсмоактивних регіонах” (присвячена 80-річчю з дня народження Т.З. Вербицького), 29–30 травня 2012 р., Львів.
5. Малицький Д.В., Ігнатишин В.В., Коваль Ю.П. Деформометричні дослідження в зоні Оашського розлому Закарпаття за результатами режимних спостережень на РГС “Тросник”, “Королево” та “Берегове” // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Серія “Геологія”. — 2012. — Вип. 59. — С. 15–17.
6. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В. Геофізичні спостереження в Закарпатті та їх результати // Геодинаміка. — 2013. — № 2 (15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.154–156.
7. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Коваль Ю.П. Геодинамічна модель та сейсмічний стан Закарпаття за результатами деформаційних спостережень // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.157–159.
8. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Коваль Ю.П. Динаміка сучасних рухів земної кори в зоні Оашського глибинного розлому // Вісник Київського національного університету імені Т.Шевченка. Серія “Геологія”. — 2014. — вип. 2(65). — С.38–42.

Морфология околоядерной области кометы 67P/Чурюмова–Герасименко в появлении 1969–1970 гг.

Клещонок В.В., Чурюмов К.И., Мозговая А.М., Мельник М.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Комета 67P/Чурюмова–Герасименко была открыта 23 октября 1969 года Климом Чурюмовым и Светланой Герасименко на 5 фотопластинках, полученных участниками Кометной экспедиции Киевского национального университета имени Тараса Шевченко в сентябре 1969 г. с помощью 0,5 м телескопа Максудова Астрофизического института имени В.Г.Фесенкова АН Казахстана в г. Алма-Аты на Каменском плато. Два изображения новой кометы 9 сентября 1969 г. и одно изображение 11 сентября (принятое первоначально за изображение кометы 37P/Комас Сола) были получены Светланой Герасименко и Людмилой Чирковой, еще два изображения новой кометы были получены Климом Чурюмовым 21 сентября 1969 г. Через месяц 23 сентября 1969 г., тщательно изучив и определив по измерениям на КИМ-3 точные 5 положений, оказавшимся новой кометы, К.Чурюмов и С.Герасименко сообщили о своем открытии в Центральное Бюро астрономических телеграмм проф. Б.Марсдену, который подтвердил открытие по сообщения многочисленных обсерваторий мира и присвоил ей обозначение 1969h и присвоил имя — комета Чурюмова–Герасименко. После открытия комета наблюдалась фотографически для уточнения орбиты в ноябре-декабре 1969 г. и январе-марте 1970 г. в Алма-Ате, Бюракане и Научном в Крыму С.К.Всехсвятским, В.Л.Афанасьевым, С.И. Герасименко, Н.С.Черным и др. В последующих появлениях (особенно активно в появлении 1982–83 гг.) комета 67P многократно наблюдалась астрономами К.И.Чурюмовым, И.Д.Караченцевым, Д.А.Рожковским, Э.Ремер (США), Б.Милле и С.Кучми (Франция), А.Р.Баранским, В.А.Пономаренко и др. Во многих появлениях кометы были обнаруженные джеты, которые представляют собой выброс газа и пыли из активных областей на поверхности ядра. Последние снимки кометы с космического аппарата Розетта в непосредственной близости от кометы также показывают наличие джетов. Первые фотографические пластинки с изображениями кометы, которые были получены 1969–1970 гг., были переобработаны с помощью современной методики с целью выявления структур в околоядерной области кометы. Фотопластинки сканировались с помощью сканера с разрешением 1200 dpi и разрядностью 16 бит на пиксел в серой шкале. Исходные изображения записаны в файлы в TIFF формате. Масштаб изображения при этом составил 3,7"/пиксел. Для обработки выбиралась небольшая часть изображения в непосредственной близости от кометы. Масштаб и ориентация системы координат рассчитывалась по изображениям соседних звезд. Для поиска и определения параметров джетов во внутренней коме кометы использовался ряд цифровых фильтров, в том числе известный фильтр Ларсона–Секанины и несколько дополнительных фильтров, которые разработаны авторами. В результате было выделено ряд джетов на последовательных фотографиях кометы. Методом наложенных

епох удалось установити, що вони відповідають трем активним областям для сучасного періода обертання ядра комети 12,404 год. Просторовне моделювання дозволило визначити координати полюса осі обертання ядра комети: $\alpha = 353^\circ \pm 20^\circ$, $\delta = -17^\circ \pm 20^\circ$, що суттєво відрізняється від сучасного значення ($\alpha = 69^\circ$; $\delta = +64^\circ$). Координати активних областей: 1) $\Delta\lambda = 0^\circ$, $\varphi \geq 30^\circ$; 2) $\Delta\lambda = 120^\circ \pm 15^\circ$, $\varphi \geq 40^\circ$; 3) $\Delta\lambda = 180^\circ \pm 15^\circ$, $\varphi \geq 60^\circ$, де λ — різниця довгот з першою активною областю. Остання може співпадати з активною областю Нарі (неофіційна назва області), яка виділяється на космічних знімках.

Енергетичний спектр космічних променів під час Форбуш-ефектів

Клюєва А.І.¹, Белов А.В.², Єрошенко Є.О.²

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України

²Федеральний бюджетний заклад науки Інститут земного магнетизму, іоносфери і поширення радіохвиль ім. М.В.Пушкова РАН, м. Троїцьк

В роботі досліджуються особливості енергетичного спектру варіацій первинних космічних променів (КП) під час Форбуш-ефектів (ФЕ), зареєстрованих у 20–24 циклах сонячної активності. Показник степеневого спектру γ та основні параметри варіацій космічних променів для кожної години спостережень розраховані на основі даних світової мережі нейтронних моніторів із застосуванням методу глобальної зйомки (Global Survey Method — GSM), модифікованого в ІЗМІРАН.

Проаналізовано кореляційні залежності показника енергетичного спектру Форбуш-знижень від типу і параметрів джерела модуляції КП (розмір, швидкість поширення, структурні особливості, геліокоординати джерела і т.п.), характеристик міжпланетного середовища (напруженість міжпланетного магнітного поля, збуреність сонячного вітру, кут нахилу геліосферного струмового шару тощо), внутрішніх і зовнішніх параметрів самого Форбуш-ефекту. Досліджено зв'язок показника енергетичного спектру ФЕ з геомагнітною активністю, в результаті чого виявлено деякі недоліки методу GSM. Базуючись на часових значеннях γ , проаналізовано закономірності в динаміці енергетичного спектру галактичних космічних променів, які є відображенням динамічних процесів в міжпланетному просторі.

Маніпулятор для орбітальної станції

Ключковський С.М.

Національний університет «Львівська політехніка»

Вибір кінематичної схеми для маніпуляторів орбітальних апаратів не в останню чергу обумовлюється мінімальними габаритами у складеному стані, формою робочого простору і жорсткістю механізму. Цим критеріям відповідає механізм руки з двома ступенями вільності [1], рухомий уздовж осі глобального переміщення, який володіє властивостями плоского пантографного механізму з додатковою можливістю переміщення в поперечному напрямі. Рука

маніпулятора, побудованого за таким принципом, окрім переміщення у напрямі видовження-скорочення зміщується також в поперечному напрямі, рівномірно при цьому згинаючись, що забезпечує підхід руки до об'єкта маніпулювання по найкоротшому шляху, або з огинанням перешкод при збільшеній маневреності. Механізм містить кілька послідовно нашарованих структурних груп паралельної кінематики, зміна геометрії ведучої групи дублюється нашарованими групами. Форма робочої зони в перетині, нормальному до осі глобального переміщення, близька до сегменту круга, висота якого дорівнює $0,8...1$ радіуса. Структура характеризується наявністю пасивних умов зв'язку, що сприяє підвищенню жорсткості. Кількість нашарованих груп може варіюватись залежно від потреб.

Розроблені методи синтезу просторових маніпуляційних механізмів на основі нашарованих пантографних груп [2]. Запропоновано ряд модифікацій структури механізму, що дозволяє сформувати сімейство схем, проведені геометро-параметричні дослідження базової групи методами комп'ютерного моделювання [3], розв'язані пряма та обернена задачі кінематики, виявлені конструктивні та геометричні обмеження існування механізму [4]. Комп'ютерне моделювання в програмі SolidWorks Motion виявило вплив зміни окремих геометричних параметрів механізму на форму робочої зони та кути тиску в кінематичних парах.

Проведені дослідження показали, що застосування маніпулятора — шарнірно-важільного механізму паралельної кінематики з нашарованими структурними групами — може знайти широкий спектр застосування на орбітальних апаратах.

1. Ключовський С.М. Підйомник. Патент України № 102461. 2013. Бюл. № 13.
2. Ключовський С.М., Гаваль Н.І. Синтез просторових маніпуляційних механізмів робіт на основі пантографних груп // Міжн. наук.-техн. конф. «Системи 2013. Термографія і термометрія, метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань». Тези доповідей. — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. — С.221–222.
3. Ключовський С.М., Путиак С.І. Параметричні дослідження двокоординатного шарнірно-важільного маніпулятора // XIII Міжн. наук.-техн. конф. «Приладобудування: стан і перспективи». Тези доповідей. — Київ: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2014. — С.107.
4. Ключовський С.М. Дослідження геометро-кінематичних характеристик двокоординатного шарнірно-важільного механізму паралельної структури // XIV Міжн. наук.-техн. конф. «Приладобудування: стан і перспективи». Тези доповідей. — Київ: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2015. — С.109.

Выборочный каталог гиперболических орбит метеорных тел по архивным данным радиолокационных наблюдений в Харькове (1976 г., август)

Коломиец С.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

В [1] опубликован каталог параметров 67 гиперболических орбит метеорных тел по архивным данным радиолокационных наблюдений в Харькове за июль 1976 г., отобранных автором с расчетом неопределенностей их параметров. Публикация данных за другие месяцы 1976 г. будет продолжена, чтобы представить круглогодичные наблюдательные данные по гиперболическим орбитам. Выборочный каталог за август 1976 г., как и предыдущий, представлен в виде таблиц из 22 столбцов по числу параметров и с числом строк по количеству метеоров за месяц. Шапка таблицы состоит из двух строк, что отображает иерархию данных в каждой из двухъярусных строк таблицы. Двухъярусные главные строки таблицы, разделенные линиями, содержат сведения об одном метеоре. Столбец № 1 отображает в верхнем ярусе строки дату наблюдения — день «D» и месяц «M» (D/M), а в нижнем ярусе строки — долготу восходящего узла метеорной орбиты (Ω) в градусах. Столбец № 2 дополняет необходимыми сведениями момент регистрации метеора. Верхний ярус строки данных об одном метеоре столбца № 2 — часы (h) и минуты (m), нижний ярус — год (здесь — 1976 г.), в шапке эта позиция носит название «эпоха». Данные столбцов № 3 — № 22 в верхних ярусах главных строк отображают следующие параметры метеоров соответственно: № 3 — V_g — геоцентрическая скорость (км/с); № 4 — V_h — гелиоцентрическая скорость (км/с); № 5 — δ — склонение и № 6 — α — прямое восхождение радианта индивидуального метеора (экваториальная система координат, град); № 7 — B — широта и № 8 — $L - L_A$ — долгота видимого радианта от апекса, град (первая эклиптическая система координат); № 9 — E_A — элонгация радианта от апекса, град.; № 10 — E^1 — элонгация истинного радианта, град.; № 11 — E_S — элонгация радианта от Солнца, град.; № 12 — B_1 — широта и L^1 — долгота истинного радианта, град (вторая эклиптическая система координат). Элементы орбиты: № 14 — $Incl$ — наклонение, град; № 15 — ω — аргумент перигелия, град; № 16 — $(-1/a)$ — большая полуось (для гипербол всегда отрицательна), № 17 — e — эксцентриситет; № 18 — p — параметр орбиты; 19 — q — перигелийное расстояние. № 20 — V_0 — наблюдаемая скорость (км/с). Координаты радианта в горизонтальной системе: № 21 — A — азимут (град) и № 22 — Z — зенитное расстояние (град). Для столбцов № 3 — № 22 в нижнем ярусе главных строк приведена неопределенность $\pm\sigma$, исключение: нижний ярус главных строк столбца № 20, здесь приведен специальный коэффициент κ . Приведены результаты статистического анализа данных.

1. Коломиец С.В. Каталог 67 гиперболических орбит метеорных тел по архивным данным радиолокационных наблюдений в Харькове // Вісник Астрономічної школи. — 2014. — 10, № 1–2. — С.123–127.

Динамика торможения ИСЗ в 23–24 циклах солнечной активности

Комендант В.Г.¹, Кошкин Н.И.², Рябов М.И.³, Сухарев А.Л.³

¹Кафедра астрономии ОНУ им. И.И. Мечникова

²НИИ Астрономическая обсерватория ОНУ им. И.И. Мечникова

³Одесская обсерватория «Уран-4» Радиоастрономического института НАНУ

Рассмотрена динамика торможения пятнадцати искусственных спутников с круговыми орбитами и изменение в движении десяти искусственных спутников с эллиптическими орбитами на основе применения спектрального временного анализа.

Перигейное расстояние искусственных спутников, двигающихся по эллиптической орбите, изменялась в пределах 260–650 км. Перигейное расстояние искусственных спутников, двигающихся по круговой орбите, изменялась в пределах 490–700 км. Наклонения у всех двадцати пяти спутников различаются и находятся в пределах 19° – 99° .

Рассмотрен характер торможения ИСЗ для полярной, среднеширотной и экваториальной зон.

Исследуемый период включает: фазы спада и длительного минимума 23-го цикла солнечной активности (2005–2008 гг.), фазы роста и максимума 24-го цикла активности (2009–2014 гг.).

Проведена частотно-временная обработка коэффициента торможения ИСЗ, а также индексов солнечной и геомагнитной активности.

Были построены периодограммы и спектрограммы для данных о торможении ИСЗ и индексов солнечной и геомагнитной активности. При их помощи получены таблицы основных периодов в торможении спутников и основных периодов в индексах солнечной и геомагнитной активности.

При помощи пакета статистического анализа Origin Pro 8.1 построены пространственные диаграммы «период – спектральная плотность мощности» для торможения ИСЗ и их сравнение с периодами основных индексов космической погоды.

Використання функцій Бесселя для розв'язку нестационарної динамічної задачі небесної механіки

Кравченко Д.В.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Сучасний розвиток астрономії та космонавтики потребує розв'язку нестационарних небесно-механічних задач, в яких розглядається динаміка самогравітуючих систем систем змінної маси — визначення законів руху космічних апаратів, зумовлених реактивними силами, що виникають за рахунок зміни маси (втрата маси шляхом згоряння пального). В астрономії зміна маси обумовлена еволюцією небесних тіл, зокрема, зміна маси зоряних систем, зміна маси комет та супутників планет. В залежності від стадії еволюції маса небесних тіл може зменшуватись (втрата маси) чи збільшуватись (акреція речовини на небесне тіло).

У зв'язку з тим, що маса тіл нестационарної задачі змінюється, з'являється додаткова сила, яку необхідно враховувати при знаходженні рівняння руху тіл у самогравітуючій системі. Однак при розв'язуванні задачі двох тіл змінної маси можливе спрощення розрахунків завдяки використанню функцій Бесселя.

Рівняння складного руху можливо описати за допомогою полінома, членами якого є еліптичні функції, що дозволяє чисельно розв'язати рівняння нестационарної задачі небесної механіки. Однак чисельні методи накладають певні обмеження на початкові умови, в тому числі на закони зміни маси. Так, наприклад, такими обмеженнями може бути можливість аналітичного отримання первних інтегралів, які дозволяють знайти необхідні вирази для заміни змінних, або рівняння зміни маси повинно буди розв'язком певного рівняння. Невиконання таких умов, зазвичай, призводить до неможливості існування аналітичного розв'язку нестационарної задачі небесної механіки. В залежності від закону зміни маси, можливе спрощення розв'язку нестационарної задачі або такий розв'язок може бути знайдено аналітично.

Використання функцій Бесселя може допомогти спростити розв'язання нестационарної задачі небесної механіки. Однак в деяких випадках формальне зведення рівняння руху до рівнянь, що розв'язуються у функціях Бесселя, може потребувати виконання умов, що не мають фізичного змісту (наприклад, від'ємна довжина радіус-вектора).

Було розглянуто умови, при яких можливе використання функцій Бесселя для розв'язку нестационарної задачі небесної механіки двох тіл для різних законів зміни маси пробного тіла.

Роль двох типів альфа-ефекту в генерації полоїдального магнітного поля Сонця

Криводубський В.Н.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

В останні роки продовжується дискусія щодо місця концентрації в сонячній конвективній зоні (СКЗ) $\alpha\Omega$ -ефекту, який служить однією із двох базових складових моделі $\alpha\Omega$ -динамо магнітного циклу Сонця. Суть α -ефекту полягає у збудженні завдяки спіральності (гіротропності) поля швидкостей в СКЗ нового полоїдального магнітного поля (протилежного спрямування по відношенні до його орієнтації в попередньому циклі) із тороїдального поля. Нами проаналізовано два типи α -ефекту, які залучаються до розгляду при побудові сценарію регенерації полоїдального поля. Перший тип, який був запропонований Паркером і Штеєнбеком [11, 12], пов'язаний з радіальною неоднорідністю турбулентної конвекції у всьому об'ємі СКЗ, тоді як другий механізм пов'язаний з поверхневими активними областями [1, 8]. В обох випадках α -ефект виникає в результаті впливу сили Коріоліса на рухи речовини, проте ці рухи в запропонованих механізмах мають різну природу [10]. «Класичний» механізм α -ефекту Паркера–Штеєнбека опирається на рухи, які виникають

внаслідок термічної конвекції, тоді як в механізмові Бєбкока–Лейтона береться до уваги магнітна плавучість. Умова появи α -ефекту Паркера–Штеєнбека полягає в тому, щоб усереднене значення спіральності поля конвективних швидкостей $\langle \vec{u} \cdot \text{rot } \vec{u} \rangle$, викликане силою Коріоліса (т.зв. кінетичний параметр спіральності), повинно відрізнятись від нуля і мати якийсь певний знак (позитивний чи негативний) на великих відстанях. В більшості теоретичних досліджень залучається до розгляду, в основному, класична (кінетична) версія α -ефекту. Згідно сучасних уявлень кінетичний α -ефект функціонує у всьому об'ємі СКЗ (див., наприклад, [7]). Проте механізм Бєбкока–Лейтона заслуговує не меншої уваги [3, 5, 6], оскільки його властивості можна оцінити (на відміну від теоретичних розрахунків) з статистичних властивостей спостережених сонячних плям. Альфа-ефект Бєбкока–Лейтона пов'язаний з законом Джоя [4], згідно з яким осі магнітних біполярних груп плям орієнтовані під певним кутом до широтного напрямку «схід–захід», так що західні (лідуючі по відношенню до обертання) плями знаходяться в середньому ближче до екватору, ніж східні хвостові плями. Середній позитивний кут нахилу (англ. *tilt angle*) впродовж циклу становить близько 4° , змінюючись при цьому від кількох градусів (для груп поблизу екватору) до $8-10^\circ$ для високоширотних груп. Нахил осі біполярних груп зумовлений дією сили Коріоліса, яка повертає спливаючі силові дуги магнітних полів (з горизонтальними складовими стікання вниз речовини), що утворюють плями. Маломасштабні полоїдальні (меридіональні) компоненти магнітних петель, які з'єднують плями з протилежними полярностями, дають внесок в глобальне полоїдальне поле в процесі розпаду активних областей впродовж циклу. При цьому маломасштабні внески мають протилежне спрямування по відношенню до орієнтації затухаючого глобального полоїдального поля поточного циклу. Турбулентна дифузія об'єднує ці маломасштабні магнітні флуктуації в крупніші утворення, а меридіональна циркуляція переносить їх до полюсів Сонця, що зрештою приводить до зародження нового полоїдального поля протилежного знаку в наступаючому циклі. Саме в цьому полягає суть нелокального поверхневого α -ефекту Бєбкока–Лейтона.

Внесок активних областей в полоїдальне поле сумірний їхньому магнітному потоку, який пропорційний площі плям. Тому в роботах [2, 5, 6] загальний внесок всіх активних областей в певному циклі описується параметром потужності циклу, який визначається як сумарний добуток площі всіх плям впродовж циклу і кутів нахилу магнітних осей відповідних біполярних груп плям до широтного напрямку. На підставі статистичного опрацювання спостережених даних близько 10 циклів в цитованих роботах було виявлено позитивні кореляції між зазначеним параметром певного циклу і введенням Макаровим і Тлатовим [9] А індексом (магнітним моментом) полоїдального поля в мінімумі активності. Також були встановлені позитивні кореляції між параметрами, пов'язаними з кутом нахилу біполярних груп плям певного циклу і потужністю наступного циклу, на підставі яких можна прогнозувати сонячну активність. Таким чином, поверхневий α -ефект Бєбкока–Лейтона відіграє важливу роль

в моделі сонячного турбулентного динамо і відкриває можливість прогнозування магнітної активності.

1. *Babcock H.W.* // *Astrophys. Journ.* — 1961. — **133**. — P.572.
2. *Dasi-Espuig M., Solanki S.K., Krivova N.A., Cameron R., Peñuela T.* // *Astronomy. Astrophys.* — 2010. — **518**, id.A7. — 10 pp.
3. *Erofeev D.V.* // *IAU Symp.* — 2004. — **223**. — P.93.
4. *Hale G.E., Ellerman F., Nicholson S.B., Joy A.H.* // *Astrophys. Journ.* — 1919. — **49**. — P.153.
5. *Kitchatinov L.L.* // *Geomagnetism and Aeronomy.* — 2014. — **54**. — P.867.
6. *Kitchatinov L.L., Oleskoy S.V.* // *Astronomy Letters.* — 2011. — **37**. — P.656.
7. *Krivodubskij V.N.* // *Astron. Nachr.* — 2005. — **326**. — P.61.
8. *Leighton R.B.* // *Astrophys. Journ.* — 1969. — **156**. — P.1.
9. *Makarov V.I., Tlatov A.G.* // *Astron. Reports.* — 2000. — **44**. — P.759.
10. *Ossendrijver M.* // *Astron. Astrophys. Rev.* — 2003. — **11**, № 4. — P.287.
11. *Parker E.N.* // *Astrophys. Jour.* — 1955. — **122**. — P.293.
12. *Steenbeck M., Krause F., Rädler R.-H.* // *Zeits. Naturforsch.* — 1966. — Bd. 21a. — S.369.

Походження і генерація магнітних полів в космосі

Криводубський В.Н.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Магнітні поля та їх незмінні супутники — швидкі частки — повсюдно поширені в космосі. Вони не можуть зупинити або змінити напрямок еволюції Всесвіту, але суттєво ускладнюють локальні процеси в зорях і галактиках, міжгалактичному просторі, в тому числі і на Сонці. Магнітні поля відповідають за сьогодишню активність Сонця та її вплив на формування космічної погоди. Тому особливої актуальності в астрофізиці набуває питання походження і генерація космічного магнетизму. Оскільки в природі не існують магнітні заряди, то в астрофізичних умовах магнітні поля можуть породжуватися тільки рухами електричних зарядів (електрострумами) або ж змінами електричних полів в космічній плазмі. Повсюдна тривала присутність космічного магнетизму і суттєва його змінність в часі і просторі в певних об'єктах змушує припустити наявність постійно діючих механізмів генерації полів. В зв'язку з цим нами зроблено огляд основних гіпотез збудження магнітних полів в космосі.

Надзвичайно важливо, що в результаті ядерних і гравітаційних сил в космічних об'єктах виділяється енергія, яка викликає турбулентні рухи іонізованого газу або електропровідної речовини. Турбулентні потоки електропровідної речовини діють подібно до динамо-машини з самозбудженням. Тому для пояснення космічного магнетизму дослідники залучають насамперед динамо-процеси — механізми підсилення первісного (реліктового) слабкого

магнітного поля рухами електропровідного середовища з позитивним зворотнім зв'язком, які приводять до самопідтримки або подальшого росту поля [1, 14, 17]. Завдання на сьогодні полягає у пошуку найбільш ймовірних механізмів самозбудження магнітного поля, хоча ведуться дослідження і в інших напрямках. Серед таких альтернативних підходів слід виділити передусім гіпотезу осцилюючого реліктового магнітного поля Сонця Дж.Піддінгтона [15] (див. також [13]). В цій моделі ключову роль відіграють меридіональні коливання (відносно осі обертання) первісного квазідипольного магнітного поля постійного знаку. Однак залишається без пояснення механізм коливань. В принципі, для зірок може бути придатною гіпотеза реліктового поля, згідно з якою спостережене магнітне поле є «скам'янілим» залишком того міжзоряного поля, яке дісталось зорі при її народженні в результаті конденсації газової хмари [5]. Трудність гіпотези полягає в тому, що під час еволюційної стадії Хаяші, притаманної деяким типам зір, конвекція може «вимести» магнітне поле із зорі. Заслуговує на увагу вивчення можливостей «батарейних» ефектів, на які вперше звернули увагу Шлютер і Бірман [16]. А. Долгинов [4] показав, що просторова неоднорідність хімічного складу речовини магнітних пекулярних зірок внаслідок батарейного ефекту приводить до появи на поверхні зірок магнітних плям внаслідок спливання тороїдального поля. В зв'язку з виявленням деяких загальних особливостей сонячних і зоряних магнітних полів С.Гопасюк і А.Северний [3] запропонували пояснення магнітного поля сонячних плям можливою відмінністю хімічного складу активних і спокійних ділянок. Окремий напрям становить розгляд Е.Дробишевським [9] «напівдинамо»-процесів — генерації первісного магнітного поля якимось допоміжним процесом, наприклад, згадуваними батарейними ефектами Шлютера і Бірмана, з наступним підсиленням поля МГД процесами без позитивного зворотного зв'язку. Перспективність процесів напівдинамо стала очевидною після розвинення Е.Дробишевським і В.Юферовим [10] механізму топологічної накачки поля тривимірною комірковою конвекцією Бенара, яка приводить до перенесення магнітного потоку на дно сонячної конвективної зони. Залучення до розгляду топологічної накачки дозволяє пояснити підсилення полоїдального магнітного поля Сонця. Необхідно зазначити, що топологічна накачка залучалась також при побудові моделі сонячного циклу в рамках чистих динамо-процесів [2]. Варто також звернути увагу на гіпотезу П.Романчука [6] утворення магнітного поля плям шляхом підсилення слабого загального поля Сонця при підйомі із глибинних шарів до поверхні конвективного елемента.

Однак найчастіше для пояснення спостережених закономірностей магнітної циклічності Сонця залучаються різноманітні модифікації динамомеханізмів. Роль «динамо-машини» на Сонці відіграє його конвективна зона, де в результаті взаємодії обертання (з кутовою швидкістю Ω) і турбулізованої конвекції (зі швидкістю u) створюється специфічна комбінація диференційного обертання і спіральної турбулентної конвекції. Диференційне обертання, діючи на полоїдальне поле B_p , генерує тороїдальне поле B_t (Ω -ефект), тоді як усереднена спіральна турбулентність $\langle \vec{u} \cdot \text{rot} \vec{u} \rangle$ регенерує із цього поля

нове полоїдальне поле B_p (α -ефект). Замкнений цикл збудження двох складових глобального поля на основі цих ефектів прийнято називати моделлю $\alpha\Omega$ -динамо [1]. Внаслідок проведених в останні десятиліття досліджень на основі механізмів $\alpha\Omega$ -динамо з урахуванням нелінійних ефектів турбулентної плазми і даних геліосейсмології про внутрішнє обертання Сонця вдалося відтворити основні спостережені закономірності геліомагнітної циклічності, хоча ще залишилися низка проблем, які потребують подальшого вивчення (див., наприклад, [7, 8, 11, 12]).

1. Вайнштейн С.И., Зельдович Я.Б., Рузмайкин А.А. Турбулентное динамо в астрофизике. — М.: Наука, 1980. — 352 с.
2. Вандакуров Ю.В. Конвекция на Солнце и 11-летний цикл. — М.: Наука, 1976. — 156 с.
3. Гонасюк С.И., Северный А.Б. // Письма в Астрон. журн. — 1983. — **9**. — С.120.
4. Долгинов А.З. // Письма в Астрон. журн. — 1976. — **2**. — С.151.
5. Дудоров А.Е. // Астрон. циркуляр — 1986. — №1446. — С.6.
6. Романчук П.Р. // Астрон. журн. — 1963. — **40**. — С.477.
7. Cameron R.H., Dikpati M., Brandenburg A. The global solar dynamo // Space Science Reviews. — Springer, 2016.
8. Charbonneau P. // Living Rev. Solar Phys. — 2010. — **7**, № 3. — P.1.
9. Drobyshevski E.M. // Astrophys. Space Sci. — 1977. — **46**. — P.41.
10. Drobyshevski E.M., Yuferev V.S. // Journ. Fluid Mech. — 1974. — **65**. — P.33.
11. Kitchatinov L.L. // Geomagnetism. Aeronomy. — 2014. — **54**. — P.867.
12. Krivodubskij V.N. // Astron. Nachr. — 2005. — **326**. — P.61.
13. Layzer D., Rosner R., Doyle H.T. Astrophys. Journ. — 1979. — **229**. — P.1126.
14. Parker E.N. // Astrophys. Journ. — 1955. — **122**. — P.293.
15. Piddington J.H. // Proc. Astron. Soc. Australia. — 1971. — **2**, № 1. — P.7.
16. Schluter A., Biermann L. // Zeits. Naturf. — 1950. — Bd.5a. — S.237.
17. Steenbeck M., Krause F., Rädler R.-H. // Zeits. Naturforsch. — 1966. — Bd. 21a. — S.369.

Моделирование при исследовании экзопланет и околосветных дисков в ГАО НАН Украины

Кузнецова Ю.Г.¹, Мацяка А.М., Захожай О.В.,
Крушевская В.Н., Видьмаченко А.П.¹, Романюк Я.О.

¹Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Более 15 лет в ГАО НАН Украины проводятся работы по изучению экзопланет методами фотометрии и спектрометрии. Для транзитных экзопланетных систем также осуществляются и модельные расчеты. На основе сравнительно нового метода вариации момента времени середины транзита (TTV), исследована возможность поиска и регистрации внесолнечных планет в транзитных системах с использованием оригинальной авторской программы для расчетов основных орбитальных параметров систем звезд, имеющих планеты.

Для исследования систем Kepler-101 та Kepler-12 использованы фотометрические данные внеатмосферных наблюдений космической обсерватории Kepler с экспозицией в одну минуту. С целью сравнения наземных и космических наблюдений в работе использованы фотометрические данные для системы TrES-3, полученные на телескопе Celestron-14" (наблюдательная станция Лесники). Основная методика включает в себя задачу оценки модельных параметров для кривых блеска и анализ соответствующих диаграмм (О–С) для момента середины транзита. В случае внеатмосферной фотометрии для анализа диаграмм (О–С) использован граничный случай TTV теории. Расчеты для кривых блеска проводились методом Монте-Карло по схеме Марковской цепи.

Также последние 10 лет ведутся исследования околозвездных дисков. Разработан новый алгоритм для расчетов распределения энергии в спектрах систем, содержащих сферический центральный источник и окружающий его протопланетный диск, имеющий разные размеры внутренних полостей и разные законы расширения. Алгоритм позволяет моделировать распределения энергии в спектрах (РЭС) систем с центральной щелью и без нее, получать выражения для предельных углов наклона к наблюдателю и площадей проекций составляющих систем, учитывать различные варианты их взаимного экранирования. Используя этот алгоритм, моделируются РЭС от звезд и субзвезд с разными массами (от коричневых карликов до горячих звезд спектрального класса В), которые окружают диски на разных стадиях эволюции (от 1 до 100 млн. лет).

Исследования экзопланет в ГАО НАН Украины

Кузнецова Ю.Г.¹, Крушевская В.Н., Видьмаченко А.П.,

Шляхецкая Я.О, Андреев М.В., Романюк Я.О.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

В ГАО НАН Украины с 2000 г. ведутся исследования экзопланет. Используются результаты оригинальных спектральных и фильтровых фотометрических наблюдений для проведения работ в нескольких направлениях. Спектральные наблюдения проводятся на 2-м телескопе пика Терскол, фотометрические — на телескопах «КИТ» в Лесниках, «Целестрон-14"» в ГАО НАНУ и ряде других. С 2009 г. значительное внимание уделялось исследованиям звезд с транзитными планетами, фотометрии затменных двойных систем и поиску возможных компаньонов в таких системах. Так, в рамках международной наблюдательной кампании «The Dwarf project: Eclipsing binaries — precise clocks to discover exoplanets» по поиску планет в системах затменных двойных звезд проводится фотометрическое патрулирование более 50 короткопериодических систем. К ним относятся маломассивные двойные с К и М карликами, короткопериодические горячие субкарлики (sdB, sdO) с М компонентами и системы с белым карликом.

Также проводятся исследования систем звезд солнечного типа с планетами с целью изучения их хромосферной активности. По результатам перио-

дограммного аналізу фотометричних даних, отриманих з багаторічного моніторингу ряду зірок з близькими планетами і масою $(0,066 - 1,9) \cdot M_J$, зареєстровані періодичні зміни яркості, що відповідають орбитальним періодам екзопланет, визначеним за методом радіальних швидкостей, і їх гармонікам. Ці періодичності ми асоціювали з хромосферною активністю батьківських зірок. Найбільші значення амплітуди зміни яркості серед досліджуваних нами систем визначені для системи Qatar-1, а найменші — для HD219828.

В спектральних дослідженнях особливості, що підтверджують хромосферну активність, фіксувалися в найбільш потужних фраунгоферових лініях спектра H&K CaII. Аналіз спостережень системи HD189733, що складається зірки спектрального класу K1–K2 і однієї транзитної екзопланети, дозволив зареєструвати і виміряти центральні емісії в ядрах ліній H&K CaII, які, як відомо, індикаторами хромосферної активності зірок. За результатами обробки спектрів з роздільною здатністю $R = 45\,000$ на 2-м телескопі обсерваторії піка Терскол для транзитних екзопланетних систем HD189733 і WASP-33 були досліджені варіації параметрів вибраних спектральних ліній при транзиті. Зареєстровані зміни центральної глибини і еквівалентної ширини абсорбційних ліній H_α , H_β , H_γ , H_δ , H&K CaII, NaI (D1) і NaI (D2) в період явища транзиту.

В межах виконання робіт за міжнародним проектом SPAREBIS за результатами обробки значущого масиву даних по багатьом об'єктам, в системах тісних взаємно затіняємих подвійних зірок V0873 Per і AR CrB методом транзиту виявлені невідомі раніше компоненти, якими є червоні карлики з такими параметрами: для V0873 Per: $P_{\text{orb}}(1+2) = 0,2949039^d$, $P_{\text{orb}}(3) = 299,0^d$, $M_3 = 0,1M_\odot$; для AR CrB: $P_{\text{orb}}(1+2) = 0,3973515^d$, $P_{\text{orb}}(3) = 150,5^d$, $M_3 = 0,1M_\odot$.

Випробування макету поляриметра УФП на телескопі АЗТ-2

Левченко Т.А.², Неводовський П.В.¹, Відьмаченко А.П.¹,

Мороженко О.В.¹, Сарибіга Г.В.², Збруцький О.В.², Івахів О.В.³

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України

²Національний технічний університет України «КПІ»

³Національний університет «Львівська політехніка»

Головна астрономічна обсерваторія НАН України спільно з Національним технічним університетом України «КПІ» та Національним університетом «Львівська політехніка» протягом тривалого часу працюють над проектуванням оптичних поляриметрів для дослідження стратосферного шару Землі з борта штучного супутника. За цей час було накопичено великий досвід виконання таких робіт та створено макет бортового малогабаритного ультрафіолетового поляриметра (УФП) [1–5].

Для випробувань наземного варіанту макету УФП, встановленого на телескопі АЗТ-2 (ГАО НАН України, м. Київ) з метою дослідження можливості визначення ступеня поляризації сутінкового світіння земної атмосфери та

впровадження цієї методики при розробці космічного експерименту з дослідження стратосферного аерозолу з космосу, розробляється спеціальний комплекс апаратури, який дозволить адаптувати макет УФП до телескопу АЗТ-2, та провести вище наведені роботи. Детальніше інформація стосовно цієї роботи та застосованої методики дослідження [6, 7] викладена у доповіді.

Дана робота є складовою частиною виконання задачі з постановки космічного експерименту щодо дослідження стратосферного аерозолу Землі. Її виконання дасть змогу прояснити проблеми пов'язані зі змінами стратосферного аерозолу в озоновому шарі Землі. Це напряму пов'язано з тематикою збереження та поліпшення стану навколишнього середовища.

1. *Geraimchuk M., Genkin O., Ivakhiv O., Kureniov Yu., Morozhenko O., Nevodovskyi P., Petrenko S.* Elements and Systems of Polarization Devices for Aerospace Investigation. — Kyiv: EKMO, 2009. — 188 p.
2. *Nevodovskyi P., Morozhenko O., Vidmachenko A., Ivakhiv O., Geraimchuk M., Zbrutskyi O.* Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation // Proceedings of 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2015), Warsaw, Poland, September 24–26, 2015, vol. 1. — P.28–32.
3. *Nevodovskiy P.V., Morozhenko A.V.* Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter // Acta Astronautica. — 2009. — **69**, № 1. — P.54–58.
4. *Nevodovskiy P.V.* Kvantakons and optimization of their parameters for astronomical observations // Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. — 2001. — Suppl. No. 1. — P.283–285.
5. *Vid'machenko A.P., Nevodovsky P.V.* A cooled photomultiplier with an InGaAs photocathode developed for the spectropolarimetry observations // Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. — 2000. — Suppl. No. 3. — P.283–285.
6. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskiy P.V., Kostogryz N.M.* On the efficiency of polarization measurements while studying aerosols in the terrestrial atmosphere // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. — 2014. — **30**, № 1. — P.11–21.
7. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskyi P.V.* Aerosol in the Upper Layer of Earth's // Kinematika Fizika Nebesnykh Tel. — 2013. — **29**, № 5. — P.243–256.

Нові спостережні дані про екстремально сильні магнітні поля в активних областях на Сонці

Лоцицький В.Г.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Більшість методів вимірювання сонячних магнітних полів ґрунтується на ефекті Зеємана, який дозволяє вимірювати магнітні поля у дуже широкому діапазоні ($\sim 0,1 - 10^6$ Гс). Найбільш надійно магнітне поле вимірюється тоді, коли в спектрі спостерігається повне спектральне розділення зеєманівських π - та σ -компонент. Фактично такий випадок реєструється лише в тіні великих

сонячних плям, і це дає змогу надійно виміряти модуль напруженості локального магнітного поля. Згідно з прямими вимірюваннями, у цих місцях на Сонці величина магнітного поля, як правило, 2100–2900 Гс, хоча іноді (дуже рідко) бувають і плями з магнітним полем до 4000–6100 Гс. Можливе існування на Сонці ще більш сильних магнітних полів впливає як з спостережень, так і теорії.

Стосовно спостережень, то ще Stenflo (1966) виявив, що виміряні локальні магнітні поля є тим сильнішими, чим вище просторове розділення інструмента. На основі використання методу «відношення ліній» (Stenflo, 1973), він припустив існування дуже тонких (просторово нероздільних) силових трубок (fluxtubes), в яких навіть за межами сонячних плям величина магнітного поля по порядку величини така ж, як у плямах — близько 1,1–2,3 кГс. Цей висновок був підтверджений пізніше іншими дослідниками, однак у всіх наступних роботах у цьому напрямі використовувались лише спектральні лінії з великою й помірною магнітною чутливістю — з ефективними факторами Ланде $g_{\text{eff}} = 1,67 - 3$. У методичному відношенні, вимірювання в таких лініях адаптовані на відносно вузький діапазон напруженостей — не вище 10 кГс (Lozitsky, 2015). Спостереження деяких спектральних ефектів у лініях з дуже малими факторами Ланде ($g_{\text{eff}} \approx -0,01$) показали, що принаймні у сонячних спалахах можливі значно сильніші магнітні поля, на рівні $10^4 - 10^5$ Гс (Lozitsky, 2011; 2015).

Стосовно теорії, то існування таких особливо сильних полів можливе з точки зору «перетворень подібності» (“similarity transformations”: Alfven and Fälthammar, 1963). Основна ідея тут в тім, що якщо змінюється лінійний масштаб системи, то інші фізичні параметри системи мають змінюватись не довільно, а за певними законами. Stenflo (2000) пише: “Припустимо, лінійний масштаб системи змінився на фактор γ . Тоді з рівнянь Максвелла впливає, що часовий масштаб має змінитись також на той же фактор... Магнітне поле B має змінюватись тоді як $B \sim \gamma^{-1}$, густина електричного струму — як $\mathbf{j} \sim \gamma^{-2}$, електрична провідність $\sigma \sim \gamma^{-1} \dots$ ”. Відповідно до цього критерію, можна очікувати дуже сильні магнітні поля, але у дуже дрібних магнітних структурах, причому особливо сильні магнітні поля можуть існувати саме у субтелескопічних структурах. Останні спостережні дані щодо цього (Lozitsky, 2016) і планується представити під час доповіді.

1. *Alfven H., Fälthammar C.-G.* Cosmical Electrodynamics — Fundamental Principles. — Oxford: Oxford Univ. Press, 1963. — P.137.
2. *Lozitsky, V.G.* // Int. Journ. Astron. Astrophys. — 2011. — **1**, № 3. — P.147.
3. *Lozitsky V.G.* // Advances in Space Research. — 2015. — **55**. — P.958.
4. *Lozitsky V.G.* // Advances in Space Research. — 2016. — **57**. — P.398.
5. *Stenflo J.O.* // Solar Physics. — 1973. — **32**, № 1. — P.41.
6. *Stenflo J.O.* // Journ. of Astrophys. and Astron. — 2000. — **21**. — P.451.

Зоря на ім'я Сонце: наукові дані і невирішені проблеми

Лоцицький В.Г.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Найближча до нас зоря — Сонце — вивчена нині більш детально, ніж будь-яка інша зоря Всесвіту. Це гігантська плазмова куля, яка більша за Землю по діаметру у 109 разів. Вона приблизно у стільки разів більша за людину, у скільки разів людина більша за атом. Сонце світить завдяки реакції термоядерного синтезу водню у гелій, яка відбувається в ядрі Сонця при температурі близько $15 \cdot 10^6$ К і тиску $\sim 10^{11}$ атм. Ця реакція протікає дуже повільно, завдяки тунельному ефекту, і теоретично має забезпечити світіння Сонця на тому ж рівні, що й зараз, приблизно ще $5 \cdot 10^9$ років. Загальне енерговиділення Сонця майже не змінюється з часом у сучасну епоху (з точністю $\approx 0,1\%$), що дуже важливо для існування високорозвинутого життя на Землі.

Стосовно минулого, то є суперечливі дані про зміну світності Сонця. Згідно зі стандартною моделлю Сонця, за останні 4 млрд. років світність його мала б зрости на $\approx 30\%$. Однак не узгоджується з даними моделювання клімату і палеонтологічними даними — з них випливає, що світність Сонця змінювалась максимум на 5%. Навпаки, згідно з записами у деяких древньоруських літописах і європейських хроніках, іноді Сонце чомусь помітно тьмяніло на тривалий час (кілька днів), так що при безхмарному небі були видні вдень інші зорі. Поскільки суттєвого похолодання тоді не відмічалось, невідомо, що відображають ті записи у літописах і хроніках — неадекватний стан спостегачів чи дійсно якісь реальні процеси в природі.

На відміну від світності Сонця, зміни сонячної активності (кількість плям на Сонці, сонячних спалахів, корональних викидів маси і т.п.) бувають дуже значні — на рівні десятків і сотень %. Зокрема, сонячна активність впливає на рівень іонізуючої радіації в навколоземному просторі, умови прийому радіохвиль (особливо в полярних областях), швидкість росту зелених насаджень (що видно по ширині річних кілець дерев), частоту виникнення землетрусів на Землі, кліматичні зміни, тощо. Чи впливає сонячна активність на рівень соціальної напруги на Землі (кількість війн, битв, революцій і т.д.) — питання дискусійне. Близько століття тому О.Л.Чижевський дійшов висновку, що дійсно впливає, тобто що сонячна активність є «космічним генератором нервово-психічного збудження людей». Сучасні дані про варіації сонячної активності в минулому не підтверджують цей висновок. Зокрема, квазіперіодичні коливання рівня соціальної напруги на Землі спостерігались також в епоху Маундерівського мінімуму (1645–1715 pp.), коли Сонце було дуже «спокійним». Крім того, відмічені окремі випадки, коли інтенсивні події відбувались спершу на Землі, а вже потім на Сонці. Ймовірність випадкового співпадіння таких подій іноді дуже мала (близько 1% або й менше), що дозволяє припустити можливий зовнішній вплив на сонячну активність. Цю проблему планується обговорити під час доповіді.

Глобальні продукти обробки зображень теплового діапазону електромагнітного спектру

Лубський М.С.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, Київ

Застосування сенсорів теплового діапазону інфрачервоного випромінювання (3–14 мкм) дозволило значною мірою розширити спектр задач, до вирішення яких можливо застосувати засоби дистанційного зондування та створити ряд продуктів на основі отриманих зображень.

Переважна більшість даних теплового знімання представлена зображеннями просторовою з розрізненністю 1 км і більше. Найпершим сенсором теплового знімання став Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), який застосовуються на супутниках серії NOAA, експлуатація яких розпочалась 19 жовтня 1978 року і триває досі. Наразі функціонуючий ряд супутників NOAA представлений трьома платформами (NOAA-15, 18 та 19 на яких застосовується третє покоління сенсорів AVHRR), які щоденно постачають зображення усієї території Землі із просторовою розрізненністю 1,1 км. У тепловому діапазоні на основі зображень AVHRR створюються теплові карти поверхневих вод та хмарного покриву (денні та нічні).

Найбільшого поширення набули дані, отримані сенсором MODIS, встановленого на супутниках TERRA та AQUA, введених в експлуатацію в 2000 та 2002 роках відповідно. Даний сенсор має 16 каналів у тепловому діапазоні та формує зображення у тепловому діапазоні із просторовою розрізненністю 1 км із повторюваністю 8 діб. Основними продуктами на основі теплового знімання є MOD11 (Land Surface Temperature and Emissivity) температура поверхні та коефіцієнт теплового випромінювання та MOD14 (Thermal Anomalies/Fire) — виявлення теплових аномалій та пожеж. Коефіцієнт теплового випромінювання — важлива характеристика земної поверхні, без врахування якої неможлива оцінка температури об'єктів та поверхонь, визначається за рахунок виявлення основних типів поверхонь, оцінювання атмосферного стовпа водяної пари та температури нижньої границі атмосфери. Також на основі даних MODIS виконується картування температур поверхневих вод на основі короткохвильового (3,9–4 мкм) та довгохвильового (11–12 мкм) знімання.

Також глобальна карта коефіцієнтів теплового випромінювання створена за допомогою сенсора ASTER, який виконує знімання у тепловому діапазоні у п'яти спектральних діапазонах із просторовою розрізненністю 90 м. Цей продукт, який отримав назву Global Emissivity Dataset (GED), має просторову розрізненність 100 м, він став загальнодоступним у квітні 2014 р. Застосування алгоритму TES (Temperature and Emissivity Separation [1]) дозволило досягнути точності визначення коефіцієнта теплового випромінювання $\pm 0,001$.

Серед даних теплового інфрачервоного знімання більшої просторової розрізненності найбільш застосованими є дані супутників серії Landsat. Зображення сенсора ETM та ETM+, які застосовувались на супутниках Landsat 5 та 7 мають просторову розрізненність 60 м, а сенсора TIRS — 100 м. Ці дані

добре зарекомендували себе при картуванні теплових островів міських агломерацій [2] та за рахунок просторової узгодженості між даними більш старих та нових супутників дозволяє будувати на їх основі довгострокові часові ряди.

Нині дані теплового знімання набувають все більшої актуальності, що призводить до розробки нових систем дистанційного моніторингу, одна з яких — ECOSTRESS [3], однією з задач якої є вимірювання температури сільськогосподарських культур та визначення їх стресостійкості.

1. Gillespie A., Rokugawa S., Matsunaga T., Cothorn J.S., Hook S., Kahle A.B. temperature and emissivity separation algorithm for Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) images // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. — 1998. — **36**. — №4. — P.1113–1126.
2. Станкевич С.А., Филиппович В.Е., Лубский Н.С., Крылова А.Б., Крицук С.Г., Бровкина О.В., Горный В.И., Тронин А.А. Интеркалибрация методов восстановления термодинамической температуры поверхности урбанизированной территории по материалам тепловой космической съёмки // Электронный научный фаховий журнал «Український журнал дистанційного зондування Землі». — 2015. — № 7. — Режим доступу: www.ujrs.org.ua.
3. Murphy R. NASA's ECOSTRESS Will Monitor Plant Health // Jet Propulsion Laboratory, California Institute of technology. — October 27, 2014. — <http://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2014-376>

Альbedo астероидов из покрытий: новые определения и пересмотр ранее полученных данных

Михальченко О.И., Шевченко В.Г.

НИИ астрономии ХНУ имени В.Н. Каразина

Диаметры астероидов, полученные из прямых измерений при покрытиях астероидами звезд, более точны, чем данные, полученные другими методами (за исключением диаметров, полученных с помощью космических миссий к конкретным астероидам, но таких данных пока еще очень мало). Если на момент покрытия известна абсолютная звёздная величина астероида, то можно получить наиболее точное значение его альbedo. Такая работа была впервые выполнена В.Г. Шевченко и Э.Ф. Тедеско в 2006 году [4]. Используя данные о наиболее качественных диаметрах из покрытий, они определили альbedo для 57 астероидов. Эти данные в дальнейшем успешно применялись как калибровочные для альbedo, полученных другими методами [1, 2]. За прошедшие десять лет база данных по диаметрам, полученным из покрытий, увеличилась на порядок. К тому же в 2010 году была предложена новая фазовая функция H , G_1 , G_2 [3], позволяющая определять абсолютные звёздные величины астероидов с более качественным учётом оппозиционного эффекта, а также появились новые данные о высокоточных фазовых зависимостях блеска, включающих и предельно малые углы фазы $< 1^\circ$, в том числе и для астероидов, для которых имеются диаметры из покрытий [5, 6]. Все эти факторы позволяют существенно увеличить количество данных по альbedo из покрытий и расши-

рять новую шкалу альbedo на новые таксономические классы астероидов и на более мелкие по размеру объекты.

В данной работе были выполнены новые оценки альbedo астероидов из обновлённой базы данных по покрытиям, а также пересмотр ранее полученных данных по альbedo астероидов с учетом уточнённых значений их абсолютных звёздных величин. Рассмотрены корреляции между наборами альbedo, полученными из покрытий и другими методами, в основном по данным инфракрасных наблюдений.

1. *Cellino A., Gil-Hutton R., Dell'Oro A., et al.* A new calibration of the albedo-polarization relation for the asteroids // *Journ. Quant. Spec. Rad. Transfer.* — 2012. — **113**. — P.2552–2560.
2. *Masiero J.R., Mainzer A.K., Grav T., et al.* Main Belt Asteroids with WISE / NEOWISE. I. Preliminary Albedos and Diameters // *Astrophys. J.* — 2011. — **741**. — P.68.
3. *Muinenen K., Belskaya I.N., Cellino A., et al.* A three-parameter phase-curve function for asteroids. // *Icarus.* — 2010. — **209**. — P.542–555.
4. *Shevchenko V.G., Tedesco E.F.* Asteroid albedos deduced from stellar occultations // *Icarus.* — 2006. — **184**. — P.211–220.
5. *Shevchenko V.G., Chiorny V.G., Gaftonyuk N.M., et al.* Asteroid observations at low phase angles. III. Opposition effect of dark asteroids // *Icarus.* — 2008. — **196**. — P.601–611.
6. *Shevchenko V.G., Belskaya I.N., Muinenen K., et al.* Asteroid observations at low phase angles. IV. Average parameters for the new H, G₁, G₂ magnitude system. // *Planet. Space Sci.* — 2016. — **123**. — P.101–116.

Долгопериодические календарные лунно-солнечные циклы

Михальчук В.В.

Астрономическая обсерватория Одесского национального университета,
Национальный университет «Одесская морская академия»

Лунно-солнечный цикл продолжительностью 19 лет (метонов цикл), устанавливает взаимосвязь между возрастом Луны и датой календарного года по лунному числу, постоянному для данного года. Для повышения точности вычисления была введена дополнительная поправка за месяц к возрасту Луны [1]. Анализ структуры лунно-солнечного цикла показал, что кроме двух приближений 19-летнего метонова цикла (простого и усредненного) [2, 3], имеющих ограниченную точность на большом интервале времени, существует еще более точное третье приближение — долгопериодический лунно-солнечный цикл (реальный или тропический), состоящий из целого числа 19-летних циклов [4]. Лунное число для всех указанных видов лунно-солнечного цикла определяется по универсальной формуле [2–4], содержащей вековую поправку, зависящую от вида цикла.

В календарном летоисчислении тропический год не используется, так как его продолжительность не выражается целым числом средних солнечных суток, что ограничивает практическое использование в солнечном календаре

(юліанском или григоріанском) реального (тропічного) лунно-сонячного циклу. Поэтому введені відповідні календарні довгоперіодическі лунно-сонячні цикли (юліанський і григоріанський), пристосовуючі універсальну формулу [2–4] не к тропічному року, як в реальному лунно-сонячному циклі, а к юліанському і григоріанському календарним рокам. Перехід к этим циклам здійснюється шляхом зміни початкового року основного поточного циклу і вікової поправки для лунного числа, що дозволяє підвищити точність вивчення віку Луни і лунного числа на дуже великому інтервалі часу (порядка декількох тисячоліть).

1. *Михальчук В.В.* Уточнення віку Луни в лунно-сонячному циклі // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — **6**. — С.69–72.
2. *Михальчук В.В.* Різні види лунно-сонячного циклу і їх застосування для вивчення віку Луни // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — **8**. — С.104–107.
3. *Михальчук В.В.* Підвищення точності наближеного вивчення віку Луни і методи визначення лунного числа в мореходній астрономії // Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА, Вип.23. — Одеса: ИздатИнформ, 2013. — С.81–92.
4. *Михальчук В.В.* Довгоперіодичність в реальному лунно-сонячному циклі // Вісник Астрономічної школи. — 2014. — **10**, № 1. — С.66–69.

Каталог і побудова діаграм Гротріана для ліній мультиплетів хімічних елементів, що спостерігаються в спектрах метеорних ком

Мозгова А.М.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Метеори — явища в атмосфері Землі, які спостерігаються у вигляді яскравих смуг на нічному небі і є наслідком згорання метеорних частинок космічного походження, що влітають в атмосферу з великими швидкостями, під час їхнього гальмування шарами земної атмосфери.

Досліджувати метеорні явища можна різними методами. Це можуть бути візуальні, фотографічні або відео спостереження, радіолокація метеорів. Важливе місце у вивченні метеорних явищ займає спектроскопія. Отримуючи і досліджуючи метеорні спектри, можна отримати ряд важливих даних про фізико-хімічні параметри метеорних тіл та процеси, що відбуваються під час метеорних явищ.

Спектри метеорів — це переважно спектри випромінювання атомів, з яких складається метеорне тіло. У них спостерігається велика кількість спектральних ліній атомів різних хімічних елементів. Метеорним спектрам характерна мультиплетна структура. Мультиплети являють собою пари або трійки близько розташованих спектральних ліній одного і того ж хімічного елемента. Іноді мультиплет може містити одну спектральну лінію або більше, ніж три.

Для деяких завдань метеорної фізики необхідно знати не тільки довжину хвилі тієї чи іншої лінії та її приналежність до даного мультиплету, але і по-

тенціальні збудження верхнього і нижнього електронних рівнів. Це може стати в нагоді, наприклад, під час вивчення розподілу атомів за рівнями і відмінності його від больцманівського, для побудови кривих росту, для визначення температури збудження в метеорних комах тощо. З цією метою будуються так звані діаграми Уолта Гротріана або діаграми термів, які показують дозволені переходи між рівнями енергій в атомах. Ці діаграми можуть бути використані для одного або декількох електронів в атомі. Їх побудова вимагає врахування специфічних правил відбору, пов'язаних зі зміною кутового моменту імпульсу електрона.

Вивчення мультиплетних структур дає можливість досліджувати властивості і поведінку атомів речовини метеорного тіла. Результати можна використовувати для побудови моделей фізико-хімічних процесів, що відбуваються під час метеорних явищ в атмосфері Землі.

Під час досліджень в області метеорної спектроскопії виникає необхідність використовувати довідники, каталоги, таблиці, що містять дані про спектральні лінії різних хімічних елементів. Виникла ідея створити каталог спектральних ліній хімічних елементів, що спостерігаються виключно в метеорних спектрах.

Найпоширенішим хімічним елементом в спектрах метеорів є залізо. Саме для нього в першу чергу нами було створено каталог ліній його мультиплетів з зазначенням термів, енергетичних рівнів (в електронвольтах) і довжин хвиль ліній. Також побудовані, по можливості, повні діаграми Гротріана для ліній мультиплетів заліза, що наочно пояснюють переходи, які супроводжують випромінювання в тому чи іншому мультиплеті.

Продовжується подібна робота з іншими хімічними елементами, які спостерігаються в спектрах метеорних ком. Створені таблиці спектральних ліній для нікелю, кобальту та магнію, що ідентифіковані в метеорних спектрах.

Застосування ДЗЗ для моніторингу лісових пожеж

Наливайко О.М.

Національний авіаційний університет, Київ

Лісові пожежі завдають значної шкоди лісовим насадженням, частково або повністю знищуючи елементи лісових екосистем, викликають зміну порід, рослинного покриву, сприяють виникненню водних та вітрових ерозій, погіршують режим стоку в річках, у сирих і вологих типах лісу викликають процеси заболочування, зміну всього біогеоценозу.

Важливу роль для запобігання, попередження та усунення наслідків пожеж має використання даних дистанційного зондування землі, зокрема космічних знімків у ГІС.

Аерокосмічні системи спостереження Землі забезпечують отримання інформації, без якої не можливе вирішення різноманітних соціально-економічних та природоохоронних завдань. Перевагами космічних методів дослідження земної поверхні є масштабність огляду, можливість отримання глобальної і локальної інформації про природні та господарські об'єкти, регулярність

спостереження Землі як системи для кращого розуміння глобальних процесів, прогнозування та мінімізації несприятливих наслідків природних і техногенних явищ та катастроф.

Висока оперативність та можливість роботи з інформацією в реальному масштабі часу дозволяють розв'язувати особливо актуальні в теперішній час задачі моніторингу. Близько 80% індикаторів стану довкілля можуть визначатися за допомогою інформації ДЗЗ.

Сьогодні на навколоземних орбітах знаходяться близько 100 космічних апаратів ДЗЗ. Україна приділяє значну увагу створенню системи дистанційного зондування Землі для розв'язання актуальних загальнодержавних завдань та інтеграції в міжнародні системи спостережень. Масштабність огляду і висока оперативність одержання інформації обумовлюють затребуваність методів ДЗЗ для інформаційної підтримки прийняття рішень у кризових ситуаціях.

Космічна інформація використовується для моніторингу потенційно небезпечних об'єктів і мінімізації ризиків, виявлення і визначення масштабів надзвичайних ситуацій, планування заходів і ресурсів для запобігання та ліквідації, оцінки наслідків техногенних аварій і природних стихійних лих.

За результатами ДЗЗ легко визначити осередки пожеж, напрям їх розповсюдження, потенційні збитки лісового господарства. Важливим є те, що чим оперативніше буде визначено осередок пожежі, тим швидше її буде усунено або стримано.

Відновлення часового стану іоносфери за даними регулярних визначень показника TEC

*Пересулько Б.О., Недогонова А.М., Крамаренко С.О.,
Джуман Б.Б., Янків-Вітковська Л.*

Національний університет «Львівська політехніка»

Використання мережі активних референсних станцій для встановлення числових характеристик іоносфери Землі дозволяє створити ефективну технологію моніторингу іоносфери в регіональному масштабі, призначену як для вирішення наукових завдань космічної погоди, так і практичних завдань координатного забезпечення геодезичного класу точності.

При використанні активних референсних станцій глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) накопичуються результати визначення показника TEC (Total Electron Content), який описує кількість іонів в атмосфері між наземною станцією та рухомим супутником. Ці дані відображають стан іоносфери у момент проведення спостережень, а також є суттєвим інструментом для підвищення точності та надійності визначення координат місця проведення спостережень.

У зв'язку з цим поставлено задачу відновити часовий стан іоносфери за даними регулярних спостережень показника TEC, або точніше VTEC — (Vertical TEC) для GNSS-станцій мережі ZAKPOS за 2016 рік.

Нами описано один із можливих шляхів розв'язання цієї задачі, який ґрунтується на математичному моделюванні із застосуванням степеневих поліно-

мів та тригонометричного ряду Фур'є. Степеневі поліноми описують тренд функції, тоді як тригонометричні ряди Фур'є дають можливість краще змоделювати флюктуацію.

Запропонована методика дає стійкі результати щодо експериментального відновлення часового стану іоносфери, а миттєва точність відновлення є прийнятною для поставленої задачі.

Застосування нашого алгоритму для опрацювання даних, що базуються на мережі GNSS-станцій, відкриває можливості для створення моделі іоносфери, аналізу особливостей параметрів іоносфери, дослідження зовнішніх впливів на їхню зміну з часом, а також для вдосконалення розв'язування задач координатного забезпечення.

1. *Тихонов А.Н., Арсенин В.Я.* Методы решения некорректных задач. — М.: Наука, 1979. — 288 с.
2. *Матвійчук Я.М.* Математичне макромодельовання динамічних систем: теорія та практика. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2000. — 215 с.
3. *Янків-Вітковська Л.М.* Про обчислення параметрів іоносфери за допомогою спеціального алгоритму: перші результати // Космічна наука і технологія. — 2012. — **18**, № 6. — С.73–75.
4. *Янків-Вітковська Л.М.* Методика усереднення даних для побудови регіональної моделі іоносфери // Геодезія, картографія і аерофотознімання. — 2014. — Вип. 79. — С.35–41.

Аналіз кадастрової інформації у геоінформаційній системі для управління земельними ресурсами

Погорелов О.С.

Національний авіаційний університет, Київ

Для ефективного використання величезних обсягів даних важливо мати спеціалізовану інформаційну систему. Системи, що полегшують введення даних, їх зберігання, оновлення, використання, аналіз та виведення просторово прив'язаних до картографічних матеріалів у ГІС. В системі земельного кадастру використання ГІС на місцевому або районному рівні значно полегшило б завдання оцінки землі, яке треба виконати перед проведенням зйомки та видачі актів. На жаль, за небагатьма винятками, загальна відсутність екологічної інформації, форма, в якій існує інформація (звичайні карти замість цифрових), обмеженість наявних ресурсів (комп'ютерів) та недостатня кількість фахівців з ГІС на місцевому рівні робить цей варіант на сьогодні нездійсненним у масштабі всієї країни.

На сучасному етапі розвитку геоінформаційна технологія знаходить широке застосування в управлінні земельними ресурсами. При цьому основою проектування і управління земельними ресурсами служить земельний кадастр, який включає відомості реєстраційного і оціночного характеру про ділянки і об'єкти власності. ГІС-технологія забезпечує найбільш ефективне рішення багатьох задач. ГІС-технологія, яка виникає на межі інформатики і картографії, відкриває принципово нові можливості збору, накопичення, передачі і

обробки просторово локалізованих даних, формування нових уявлень про територіальні об'єкти на базі широкого використання комп'ютерних технологій.

Використання ГІС-технології в управлінні земельними ресурсами дозволяє створити універсальну модель, яка призначена для комплексного представлення об'єкта управління, її аналітичного вивчення і моніторинга. Завдяки використанню цієї технології вирішується ряд задач, які визначають ефективність і обґрунтованість проектних і управлінських рішень:

- упорядкування і взаємозв'язок картографічної і тематичної інформації;
- оперативне отримання багатоаспектної аналітичної інформації про стан земельних ресурсів;
- можливість аналізу і проектування об'єктів в різних програмних середовищах;
- координація локальних і стратегічних проектних рішень.

Спектрофотометричні дослідження комет C/2014 Q2 (Lovejoy) та C/2013 US10 (Catalina)

Пономаренко В.О., Сімон А.О. Чурюмов К.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Досліджено газопилові тимчасові атмосфери двох довгоперіодичних комет C/2014 Q2 (Lovejoy) і C/2013 US10 (Catalina) на основі оптичних спектрів з середньою роздільною здатністю ($\lambda/\Delta\lambda \approx 1200$). Спектри були отримані у лютому та грудні 2015 року за допомогою телескопа АЗТ-14 ($D=4,8$ м, $F=7,7$ м) і спектрографа АСП-9 на спостережній станції «Лісники» Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка. На момент спостережень комета C/2014 Q2 знаходилася на геліоцентричній відстані $r = 1,32$ а.о., геоцентричній відстані $\Delta = 1,09$ а.о., мала інтегральну зоряну величину $T = 5,2^m$. Комета C/2013 US10 на момент спостережень знаходилася на геліоцентричній відстані $r = 1,08$ а.о., геоцентричній відстані $\Delta = 1,06$ а.о., мала інтегральну зоряну величину $T = 6,5^m$.

На основі отриманого спектрального матеріалу була проведена ідентифікація емісійних смуг. Знайдено деякі фізичні параметри нейтральної газової та пилової кометних атмосфер. Побудовано розподіл загального і відбитого потоку енергії вздовж щілини спектрографа. Обчислено потоки, кількість молекул та газопродуктивність для основних молекулярних емісій, відносну пилопродуктивність ($A_f \rho$) та спектрофотометричний градієнт.

Статистичний аналіз даних землекористування для цілей регіонального управління в Україні

Путренко В.В.

ННК «Світовий центр даних з геоінформатики
та сталого розвитку» НТУУ «КПІ», Київ

Розвиток технологій дистанційного зондування Землі дозволив сформувати тематичні продукти класифікації, які лягли в основу покриття землекористування. Дані землекористування є основою для управління природними

ресурсами і регіонального планування. Одним з таких проектів є картографічний продукт GlobeLand30-2010 глобального покриття з 30-метровим просторовим розрізненням, отриманий із зображень дистанційного зондування Landsat TM і ETM+ в 2010 році.

Формування програм управління природними ресурсами і землекористуванням в Україні має чотири рівні організації: національний, регіональний, районний, місцевий. На кожному з рівнів відбувається коригування програм і вхідних даних, які використовуються для прийняття рішень в сфері землекористування. Однак на різних організаційних рівнях виникають протиріччя, основними причинами яких є диспропорції в розподіл різних видів землекористування на різних територіальних рівнях управління.

Для вирішення цих завдань була проведена обробка даних землекористування для територіальних одиниць кожного управлінського рівня за допомогою інструментів ArcToolbox ArcGis. В якості основних видів аналізу використовувалася група інструментів зонального аналізу, яка дозволяє отримати узагальнену статистику для декількох наборів даних. В якості вхідних даних використовувався растровий набір даних землекористування і векторні набори адміністративних одиниць. На місцевому рівні використовувалися полігони сільських рад, на районному рівні — полігони міст і районів, на регіональному рівні — полігони областей України. Отримані результати зонування оцінювалися щодо статистичних показників по Україні, областях і районах. Основними статистичними характеристиками, які описують розподіл, стали середні значення, амплітуда, дисперсія показників, ентропія, однорідність та ін.

Також велике значення мають методи класифікації, які використовуються при побудові картограм. Такий підхід дозволяє враховувати і погоджувати цілі раціонального землекористування і територіального планування на різних територіальних рівнях, тому що дає можливість порівняння показників як між адміністративними одиницями одного рівня, так і між регіоном і його складовими.

Розподіл амплітуди показників типів землекористування за регіонами та районами України у порівнянні показав, що для адміністративних одиниць меншого рангу за чотирма типами землекористування розподіл значень має більшу амплітуду, ніж для регіонів. Це вказує на ускладнення планування та прогнозування при переході від регіональних до районних та локальних показників.

Для всіх одиниць також було зроблено розрахунок індексу ентропії Шеннона, який вказує на різноманітність форм землекористування, що допомагає враховувати адміністративні одиниці з низьким рівнем різноманітності, пов'язані з антропогенним впливом. Низьке значення індексу Шеннона характерно для районів східної України, де воно пов'язане з високим рівнем урбанізації та південних районів, де рівень сільськогосподарських земель може досягати 80–90%.

Висновки. Сучасні дані землекористування є одним з базових продуктів класифікації даних дистанційного зондування Землі. Вони використовуються

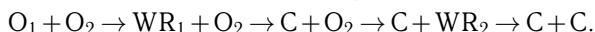
як основа для управління територіальним розвитком на різних рівнях регіонального управління. Дані землекористування створюють основу для отримання зональної статистики в вертикальному і горизонтальному розрізі для всієї території країни, що має бути використано при розробці планів використання території і збереження природного різноманіття.

Некоторые спектральные особенности спектрально-двойной звезды HD 206267

Рустамов Д.Н., Абдулкеримова А.Ф.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

Спектральная двойная звезда HD206267 (HR 8281, O6.5V+O9V, $V = 5,6$) является одной из звезд из нашей программы исследования массивных тесных двойных систем (МТДС), находящихся на различных стадиях эволюции [1]:



Звезда HD206267 соответствует стадии O+O и обладает некоторыми интересными особенностями. Так как данная звезда является членом кратной звездной системы типа трапеции — Трап 857 [2]. Звезда HD206267 является ярким компонентом А ($V = 5,6$) трапеции Трап 857 и эта звезда часто обозначается как HD206267А. Остальные три компонента этой трапеции более слабы: В ($V = 13,6$, спектральный класс неизвестен), С ($V = 8,1$, BIV), D ($V = 8,0$, B2IV). Компоненты В, С и D находятся на расстояниях $1,6''$, $11,7''$ и $19,9''$ от компонента А соответственно. Компонента А известна как спектрально-двойная и в целом классифицируется как O6.5 V. Согласно результатам спектральных исследований в оптическом и ультрафиолетовом диапазонах компонента А состоит из трех звезд: А₁ (O5V), А₂ (ранний чем В1 или O9) и А₃ (O7V или O8V) [3]. Звезды А₁ и А₂ образуют спектрально-двойную систему с 3,709784-дневным периодом. Однако гравитационная связь третьей звезды А₃ со звездами А₁ и А₂ пока окончательно не установлено [3]. Спектральные наблюдения звезды HD 206267 в красной области спектра почти не проведены.

Спектральные наблюдения звезды HD 206267 были проведены в 2011–2014 гг. в кассегреневском фокусе 2-м телескопа Шамахинской Астрофизической Обсерватории (ШАО) им. Н.Туси НАН Азербайджана. Спектрограммы были получены и обработаны с использованием пакетов программ DECH20 и DECH20T, разработанных в Специальной Астрофизической Обсерватории (САО) Российской Академии Наук [4]. Были получены 50 эшелле-спектрограмм звезды HD206267. Время экспозиции составляют 15 минут для всех эшелле-спектрограмм. При наблюдениях использовался эшелле-спектрометр с ПЗС матрицей (530×580 пикселей). Спектральный диапазон $\lambda\lambda 4000 - 7000 \text{ \AA}$, спектральное разрешение $R = 13\,600$, отношение сигнала к шуму $S/N \sim 100$. Аппаратура наблюдений подробно описана в [5]. Среднеквадратичные ошибки для позиционных измерений 3 км/с, для эквивалентных ширин 10%. Впервые для этой звезды были получены следующие результаты:

- в фіолетовій крилі лінії H_{α} обнаружена стабільна емісія;
- виявлено появлення і рух дискретного абсорбційного компонента в ядрі лінії H_{α} ;
- обнаружено, що криві лучевих швидкостей побудовані для різних ліній мають різну амплітуду.

1. *Масевич А.Г., Тутуков А.В.* Еволюція зірок, теорія і спостереження. — М.: Наука, 1988.
2. *Abt H.A.* // *Astrophys.Journal*, 1986, 304, 688.
3. *Stickland D.J.* // *Observatory*, 1995, 115, 180.
4. *Галазутдінов Г.А.*, Препринт САО РАН, 1992, 92.
5. *Микаїлов Х.М., Халілов В.М., Алекберов І.А.* // *Циркуляр ШАО*, 2005, 109, 21.

Аналіз інформативних компонент для оцінювання концентрації біохімічних параметрів рослинності за спектром відбиття

Семенів О.В.

Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України

Зростання інформаційних технологій та засобів дистанційного зондування Землі дозволяють створювати комплекси швидкого виявлення різноманітних еко-техногенних стресових ситуацій на природних і аграрних об'єктах. Чутливим індикатором стресу є рослинний покрив, а саме, змінна біохімічних та біофізичних параметрів рослин. Протягом багатьох років ведуться активні дослідження щодо розроблення моделей типу “спектральні дані” — “концентрація біохімічних компонент”. Однак широка гамма статистичних методів, значна залежність моделей від шумів та широкий діапазон вимірювань викликають цілу низку проблем.

В даній доповіді представлено підхід, що базується на застосуванні спектральних кривих відбиття та незалежного компонентного аналізу для оцінювання стану рослин. Добре відомо, що для ефективної обробки багатомірних експериментальних даних, перш за все, потрібно зменшити об'єм вхідних даних, виділивши найбільш інформативні ознаки, що характеризують те чи інше явище. В ході досліджень розроблено інформативний метод оцінювання концентрації біохімічної компоненти на основі незалежного компонентного аналізу. На відміну від методу головних компонент, в якому проводиться пошук некорельованих між собою ознак використовуючи статистику другого порядку, в незалежному компонентному аналізі здійснюється пошук статистично незалежних між собою інформативних параметрів за допомогою статистики вищого порядку. Даний підхід базується на оптимізації критерію “незалежності” між експериментальними вимірами та розрахунком лінійних неортогональних інформативних ознак.

В спектр відбиття рівномірно вносять вклад усі присутні біохімічні компоненти листків рослин. Проте форма спектральної кривої значною мірою залежить від концентрації тієї чи іншої компоненти. Іншими словами, задача

оцінювання стану рослин за спектральними даними зводиться до задачі виділення корисного сигналу із “коктейлю” змішаних сигналів (спектру відбиття) біохімічних компонент. Даний підхід використано для розробки численного алгоритму визначення концентрації хлорофілу. Для тестування розробленого методу використовувались як експериментальні спектральні криві відбиття листків озимої пшениці, так і змодельовані. Проводився аналіз стійкості алгоритму до різного роду модельованих шумів і проективного покриття, а також здійснено статистичний аналіз точності оцінювання концентрації хлорофілу на еталонних вимірюваннях.

Оцінка інвестиційного потенціалу України за допомогою ГІС

Скакун Н.А.

Національний авіаційний університет, Київ

В Україні сьогодні спостерігається значне технічне та технологічне відставання від держав зі сталою ринковою економікою, яке, на жаль, не скорочується. Тому як ніколи гостро стоять завдання досягнення економічного зростання з темпами, які випереджують розвинуті країни. Залучення інвестицій — це ключовий актив для сталого економічного росту та успішної інтеграції країни до глобальної економіки.

Інвестиційна привабливість окремих регіонів України є сприятливою умовою розвитку регіональної економіки і є основою формування інвестиційної привабливості держави в цілому. Оскільки залучення інвестиційних ресурсів в певній мірі визначає економічний і соціальний рівень розвитку територій, модифікує його виробничу структуру і встановлює кількість робочих місць, то можна зазначити, що необхідною є систематизація інформації про конкурентоспроможність регіонів та оцінку їх потенціалу.

Залучення нових технологій, зокрема геоінформаційних, дасть змогу отримувати повну і надійну інформацію у зручному вигляді. Впровадження геоінформаційних технологій (ГІТ) у визначенні конкурентоспроможності регіону і його рівня інвестиційного потенціалу дасть змогу зробити теоретичні дослідження і узагальнення даних в різних галузях, що розвиваються в регіоні. Застосування ГІТ надає можливість візуалізувати інформацію у вигляді карт, що полегшує її сприйняття. Інтеграція різноманітних даних усередині геоінформаційної системи (ГІС) дає істотні переваги і підвищує ефективність дії системи. ГІС подають інформацію візуально таким чином, що стають очевидними нові відношення, властивості і тенденції, які не можна помітити засобом текстових файлів, електронних таблиць і баз даних. ГІТ дозволяють об'єднувати різноманітні дані за певною територією, подаючи їх у вигляді структурованого інформаційного масиву. ГІТ призначені для підвищення ефективності процесів управління, збереження і подання інформації, обробки та прийняття рішень. Потенційному інвестору надається можливість простежити в покроковому режимі весь процес формування рейтингів від первинної обробки вихідної інформації до складання підсумкового рейтингу, що дозволяє не просто виділити регіони для реалізації проекту, а також диференціювати їх

за рівнем відповідності умовам ефективності й ризикованості інвестицій.

Таким чином, застосовуючи ГІС, можна розкрити всі грані інформації, укладеної в цю систему. Крім того, застосування принципів картографічного аналізу і моделювання дозволяє найбільш ефективно виявляти найрізноманітніші закономірності, зв'язки і тенденції. Застосування ГІТ для вирішення поставлених завдань дозволяє нарощувати методики оцінки інвестиційної привабливості території, змінювати базові методики оцінки інвестиційної привабливості регіону, здійснювати порівняльну оцінку досліджуваного регіону з іншими суб'єктами держави тощо.

Стенд для дослідження та випробування макету ультрафіолетового фотополариметра (УФП)

*Сорочинський Р.Р.², Неводовський П.В.¹, Відьмаченко А.П.¹,
Гераймчук М.Д.², Івахів О.В.³*

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України

²Національний технічний університет України «КПІ»

³Національний університет «Львівська політехніка»

Головна астрономічна обсерваторія НАН України разом з Національним технічним університетом України «КПІ» та Національним університетом «Львівська політехніка» протягом багатьох років працюють над проектуванням і макетуванням електрооптичних полариметрів для дослідження космічного простору. За цей час було накопичено значний досвід відносно розробки таких робіт і створено макет бортового малогабаритного ультрафіолетового фотополариметра (УФП) [1–6].

Для наладки, дослідження, випробування та тестування як всього макету УФП, так і його окремих частин, було створено спеціальний стенд зі складним комплексом апаратури, яка дозволяє проводити вищезазначені роботи. Стенд складається з блоку випромінювання зі змінними джерелами випромінювання, блоку приймача з комплексом вимірюваної апаратури, блоку поляризації, блоку з набором різних джерел живлення, блоку змінної високої напруги. Для роботи стенду розроблено програмне забезпечення та ін.

Така структурна побудова стенду дає змогу отримувати енергетичні характеристики як всього приладу, так і його окремих частин; спектральні характеристики, підрахункові характеристики імпульсів як сигналу світлового випромінювання, так і темного сигналу; стенд також дозволяє проводити поляризаційні дослідження та інше. Для проведення робіт на цьому стенді розроблено низку спеціальних методик для дослідження окремих параметрів як всього приладу УФП, так і його складових частин.

Більш детальна інформація стосовно цієї роботи викладена у доповіді.

1. Geraimchuk M., Genkin O., Ivakhiv O., Kureniov Yu., Morozhenko O., Nevodovskiy P., Petrenko S. Elements and Systems of Polarization Devices for Aerospace Investigation. — Kyiv: EKMО, 2009. — 188 p.
2. Nevodovskiy P., Morozhenko O., Vidmachenko A., Ivakhiv O., Geraimchuk M., Zbrutskiy O. Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investi-

- gation // Proceedings of 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2015), Warsaw, Poland, September 24–26, 2015, vol. 1. — P.28–32.
3. *Nevodovskiy P.V., Morozhenko A.V.* Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter // *Acta Astronautica*. — 2009. — **69**, № 1. — P.54–58.
 4. *Nevodovskij P.V.* Kvantakons and optimization of their parameters for astronomical observations // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 2001. — Suppl. No. 1. — P.283–285.
 5. *Vid'machenko A.P., Nevodovsky P.V.* A cooled photomultiplier with an InGaAs photocathode developed for the spectropolarimetry observations // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 2000. — Suppl. No. 3. — P.283–285.
 6. *Nevodovsky P., Morozhenko A., Vidmachenko A., Geraimchuk M., Zbrutskiy A., Kureniov Yu., Sergunin V., Hirniak Yu., Ivakhiv O.* Ultraviolet Polarimeter for Studying the Aerosol Component in the Earth Atmosphere // In Abstracts (Proceedings) of International Symposium «Atmospheric Radiation and Dynamics». — St. Petersburg, 2013. — P.218.

Методология определения технических требований к бортовой съёмочной аппаратуре дистанционного зондирования планет

Станкевич С.А., Васько А.В., Герда М.И.

Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины

Дистанционное зондирование планет предназначено для получения информации и измерений параметров объектов, явлений и материалов на поверхности планет путём регистрации их физических полей без непосредственного контакта [1]. В дальнейшем рассматриваются только иконические сенсоры БСА оптического, микроволнового и радиодиапазонов электромагнитного спектра.

Объекты на поверхности планет имеют неодинаковые физические характеристики и характер поведения во времени и пространстве. Безусловно, все те особенности объектов ДЗЗ должны быть учтены при выборе космической системы, с помощью которой формируются изображения. При создании орбитальной спутниковой системы дистанционного зондирования планеты в первую очередь должны учитываться такие характеристики объектов съёмки [2]:

- спектральный диапазон, в котором проявляют активность (генерируют или отражают излучение) изучаемые объекты и процессы;
- степень детальности регистрируемых изображений для уверенного различения объектов и пространственных взаимоотношений;
- радиометрическое разрешение, необходимое для охвата динамического диапазона изображений в различных условиях съёмки;
- площадь (геометрические размеры) сцены планетарной поверхности, который будет картироваться;
- типичный период наблюдения объектов, подлежащих мониторингу.

Задача формулировки требований к бортовой съёмочной аппаратуре (БСА) дистанционного зондирования планет декомпозируется на две последовательные подзадачи: выбор оптимального (рационального) состава комплекта БСА [3] и определение количественных технических требований к каждому из образцов БСА, вошедших в комплект [4].

Состав и структура комплекта БСА определяется перечнем поставленных задач по обнаружению и картированию объектов планетарной поверхности и возможностями картирования этих объектов с помощью того или иного типа БСА. В настоящее время для дистанционного зондирования планет принципиально возможно использовать следующие типы иконической БСА: панхроматические кадровые цифровые камеры сверхвысокого разрешения видимого и ближнего инфракрасного (ИК) диапазонов, линейковые многоспектральные цифровые камеры высокого разрешения ультрафиолетового (УФ), видимого и ближнего ИК диапазонов, линейковые гиперспектральные цифровые камеры среднего разрешения видимого, ближнего и среднего ИК диапазонов, матричные инфракрасные камеры низкого разрешения дальнего ИК диапазона, лазерные сканирующие системы ближнего ИК диапазона, радиолокационные станции с синтезированной апертурой (РСА) диапазонов K , X , C и L , подповерхностные радары диапазонов S , L и P .

При выборе рабочих спектральных диапазонов включаемых в комплект типов БСА необходимо учитывать наличие и особенности спектрального пропускания атмосферы исследуемого небесного тела. Исходными данными для моделирования и оценки предельно достижимых значений технических характеристик БСА являются параметры движения платформы-носителя относительно поверхности планеты и накладываемые массогабаритные ограничения.

1. *Fink W., Dohm J.M., Tarbell M.A., Hare T.M., Baker V.R.* Next-generation robotic planetary reconnaissance missions: a paradigm shift // *Planetary and Space Science*. — 2005. — **53**, № 14–15. — P.1419–1426.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В.І.Лялько та М.О.Попова. — Київ: Наукова думка, 2006. — 360 с.
3. *Мосов С.П., Станкевич С.А.* Методика комплексной оценки бортовой аппаратуры космических средств дистанционного зондирования // *Доповіді Аерокосмічної академії України*. — 1996. — **1**. — С.66–74.
4. *Станкевич С.А., Васько А.В., Ковтун В.І.* Технічні вимоги до уніфікованої оптико-електронної аерознімальної апаратури малих висот // *Тези доповідей Ювілейної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки”*. — Київ: ДНДІА, 2011. — С.101.

Застосування ГІТ для створення бази геоданих акваторії Чорного та Азовського морів

Трясій О.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Чорне море відіграє важливу роль у становленні України як високорозвинутої держави на теренах Європи. Особливе значення надається внутрішнім та зовнішнім транспортним зв'язкам країни через Чорне море зі світом. Також значними є ресурси та рекреаційний потенціал узбережжя моря. Для оцінки екологічного стану узбережжя доцільне застосування моніторингу акваторії. В роботі досліджено та оцінено застосування ГІТ для створення бази геоданих акваторії Чорного та Азовського морів. Актуальність досліджуваного завдання полягає у постійному моніторингу акваторії та своєчасному реагування у разі потреби.

У даній роботі розглядаються методи, умови та етапи застосування геоінформаційних технологій для створення бази геоданих акваторії. Водні ресурси піддаються значному антропогенному навантаженню, це вносить зміни у динаміку формування екологічного стану морських акваторій. Робота проводилась у два етапи: перший — проводився моніторинг аналітичних методів для обробки, дешифрування, візуалізації даних польових спостережень, а також адаптація вже існуючих сучасних методів; другий — безпосереднє створення бази геоданих акваторії Чорного та Азовського морів.

Таким чином, було створено макет геоінформаційної системи, яка б дозволяла ефективно моніторити екологічний стан акваторії та сприяла б поглибленому вивченню та дослідженню Чорного та Азовського морів в цілому.

Створення векторного шару тестових ділянок для калібрування супутникових оптико-електронних сенсорів ДЗЗ

Фарковець Є.І.

Національний авіаційний університет, Київ

На сьогоднішній день у світі на сучасний ринок продукції космічного спостереження компаніями та операторами надаються не просто високоякісні космічні знімки, а створені калібровані кінцеві інформаційні продукти (КІП) дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що базуються на даних вищих рівнів обробки в порівнянні з сирими даними космічних знімків. КІП є наборами даних, вираженими в абсолютних фізичних одиницях, точно прив'язаними в часі і просторі до спостережуваних об'єктів. Вони отримані за допомогою каліброваних час від часу у польоті засобів космічного спостереження за даними космічної зйомки і синхронних з нею наземних вимірювань. Саме наявність такого роду каліброваних кінцевих інформаційних продуктів забезпечує достовірну тематичну інтерпретацію і порівнянність даних, які надходять від різномірних джерел — як від різних космічних систем, так і від різних наземних систем дистанційного спостереження. До теперішнього часу в Украї-

ні післястартове калібрування оптичних засобів космічного спостереження з використанням контрольно-калібрувальних полігонів не здійснювалося. Тому Україна досі не виходила на міжнародний ринок послуг дистанційного зондування. Розглянуті в цьому обґрунтуванні положення результати спрямовані на вирішення в Україні проблеми післястартової метрологічної підтримки оптичних засобів космічного спостереження та реалізацію їх у наступних місіях українських космічних систем.

Оскільки у 2014 році Україна позбавилася можливості використовувати територію і тестові об'єкти НЦУВКЗ м. Євпаторія, виконання ККР в польоті може здійснюватися декількома іншими способами:

- калібрувати бортові засоби за бортовими еталонними зображеннями або джерелами випромінювання;
- перехресне калібрування, коли є достовірна можливість використовувати досяжні знімки заданої території з інших КСС, як еталонних;
- використовувати для калібрування зображень космічних небесних тіл (місяця, сонця, планет та зірок, інше).

Не втрачає актуальності і так зване вікарне калібрування за результатами синхронних космічних та наземних вимірювань відбивних характеристик тестових ділянок контрольно-калібрувальних полігонів (ККП). Тимчасово можуть використовуватись (платно) тестові ділянки закордонних полігонів, зокрема, полігони CEOS.

Глобальною метою робіт у межах зазначених наукових досліджень і є створення контрольно-калібрувального забезпечення систем ДЗЗ в Україні на базі розроблюваних науково обґрунтованих методик, розгорнутої наземної інфраструктури системи полігонів з тестовими об'єктами і вимірювальними приладами, створюваних програмно-технічних комплексів в інтересах побудови в Україні державної системи оцінки достовірності даних космічного спостереження поверхні Землі.

Основними завданнями контрольно-калібрувального полігону підсупутникової підтримки є такі:

- калібрування засобів космічного спостереження на основі синхронних даних наземних вимірювань і космічної зйомки обраних тестових ділянок і об'єктів на етапах льотно-конструкторських випробувань та штатної експлуатації;
- відпрацювання та атестація методик метрологічного післястартового забезпечення засобів космічного спостереження;
- відпрацювання та атестація методик дистанційного оцінювання стану тестових об'єктів поверхні Землі, процесів передачі випромінювання та стану середовища його поширення;
- метрологічне забезпечення сертифікації інформаційних продуктів обробки даних ДЗЗ для ефективного розв'язання завдань тематичної інтерпретації та ін.

Таким чином, роботи зі створення післястартового калібрувального забезпечення оптико-електронних сенсорів космічного моніторингу з використа-

нням підсупутникових полігонів є актуальними і такими, що відповідають світовому рівню.

1. Проаналізовано стан проблеми радіометричного калібрування оптико-електронних сенсорів космічного моніторингу, проблем створення інфраструктури підсупутникового калібрувального полігону та його геінформаційної бази даних. Відзначено, що задача радіометричного калібрування є актуальною для розв'язання в Україні, оскільки без його здійснення неможливо отримати з космічних даних кінцеві калібровані інформаційні продукти ДЗЗ, конкурентоздатні на міжнародному ринку.

2. Розглянуто інфраструктуру та геоінформаційну базу даних підсупутникового полігону на прикладі території і об'єктів Національного центру управління та випробувань космічних засобів (НЦУВКЗ) (м. Євпаторія-19)

3. Розглянуто каталог тестових об'єктів контрольно-калібрувального полігону, їх спектральні характеристики, схеми розміщення на території та встановлено, що при формуванні геоінформаційної бази даних актуальним є створення векторних шарів полігональних тестових об'єктів та їх відображення в геоінформаційній системі.

4. З врахуванням досвіду обладнання полігонів системи LANDNET CEOS проаналізовано апаратне забезпечення контрольно-калібрувального полігону, яким доцільно його оснастити для проведення наземних вимірювань: цифрові метеостанції, спектрометри, прилади для точних вимірювань геодезичних координат об'єктів, сонячні фотометри.

5. Проаналізовано широко розповсюджений векторний формат географічних файлів shape, розроблений компанією ESRI, та набір файлів цього формату, що містять інформацію про координати геометричних об'єктів, таблиці їх атрибутів, індекси для прискорення операцій з геометричними об'єктами.

6. За участю автора дипломного проекту у середовищі ГІС-пакету ArcGis 8.3 створено векторні шари полігональних тестових об'єктів, що містять інформацію про їх розташування та атрибутивні дані про назву об'єкта, назву його покриття, назву файлу спектральних характеристик, час та місце вимірювань, погодні умови.

7. У процесі опрацювання даних векторизовано низку тестових об'єктів полігону з різними типами покриттів. Векторизація полягала в оконтурюванні на супутниковому зображенні у ручному або автоматичному режимі форм обраних тестових об'єктів з точністю до пікселя і формуванні у відповідних shape-файлах даних про координати вузлів об'єктів. Далі в атрибутивні таблиці вносились відповідна інформація про об'єкт у текстовому та цифровому форматі.

Фізичні і хімічні властивості восьми ядер періодичних комет під час їх досліджень космічними місіями від “АЙСа” до “Розетти” в 1985–2016 рр.

Чурюмов К.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Першим кораблем, який пролетів у вересні 1985 г. через хвіст комети Джакобіні–Ціннера на відстані 10 000 км від ядра, був Міжнародний кометний дослідник (International Cometary Explorer-ICE) розроблений NASA, який першим виміряв значення магнітної індукції магнітного поля у плазмі хвоста цієї комети (100 нанотесла). Однак не було на борту відеокамери і про ядро комети не було отримано ніяких даних.

6 і 9 березня 1986 року поблизу ядра комети 1 Р/Галлея пролетіли два апарати — першою Вега 1 була на відстані 8890 км від ядра і потім Вега 2 на відстані 8030 км, які на високій швидкості по відношенню до ядра, що дорівнює 77 км/с, пролетіли повз ядра. Вегами, а потім європейським апаратом Джотто, який за допомогою апаратів Вега 1 та 2 наблизився 14 березня 1986 р. до відстані 600 км від ядра, було вперше розкрита основна кометна загадка і сфотографовано ядро комети Галлея. Воно було безформним, розміром $14 \times 10 \times 8$ км, монолітною гігантською брилою, вагою близько 300 мільярдів тонн, яка складається з 80% водяного льоду змішаного з органічним і мінеральним пилом і обертається з періодом 2,2 діб навколо своєї осі. Ядро також виявилось надзвичайно чорним, що відбиває лише 4% сонячного світла і дуже пористим — його густина була близько $0,5 \text{ г/см}^3$. При кожному проходженні перигелію комети Галлея її ядро, що складається з криги з домішками пилу, зменшується на 6 метрів, тобто за 30 її вже спостережуваних повернень, починаючи з 12 року до нашої ери, кометне ядро “схудло” на 180 м і його повне розтанення передбачається приблизно через 600–700 тисяч років.

Також були вивчені фізичні характеристики газу і пилу плазми хвоста та атмосфери і параметри магнітного поля. В одержанні цих даних також важливу роль відіграли два японських апарати Suisei (комета) і Sakigake (піонер), які вивчили далекі околиці комети на відстані відповідно 151 000 км (8 березня 1986 р.) і 7 мільйонів км (11 березня 1986 р.).

Зонд Джотто потім успішно наблизився до ядра комети Гріга–Шелєрупа 10 липня 1992 року і пролетів від нього на відстані ~ 200 км. Прилади Джотто виявили присутність кометних іонів на відстані 600 000 км від ядра за 12 годин до зближення з ядром. Були виявлені удари досить крупних частинок пилу. Були також досліджені хвильові процеси і прискорення деяких областей в плазмовому хвості комети.

Космічний апарат Діп Спейс 22 вересня 2001 г. підійшов до ядра періодичної комети 19Р/Бореллі на відстань 2171 км і сфотографував його. Якість отриманих зображень ядра комети Бореллі набагато краща якості ядра комети Галлея, отримані в 1986 році. За формою ядро нагадує картоплину. Розміри ядра $8 \times 3,5$ км. На поверхні ядра видно різні структури, в тому числі гори

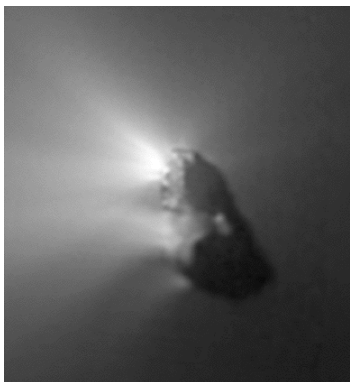


Рис. 1. Ядро комети Галлея 14 березня 1986 (фото Джотто)



Рис. 2. Ядро комети 19Р/Бореллі 23 вересня 2001 р. («Діп Спейс»)



Рис. 3. Ядро комети 81Р/Вільда 22 січня 2005 р. («Стардаст»)

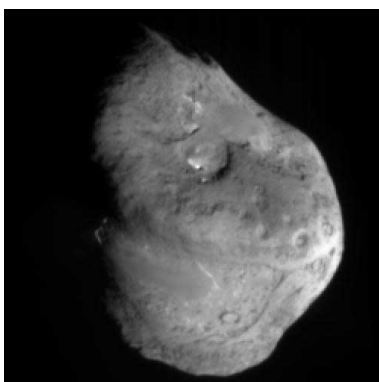


Рис. 4. Ядро комети 9Р/Темпеля 14 липня 2005 р. («Діп Імпект»)

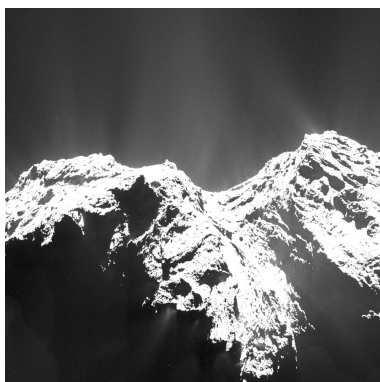


Рис. 5. Деталі рельєфу ядра комети Чурюмова–Герасименко

і долини. По всій поверхні ядра розкидані темні плями. Гладкі рівнини і пов'язані з ними світлі ділянки зосереджені у середній частині ядра. На цих структурах, формуються джети (струмені) пилу і газу, які поповнюють газом і пилом комету атмосферу.

Космічний апарат Стардаст був запущений з мису Канаверал 7 січня 1999 року і здійснив три оберти навколо Сонця, після чого 2 січня 2004 пролетів на відстані 236 км від ядра періодичної комети Вільда 2. Під час цього зближення були отримані якісні зображення поверхні ядра комети. Ядро має розміри $1,65 \times 2,00 \times 2,75$ км $\pm 0,05$ км. Альбеда = 0,03.

На зображеннях ядра комети видно піки заввишки 100 м і кратери глибиною понад 150 м. Деякі кратери мають круглі центральні басейни, оточені нерівною низкою речовини, викинутої з надр ядра, тоді як інші кратери мають абсолютно плоске дно і прямі стінки. Було винайдено велику кількість (більше 25) джетів (струменів) частинок, в різних частинах ядра. Ці струмені створили дуже небезпечну ситуацію для космічного апарату, особливо при проходженні апаратом через три гігантських джети.

За допомогою спеціального пристрою, в комірках якого знаходився аерогель, було захоплено велику кількість кометних і міжзоряних частинок, які були доставлені на Землю у посадковій капсулі, які потім було передано для аналізу в науково-дослідну лабораторію в Берклі (США). Аналіз показав, що кожна четверта частинка складається з високотемпературної речовини, такої як форстеріт і кальцієво-алюмінієві включення, які утворюються при температурах вище 1000 градусів за Цельсієм. Також було знайдено мінерали, багаті на титан і олівін.

Корабель Stardust успішно виконав основну задачу і його було переспрямовано до ядра комети Темпеля 1 з метою знайти і вивчити штучний кратер на ядрі комети Темпеля, який утворився на ньому під час виконання програми місії Діп Імпект.

КА Діп Імпект стартував 12 січня 2005 року в напрямку до ядра комети Темпеля 1, якого він досяг 3 липня 2005 р. і зробив постріл в ядро цієї комети за допомогою спеціального ударника-імпаکتора, що складався з 49% міді, 24% алюмінію і 25% з інших матеріалів, у тому числі 6,5 кг невикористаного гідразину (N^2H^4). 4 липня 2005 р. ударник на швидкості 10,3 км/с врізався в ядро комети Темпеля 1, в результаті чого на його поверхні утворився штучний ударний кратер. Відеокамери встановлені на імпакторі передавали детальні зображення поверхні ядра до 4 секунди до зіткнення. На жаль, пролітному апарату, який наблизився до ядра комети через добу після пострілу цей кратер сфотографувати не вдалося, тому що після вибуху імпаکتора з надр ядра комети було викинуто величезну хмара дрібного чорного пилу, який не дозволив сфотографувати кратер.

У спектрі викинутої речовини з кратеру виявлено ціанід водню HCN. Також припускається, що з кратеру було викинуто метилціанід (CH_3CN) з максимумом на 4,40 мікронів. На ранніх стадіях викиду речовина було

гарячою $\sim 1000^\circ \text{ K}$. Швидкість найшвидшої з частинок викидів дорівнювала 5 км/с. Кількість органічної речовини у порівнянні з водою збільшилось втричі.

Поверхня ядра покрита десятками кільцевих структур розміром від 40 до 400 м. У цілому вся поверхня ядра комети Темпеля 1 є досить однорідною за кольором і альбедо. Варіації альбедо знаходяться в межах 50% від середнього 0,04. Виходи криги на ядрі не виявлено. Було підраховано, що ядро комети Темпеля 1 втрачає 10^9 г речовини на секунду у перигелії. Було зареєстровано перепади температур на освітленому боці від $260 \pm 6^\circ$ до $329 \pm 8^\circ \text{ C}$. Основний період обертання навколо власної осі дорівнює $1,701 \pm 0,0014$ днів ($40,832 \pm 0,33$ годин). Форма ядра не чітко визначена через невеликий період обертання. Ядро розміром $7,5 \times 4,9$ км. Ефективний радіус ядра дорівнює $3,0 \pm 0,1$ км. Ядро має густину $0,6 \text{ г/см}^3$.

КА Дип Импект продовжив свій політ і в грудні 2007 р. він пролетів поблизу Землі, де отримав гравітаційний імпульс і був переорієнтований на проліт поблизу ядра короткоперіодичної комети Бетина (85P/Boethin), але в околиці її ефемеридного положення яке він пролітав в 2008 р. комету 85P не знайшов.

В листопаді 2010 КА “Діп Импект”, переіменований в місію ЭПОКСІ (Deer Impact EPOXI), пролетів на відстані 700 км від ядра комети Хартлі-2 і передав на Землю знімки ядра, що нагадує за формою кеглю, з поверхні якого викидалися численні джети пилу і газу.

Унікальна наукова космічна місія “Розетта” була розроблена ще в 1983 р. і здійснена Європейським космічним агентством в 2004–2016 рр. Основною задачею, поставленою перед космічною місією “Розетта”, було вивчення проблеми походження комет, зв’язок між кометною і міжзоряною речовиною і їх значення для походження Сонячної системи. Ці задачі були блискуче розв’язані протягом довготривалого польоту космічного корабля “Розетта” з 2004 по 2016 роки до ядра періодичної комети Чурюмова–Герасименко, відкритої в Києві астрономами Київського національного університету імені Тараса Шевченка Климом Чурюмовим і Світланою Герасименко. За допомогою космічної місії Розетта було проведено дослідження глобальних характеристик кометного ядра, визначені його динамічні властивості, вивчено морфологію поверхневого шару ядра і його хімічний склад, вивчено хімічний, мінералогічний й ізотопний склад летучих і тугоплавких речовин у кометному ядрі, визначено фізичних властивості й співвідношення летучого і тугоплавкого компонента кометного ядра, здійснено моніторинг розвитку кометної активності і фізичних процесів у поверхневому шарі ядра і внутрішній комі (взаємодія газу і пилу), а також досліджено глобальні характеристики двох астероїдів Штейнса і Лютеції, включаючи визначення динамічних параметрів, поверхневої морфології і складу цих малих планет.

Газоподібні складові її коми включають ряд з’єднань, що вказують на особливості виникнення небесного тіла. За вимірами приладів, встановлених на “Розетті”, виявлені пари води, окис, двоокис і дисульфід вуглецю, аміак, метан, метанол, формальдегід, сірководень, ціаністий водень, діоксид

сірки, сірка, натрій і магній, серед 16 складних органічних сполук вперше винайдено в кометах ацетамід — CH_3CONH_2 , ацетон — $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, метилизоціанат — CH_3NCO і пропіональдегід — $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$. Ядро комети має неправильну форму, воно складається з двох частин — “голови” і “тулуба”, з’єднаних вузькою перемичкою. На знімках “Розетти” видно грубі злами поверхні, круті гірські схили, поцятковані провалами, хребтами і брилами, покриті роздробленим матеріалом невеликі рівнинні поля. Виявлено, що ядро комети 67P/Чурюмова–Герасименко складається на $\sim 75\%$ з пилу і на $\sim 25\%$ з криги. Космічний апарат “Розетта” виявив у хмарі газу навколо ядра комети Чурюмова–Герасименко несподівано велику кількість молекул кисню O_2 , причому виявилось, що концентрація кисню однакова для всіх регіонів комети, що говорить про його неймовірну давнину. Кисень зберігся в матерії комети з часів формування Сонячної системи, що спростовує значну частину сучасних теорій формування планет. Виявилось, що кисень займає четверте місце за концентрацією і масою серед всіх газів у газовому хвості комети, поступаючи лише воді, чадному газу і вуглекислоті. Учені припускають, що кисень потрапив у надра комети Чурюмова — Герасименко в той час, коли вона уявляла собою набір з мікроскопічних зерен пилу і льоду на околицях майбутньої Сонячної системи. Також вперше було виявлено молекулярний азот у ядра комети Чурюмова–Герасименко, відношення вмісту якого до вмісту CO вказує не тільки на фазу формування N_2 , а й подальшу його еволюцію, зокрема, переважне випаровування при прогріванні ядра комети в ході його фізичній еволюції вздовж еволюціонуючої орбіти.

Деякі геометричні та фізико-хімічні параметри ядра і коми 67P Чурюмова–Герасименко (за дослідженнями Розетти, 2014–2016 рр.):

Розміри («голова» — менша частина) $2,5 \times 2,5 \times 2,0$ км

Розміри («тіло» — більшість) $4,1 \times 3,2 \times 1,3$ км

Період обертання ядра 12,4043 годин

Вісь обертання: $\alpha = 69^\circ$; $\delta = +64^\circ$

Маса ядра $\approx 10^{13}$ кг

Об’єм 25 км^3

Густина $= 0,52 \text{ г/см}^3$

Швидкість виділення водяної пари: $[\text{Q}] \text{ H}_2\text{O} = 300 \text{ мл/сек}$ (червень 2014); $[\text{Q}] \text{ H}_2\text{O} = 1 - 5 \text{ л/сек}$ (липень–серпень 2014); $[\text{Q}] \text{ H}_2\text{O} = 300 \text{ кг/сек}$ (серпень 2015);

Температура поверхні 205–230 К (липень–серпень 2014)

Підповерхневі температури 25–160 К (серпень 2014)

Відношення напівважкої води до звичайної $\text{DHO/H}_2\text{O} = 5,3 \cdot 10^{-4}$, що більше ніж в тричі, ніж в земних океанах. Індукція магнітного поля в плазмовому хвості комети $B \approx 100 \text{ нТл}$.

Детально досліджено розвиток кометної активності і утворення коми і хвоста у комети. Атмосфера навколо ядра комети утворюється з викидів газу та пилу численними джетами (струменями), найбільші і потужніші з яких роз-

ташовані в районі перемички, що з'єднує меншу частину (голову) з більшою (тулубом).

Висловлено припущення, що в ядрі комети Чурюмова–Герасименко можлива присутність мікроорганізмів.

Опыт мониторинга сумеречных болидов в 2013–2016 гг. и программа будущих наблюдений

*Чурюмов К.И.¹, Видьмаченко В.П.², Стеклов А.Ф.^{2,3},
Дашкиев Г.Н.³, Стеклов Е.А.^{2,3}, Степахино И.В.³*

¹Астрономическая обсерватория Киевского национального
университета имени Тараса Шевченко

²Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

³Межрегиональная академия управления персоналом

Коллектив авторов данного краткого сообщения создал и обеспечил работу первого варианта «Единой сети Чурюмова» по непрерывной регистрации сумеречных и дневных следов аэротехнических и аэрокосмических вторжений в небо над Киевом и областью в 2013–2016 годах. Всего получено более 36 000 авторских фотоснимков, проведена их классификация и создана первая база данных. Авторами зарегистрированы как типичные космические вторжения метеороидов, фрагментов ядер комет, так и следы аэротехнических вторжений, следы от которых, как правило, начинаются и заканчиваются на более низких высотах, чем типичные космические вторжения. Нам удалось также зафиксировать возникновение и развитие локальных, но мощных, атмосферных вихрей, что ранее было не типично для Украины, но именно это подтверждает опасные тенденции в эволюции климата. Зарегистрированы очень большие, длинные шлейфы пылевых, аэрозольных выбросов предприятий Киева, что требует применения суровых штрафных санкций. Получены большие серии фотографий летних пожаров, взрывов на нефтебазах и даже следы особых действий авиации в периоды обострений гибридной войны. В созданной авторами базе данных есть также немалое количество «следов в небе» над Киевом, которые нам пока не удалось классифицировать и идентифицировать.

Успешный и плодотворный опыт работы авторского коллектива требует резкой активизации усилий всех астрономических обсерваторий Украины по развертыванию и усовершенствованию «Единой сети Чурюмова» по непрерывной регистрации сумеречных и дневных следов аэрокосмических, аэротехнических и суборбитальных вторжений.

В работе такой сети заинтересованы МЧС, СБУ, ВСУ и многие другие ведомства и министерства, которые и должны финансировать создание гибридных фоторегистраторов всей сети, объединяющих свойства современных широкоугольных кометоискателей и характеристики суперсовременных видеорегистраторов. При этом «Единую сеть Чурюмова» должны поддержать все астрономические, метеорологические и геодезические обсерватории, Национальная Академия Наук Украины, Национальная Академия Педагогических наук, Академия наук высшей школы, планетарии, «Планетарное общество»

України, академічні, університетські, педагогічні та інші (народні, приватні, аматорські) обсерваторії.

Повномасштабне розгортання «Єдиної мережі Чурюмова» потребує створення надійних панорамних камер, систем відеонагляду з максимальним дозволом запису, з підтримкою форматів стиснення, з можливостями адекватної реальності кольорового зйомки в умовах поганої освітленості, при наявності як великих (довгих) так і малих (коротких) слідів (об'єктів). Системи повинні мати свій процесор, веб-сервер, можливість транслювати відео по бездротовій мережі, підтримувати передачу декількох відеопотоків в необхідних форматах стиснення.

Наші мережеві камери повинні мати не тільки можливості дротового і бездротового підключення до мережі одноканальних і багатоканальних відеосерверів, але й опиратися на роботу повнопривідних IP-камер з достатнім (18-кратним?) зумом, з можливостями сенсора прогресивного сканування і при цьому багатоканальні декодери повинні дозволити підключати велику кількість відеокamer з технологіями прогресивної розгортки для покращення якості зображення. Дуже бажано реалізація режимів денної, сутінкової і нічної зйомки.

Завдання, які наше час ставить перед астрономічними обсерваторіями, дуже складні, але цікаві і нарешті астрономи України, створюючи системи і мережі для неперервної фотореєстрації сутінкових і денних слідів авіаційних, авіаційних і суборбітальних вторгнень, зможуть взяти на себе нову найважливішу роль в справі захисту суспільства і держави в епоху гібридних воєн. А вдосконалена астрономія України «Єдина мережа Чурюмова» буде тільки одним з наших відповідей на виклики часу.

Міждисциплінарні наукові дослідження на основі інтеграції аерокосмічних та наземних даних

Хижняк А.В.

Державна установа «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», Київ

Міждисциплінарні дослідження, що проводяться на стику різних наук, вважаються зараз найбільш перспективними. Вони дозволяють сформулювати нові методи аналізу, на основі яких можна провести дослідження та побачити стан конкретної проблеми з точки зору різних сфер знань.

Системні дослідження в задачах природокористування, по суті, є міждисциплінарними, оскільки інтегрують дослідження з різних галузей знань (агрохімії, економіки, географії, картографії, метеорології, гідрології, біології, геології, іконіки та ін.).

Застосування геоінформаційних технологій в сукупності з традиційними інструментальними засобами, що застосовуються для проведення наукових досліджень, дозволяють отримувати якісно нові наукові результати, а також скоротити час пошуку прийнятних рішень для поставлених завдань.

Дані дистанційного зондування землі (ДЗЗ) та моніторингу навколишнього середовища можуть бути застосовані для більш ефективного вирішення завдань забезпечення розвитку і функціонування природних та антропогенно змінених об'єктів. Оскільки при ДЗЗ доводиться мати справу з різномірними даними великих обсягів, при вирішенні завдань інтеграції та інформаційного моделювання цих даних може бути використаний досвід інтеграції даних і знань в міждисциплінарних дослідженнях.

Успішне здійснення міждисциплінарних досліджень [1] передбачає одночасне рішення:

- 1) методологічної проблеми (формування предмета досліджень, в якому об'єкт був би відображений таким чином, щоб його можна було вивчати засобами всіх учасників дисциплін, а отримані результати могли уточнюватися і вдосконалюватися);
- 2) організаційної проблеми (створення мережі комунікацій і взаємодії дослідників, з тим щоб вони могли професійно брати участь в отриманні та обговоренні інформації, а також залучати до нього своїх колег з відповідних дисциплін);
- 3) інформаційної проблеми (забезпечення передачі наукових результатів отриманих між учасниками).

Для вирішення завдання інтеграції та інформаційного моделювання даних ДЗЗ пропонується використовувати методи й моделі системного аналізу, які при вирішенні задач природокористування сприяють розширенню функціональних можливостей космічного моніторингу і створюють методичну основу для формування нового науково-методичного напрямку вирішення завдань природокористування — інтеграції наукових результатів, отриманих у суміжних наукових дисциплінах [2].

За допомогою методів системного аналізу обґрунтовують найбільш раціональні математичні моделі використання космічної інформації, моделюють та прогнозують розвиток процесів, що досліджуються.

1. *Мирский Э.М.* Междисциплинарные исследования // Новая философская энциклопедия: в 4 т. / Ин-т философии РАН; Предс. научно-ред. совета В.С.Степин. — М.: Мысль, 2010. — Режим доступа: <http://iph.ras.ru/enc.htm>.
2. *Федоровский А.Д., Якимчук В.Г., Соколовская А.В.* Методы системного анализа и модели решения задач рационального природопользования и экологии на основе материалов космической съемки и наземных наблюдений (по материалам работ отдела системного анализа ЦАКИЗ ИГН НАН Украины) // Український журнал дистанційного зондування Землі. — 2014. — № 3. — С.4–24.
Режим доступа: <http://ujrs.org.ua/ujrs/issue/view/3>.

Поиск и открытие новых переменных звёзд. Исследование физических характеристик и оценка вероятности открытия переменных

Храмцов В.П.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

С появлением фотографических методов наблюдения астрономические изображения являются наиболее ёмким источником информации. На сегодняшний день архивы ПЗС-изображений используются для самых различных целей: фотометрия астероидов, поиск экзопланет, дополнение астрометрических каталогов, поиск звезд-стандартов. Но чаще всего информация, которая хранится на снимках, не используется в полном объеме.

За последние несколько лет был запущен ряд масштабных проектов нового поколения по обзору неба. Например, обзоры CSS (Catalina Sky Survey), Gaia (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics), Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System). Эти проекты имеют общую цель: определение физических и динамических характеристик для максимально возможного количества объектов. При этом открытие новых астероидов, комет, переменных звёзд различных типов будет ещё одним немало важным результатом их работы.

Но снимки неба, сделанные на различных телескопах мира за последние 20 лет (с начала активного использования ПЗС-камер), являются потенциальным источником данных для открытия новых объектов без потребности запуска масштабных обзоров. Работа посвящена анализу возможности использования архивов ПЗС-наблюдений для поиска и открытия новых переменных звёзд. В последнее время данная задача является достаточно актуальной: обсерватории всё чаще открывают свободный доступ к накопленным наблюдениям.

Цель работы — поиск и открытие новых переменных звёзд на ПЗС-снимках трёх участков неба, оценке физических характеристик обнаруженных переменных и оценке статистической вероятности открытия переменных звёзд в наблюдаемых участках неба.

Исследуемые поля находятся вблизи галактического экватора ($b \approx -6,5 \div -4,9$). Снимки получены на 0,7-метровом рефлекторе АЗТ-8 Чугуевской наблюдательной станции ХНУ им. В.Н. Каразина в 2014–2015 гг. Количество ожидаемых переменных на поле было оценено с использованием двух источников: синтетической модели Галактики (<http://model.obs-Besancon.fr>) и эмпирических данных, полученные телескопом-спутником Kepler, с помощью которых можно получить информацию о доле переменных (независимо от типа переменности) среди звезд данного спектрального типа.

В ходе исследования было обнаружено 12 переменных, 5 из которых на данный момент являются зарегистрированными в каталоге AAVSOVSX, остальные находятся в процессе регистрации. Краткая характеристика открытых переменных вынесена в таблицу на стр.97.

Табл. 1. Сводная таблица физических характеристик открытых переменных звёзд

№	USNO B1.0	Поле	RA	DEC	$m_{\max}$	Амплитуда	Период	Тип	Обнаружен- ные пере- менные	Ожидаемое количество переменных
1.	1453-0456299	2014A	23 36 53,9	+55 23 06,9	$15,12^m \pm 0,05^m$	$0,45^m \pm 0,06^m$	$0,4762^d$	EW	2	4,081
2.	1453-0456574	2014A	23 37 22,2	+55 18 06,1	$15,54^m \pm 0,02^m$	$0,24^m \pm 0,03^m$	(?)	candidate		
3.	1456-0471499	2014B	23 59 14,6	+55 37 05,9	$16,38^m \pm 0,10^m$	$0,27^m \pm 0,06^m$	$0,3400^d$	EW	6	4,509
4.	1456-0471990	2014B	23 59 56,2	+55 41 45,5	$15,90^m \pm 0,02^m$	$0,34^m \pm 0,06^m$	(?)	EA		
5.	1454-0000300	2014B	00 00 24,5	+55 27 48,6	$16,15^m \pm 0,02^m$	$0,48^m$	(?)	candidate		
6.	1455-0471667	2014B	23 59 27,4	+55 31 02,5	$14,81^m \pm 0,01^m$	$0,08^m \pm 0,02^m$	(?)	candidate		
7.	1455-0471788	2014B	23 59 37,6	+55 31 36,0	$14,50^m \pm 0,01^m$	$0,07^m \pm 0,01^m$	(?)	candidate		
8.	1456-0000290	2014B	00 00 24,8	+55 37 50,9	$14,55^m$	$0,08^m \pm 0,02^m$	(?)	candidate		
9.	1465-0461237	2015C	23 37 03,8	+56 31 59,1	$14,10^m \pm 0,01^m$	$0,5^m \pm 0,02^m$	$0,3626^d$	EW	4	8,899
10.	1465-0461448	2015C	23 34 24,5	+56 34 09,6	$15,55^m \pm 0,03^m$	(?)	$0,4088^d$	EW		
11.	1465-0461702	2015C	23 37 49,9	+56 35 35,8	$14,40^m \pm 0,01^m$	$0,42^m \pm 0,02^m$	$0,3380^d$	EW		
12.	1466-0470221	2015C	23 37 21,2	+56 37 58,8	$14,92^m \pm 0,02^m$	$0,31^m \pm 0,03^m$	$0,3420^d$	EW		

Сравнительный анализ фотометрических параметров поверхностей галилеевых спутников Юпитера

Шавловский В.И.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Предложена четырехпараметрическая фотометрическая модель (в рамках теории Хапке) [5, 6, 7] для ведущего и ведомого полушарий галилеевых спутников Юпитера: Ио, Европы, Ганимеда, Каллисто. Создан пакет программного обеспечения для разделения солнечных и орбитальных вариаций отражательной способности безатмосферных поверхностей спутников с одновременным подбором фотометрических параметров для противоположных полушарий спутников.

Суть предложенного подхода заключается в следующем [3, 10, 11, 12]. Поверхности ведущего и ведомого полушарий отличаются по своим свойствам. Поэтому для каждого полушария принимается отдельный набор параметров. Вклад каждого полушария в общий поток отраженного от поверхности излучения изменяется пропорционально проекциям площадей полушарий на картинную плоскость. Он может быть вычислен по уравнениям теории Хапке для принятых наборов параметров и значений солнечного и орбитального углов на момент наблюдений.

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

Используя долговременные фотометрические наблюдения автора и Lockwood et al. для солнечных фазовых углов $0-12^\circ$ в длинах волн 0,346, 0,470, 0,540, 0,792 мкм, получены параметры Хапке (альbedo однократного рассеяния, фактор асимметрии индикатриссы Хеньи–Гринстейна, полуширина и амплитуда оппозиционной волны) фазовых функций для ведущего и ведомого полушарий Ио, Европы, Ганимеда, Каллисто [3, 9, 10, 12, 14].

Полученные значения фотометрических параметров показывают, что поверхность ведущего полушария Каллисто [1, 2, 3, 10] состоит из частиц, имеющих более сильное обратное рассеяние и более пористое состояние, чем поверхность ведомой стороны.

Значения полученных параметров подтверждают существование полушарной дихотомии фотометрических характеристик поверхности Ганимеда [11].

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

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

Используя полученные нами солнечные фазовые функции для ведущего и ведомого полушарий Европы [12], мы получили значение полуширины оппози-

ционного эффекта на полумаксимуме оппозиционной амплитуды — HWNM — для двух длин волн. Величина HWNM ОЭ Европы для длины волны 0,47 мкм имеет значение $0,166^\circ$ и $0,257^\circ$ для ведущего и ведомого полушарий соответственно, и для длины волны 0,55 мкм — $0,171^\circ$ и $0,260^\circ$.

Полученные значения HWNM ОЭ Европы [12] хорошо согласуются с аналогичными величинами, полученными Dlugach and Mishchenko [4]. Mishchenko [8] показал, что величина HWNM когерентного ОЭ для поверхностей, покрытых водяными частицами субмикронных размеров, имеет значение порядка нескольких десятых долей градуса.

Полученные значения HWNM ОЭ Европы с использованием наземных наблюдательных данных Thompson et al. [13] и предложенного нами метода разделения солнечных и орбитальных вариаций яркости с одновременным подбором параметров отдельно для ведущего и ведомого полушарий Европы показывают, что механизм обратно когерентного рассеяния может быть использован для исследования ОЭ Европы [9, 12, 14].

Полученные значения фотометрических параметров показывают, что поверхность ведущего полушария Европы состоит из частиц, имеющих более сильное обратное рассеяние и более пористое состояние, чем поверхность ведомого. Величина альбеда однократного рассеяния ω отдельной частицы поверхности и амплитуда оппозиционной волны B практически одинаковы для обоих полушарий и в обоих длинах волн.

Используя полученные нами модельные фазовые функции для обоих полушарий Ио, мы определили значение полуширины на полумаксимуме (HWNM) оппозиционного эффекта (ОЭ) Ио [12].

Для длины волны 0,54 мкм значения HWNM Ио равны $0,48^\circ$ и $0,40^\circ$ для ведущего и ведомого полушария соответственно.

Mishchenko [8] показал, что HWNM для когерентного ОЭ для частиц поверхности безатмосферного небесного тела, покрытых частицами водяного льда субмикронных размеров, составляет несколько десятых долей градуса.

Значения HWNM оппозиционной волны Ио, полученные по нашим наблюдениям с использованием нашей модели для разделения солнечных и орбитальных вариаций яркости, показывают, что обратно когерентное рассеяние может быть возможным объяснением ОЭ поверхности Ио.

1. Аврамчук В.В., Шавловский В.И. Оппозиционный эффект спутника Юпитера Каллисто для $\lambda\lambda 0,407-0,755$ мкм // Кинематика и физика небесных тел. — 1988. — 4, № 6. — С.11–15.
2. Довгопол А.Н., Шавловский В.И. Фотометрические характеристики галилеевых спутников Юпитера в спектральной области 0,347–0,792 мкм. Зависимость отражательной способности от орбитального фазового угла вблизи оппозиции // Кинематика и физика небесных тел. — 1985. — 1, № 4. — С.29–36.
3. Шавловський В.І. Аналіз сонячних фазових функцій супутника Юпітера Калісто // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — 8, № 1–2. — С.209–211.
4. Dlugach Zh.M., Mishchenko M.I. Coherent Backscatter as One of the Possible Mechanisms

- sms of Forming the Opposition Brightness Peak for Some Bodies of the Solar System // Solar System Res. — 1999. — **33**, № 6. — P.472–481.
5. *Hapke B.W.* Bidirectional reflectance spectroscopy. 1. Theory // J.Geophys. Res. — 1981. — **86**, NB4. — P.3039–3054.
 6. *Hapke B.W.* Bidirectional reflectance spectroscopy. 3. Correction for macroscopic roughness // Icarus. — 1984. — **59**, № 1. — P.41–59.
 7. *Hapke B.W.* Bidirectional reflectance spectroscopy. 4. The extinction coefficient and opposition effect // Icarus. — 1986. — **67**, № 2. — P.264–280.
 8. *Mishchenko M.I.* The angular width of the coherent back-scatter opposition effect: an application to icy outer Planet satellites // Astrophys. and Space Sci. — 1992. — **194**. — P.327–333.
 9. *Shavlovskiy V.I., Vidmachenko A.P.* Spectrophotometry and surface geology of the Galilean satellites of Jupiter Europa // IX international conference «Near-Earth Astronomy-2015». Terskol (the Kabardino-Balkar Republic, Russia) since August 31 until September 5, 2015.
 10. *Shavlovskij V.I.* Analysis of the Solar phase curves of the Galelian satellite Callisto // Kinematics and physics of celestial bodies. — 2000. — Supplement, № 3. — P.234–236.
 11. *Shavlovskij V.I.* Preliminary analysis of the Solar phase curves of the Jupiter's satellite Ganymede // Kinematics and physics of celestial bodies. — 2000. — Supplement, № 3 — P.237–238.
 12. *Shavlovskij V.I.* Opposition Effects of Jupiter's satellites Io and Europa // Kinematics and physics of celestial bodies. — 2005. — Supplement, № 5. — P.513–516.
 13. *Thompson D.T., Lockwood G.W.* Photoelectric photometry of Europa and Callisto 1976–1991 // J. Geophys. Res. — 1992. — **97**, NE 9. — P.14761–14772.
 14. *Vidmachenko A., Morozhenko A., Klyanchin A., Shavlovskiy V., Ivanov Yu., Kostogryz N.* Asymmetry of reflective properties of the hemispheres of Jupiter satellite Europa // Astronomical School's Report. — 2011. — **7**, № 1. — P.133–144

Застосування аерокосмічних методів для моніторингу лісових пожеж

Шевчук П.І.

Національний авіаційний університет, Київ

Інтеграція України у світове співтовариство вимагає налагодження сучасної системи спостережень за станом лісів, як це усталено в Європі, США та багатьох країнах світу. Проведення довготривалого моніторингу за станом лісів зумовлене не тільки національними потребами, але і міжнародними процесами. Україна є європейською державою, тому оперативне виявлення і ліквідація лісових пожеж є одним з найперших завдань лісової галузі.

В наш час технологічного процесу ми відчуваємо суттєві зміни, які торкаються будь-якої сфери нашого життя. Разом із цими змінами приходять нові конструктивні рішення, як технологічного, так і інформаційного характеру. Перед нами постає питання раціонального використання ресурсів і захист від впливу на них як людини, так і природи. Доцільно розглянути застосування ГІС в лісовому господарстві для забезпечення моніторингу та боротьби із займанням, прискорення процесу ліквідації пожежі.

Можливість отримання якісної та своєчасної початкової інформації для прогнозування НС повністю залежить від рівня розвитку та щільності мереж спостережень за станом потенційно небезпечних територій. В зв'язку з цим виникає потреба залучення всіх доступних засобів оперативного виявлення НС на ранній стадії їх розвитку. Традиційне використання авіації для патрулювання пожежонебезпечних районів потребує значних коштів. Тому за останні декілька десятиліть значно зріс інтерес до використання сучасних супутникових систем зондування земної поверхні для виявлення і моніторингу лісових пожеж та ГІС для їх прогнозування та прийняття рішень.

Основними етапи моніторингу лісів з використанням аерокосмічної інформації є:

- отримання та попереднє оброблення аерокосмічної інформації;
- отримання і нагромадження наземної інформації, яка стосується лісопожежних характеристик;
- одночасне оброблення аерокосмічної та наземної інформації;
- аналіз результатів та прогнозування перспектив розвитку планування ситуацій.

За допомогою камер спостереження проводиться постійний моніторинг лісових насаджень, результати якого виводяться на екрани операторів для їх подальшого опрацювання. Розпізнавальна можливість камер і програмне забезпечення виявляють джерела займання і передають інформацію як оператору, так і пожежній службі, яка отримує координати займання, розповсюдження полум'я, найкоротший маршрут до джерела займання. Така система значно спрощує роботу рятувальних служб і підвищує їх ефективність, що в свою чергу забезпечує зниження втрат від пожежі.

Застосування ГІТ та ДЗЗ має на меті спрощення управління та нагляд за лісовим господарством на рівні розвинених країн. Використання моніторингу забезпечує постійний контроль за лісовими насадженнями і надання інформації про них. Система інтелектуальних транспортних ГІС забезпечує швидку і якісну ліквідацію лісових пожеж.

Особливості застосування даних дистанційного зондування Землі

Шпильова А.П.

Національний авіаційний університет, Київ

Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) нині широко використовуються для вирішення різноманітних завдань наукового і виробничого характеру. Їх застосовують для доповнення, узагальнення та деталізації даних, отриманих наземних шляхом у різних галузях економічної діяльності: землевпорядкуванні, картографуванні, будівництві, гідрології, рибництві, охороні природного навколишнього середовища, сільському, лісовому та водному господарстві. Необхідність отримання актуальної та точної інформації про стан природних об'єктів та потреба в ефективному управлінні виробничими процесами вимагають інтенсивного впровадження методів дистанційного зондува-

ння Землі для отримання необхідної інформації. Для цього використовують дані супутникових систем середнього просторового розрізнення (10–30 м), такі як Landsat TM, ETM+, OLI, Terra ASTER, ALOS, SPOT 5, але для вирішення сучасних питань на сьогодні обсяг цієї інформації є недостатнім. Із стрімким розвитком систем ДЗЗ набули широкого розповсюдження знімки таких супутників, як QuickBird, IKONOS, GeoEye, WorldView2.

Застосування сучасних програмних засобів та методів обробки даних супутникових знімків надвисокого просторового розрізнення дозволяє здійснити дешифрування площ, вкритих і не вкритих лісовою рослинністю, земель сільськогосподарського призначення, населених пунктів та інфраструктури, водних об'єктів тощо. Але не тільки сучасне програмне забезпечення дає нам можливість отримати необхідну інформацію. Слід враховувати також параметри стану атмосфери. Вона істотно впливає на зображення, змінюючи яскравість та знижуючи його контраст. В атмосфері Землі можуть виникати різні оптичні перешкоди — в основному хмарність та аерозолі, що можуть зробити неможливою або суттєво ускладнити обробку знімків. Стан атмосфери залежить від прозорості, що пов'язана із кількістю аерозолів, турбулентності (перемішування повітряних мас), товщини шару, погодних умов тощо. Надалі такі перешкоди має бути усунено до початку аналізу даних.

На сьогоднішній день ДЗЗ із космічних апаратів стало пріоритетним напрямом у космічних програмах багатьох країн нарівні з навігаційними і телекомунікаційними технологіями.

Особливості деформацій фігур супутників планет

Ясенов С.О.

Національний авіаційний університет, Київ

Супутники планет мають фізичні розміри і не є точковими масами, що очевидно, тоді стає зрозумілим, що до них в повному обсязі застосовується закон всесвітнього тяжіння, як і до Землі і всіх інших небесних тіл. Планети та їх супутники створюють вектори сили, які мають взаємовплив на їхні фігури і сприяють зміні гравітаційного потенціалу всередині і зовні небесних тіл. Іноді така взаємодія викликає досить цікаві явища, такі як розігрів супутника Юпітера Іо. Сила тиску, яка діє на тіло, викликає напруження зсуву. У випадку припливної взаємодії, коли планета діє на супутник, та сторона, яка обернена до планети, відчуває більший вплив, протилежна ж навпаки — менший, тому утворюються два припливні горби. Їх величина частково визначається розподілом густини усередині супутника, ще потенціал деформації супутника пов'язаний з власним обертанням, що також деформує фігуру супутника. Заміряючи ці дві величини, ми можемо уявити розподіл густини всередині супутника, наприклад, для Галілеєвих супутників визначення цих двох параметрів на основі розгляду їх фігур як тривісних еліпсоїдів дало змогу наблизитися до визначення їх внутрішньої будови.

Таким чином, фігуру супутника можна апроксимувати тривісним еліпсоїдом, де найбільша вісь направлена на планету, найменша — між полюсами,

середня — у напрямку орбітального руху. Справді, оскільки між півосями супутника існують певні співвідношення, точні вимірювання форми супутника дозволяють з'ясувати, чи знаходиться він в рівновазі, а з залученням інших даних, визначити параметри внутрішньої будови супутника. На рис. 1 зіставляються результуючі еквіпотенціальні поверхні для обох типів деформації. Відзначимо, що в разі обертальної деформації (рис. 1,а) поверхня симетрична щодо осі z , тоді як у разі приливної деформації віссю симетрії служить вісь x (рис. 1,б), спрямована вздовж прямої “супутник–планета”. Зрозуміло, що планета, яка створює припливи, знаходиться на осі x .

Припливні і обертальні деформації можна обчислити окремо і лінійно додати. Далі, рівноважна фігура супутника контролюється силою тяжіння, тобто гравітацією, яка домінує над властивостями міцності речовини з, якої він побудований. Методами математичного аналізу для деяких простих моделей вже знайдено співвідношення між ступенем сплюснутості на полюсах і параметрами, які характеризують розподіл густини. Наприклад, обертальні тіла з однорідною густиною з однією віссю симетрії, що проходить через полюси, відомі під назвою сфероїдів Маклорена; обертові тіла зі сконцентрованою в одній точці (у центрі тіла) масою є варіантами моделі Роша. Форми всіх існуючих супутників планет укладаються між цими двома варіантами. Ми припускаємо, що типова форма супутників планет — тривісний еліпсоїд з різним співвідношенням півосей (від 1,088 : 1,034 : 1 до 1 : 1,00012 : 1,00023), ексцентриситети полярних перетинів лежать в межах від 0,0805 до 0,0002, а екваторіальних — від 0,0330 до 0,0001.

1. *Murray C.D., Dermott S.F.* Solar system dynamics. — Cambridge: Cambridge University Press, 1999. — 592 p.

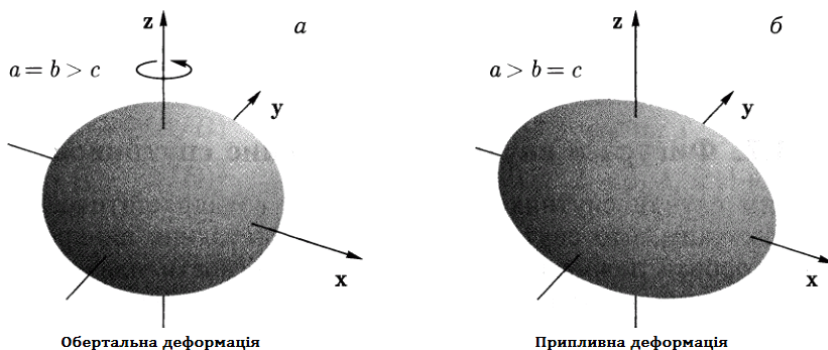


Рис. 1. Приклади еквіпотенційних поверхонь [1], відповідно до: а) обертальної деформації при обертанні навколо осі z ; б) приливної деформації.

Diagnostics of non-sunspot small-scale magnetic fields using SOT/Hinode observations

Lozitsky V.G.¹, Gordovskyy M.², Botygina O.O.¹

¹Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv

²Jodrell Bank Centre for Astrophysics, University of Manchester

The structure of photospheric magnetic fields in three active regions was analyzed using observations of the Solar Optical Telescope on board Hinode. For this purpose, $I+V$ and $I-V$ Stokes profiles of FeI 6301.5Å and FeI 6302.5Å lines were studied in details. The spatial resolution is approximately 300 km. We selected the non-sunspot areas in which the effective magnetic field B_{eff} was in 5–300 G range. It was found that the splitting of FeI 6301.5Å and FeI 6302.5Å lines corresponds to different B_{eff} values, typical $B_{\text{eff}}(6301.5)/B_{\text{eff}}(6302.5)$ ratio is approximately 1.3. In addition, we find the bisectors of $I+V$ and $I-V$ Stokes profiles of FeI 6301.5Å and FeI 6302.5Å lines are substantially different (the bisectors are showing the Zeeman splitting in different distances from the line center). The data indicate the magnetic field in active regions is formed by spatially unresolved elements (flux tubes) with 1.3–2 kG field strength and small filling factor, surrounded by the ambient field with approximately 10–100 G strength. The diameter of one discrete flux tube is estimated to be in the range 24–53 km.

Variability of H_{α} line in the spectrum of the star HD14143

Maharramov Y.M.

Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi,

Azerbaijan National Academy of Sciences

Spectral observations of the supergiant HD14143 in 2013 were carried out using a CCD detector in the echelle spectrometer mounted at the Cassegrain focus of the 2-m telescope of the Shamakhy Astrophysical Observatory. The spectral resolution was $R=15\,000$ and the spectral range is $\lambda\lambda 4700-6700\text{\AA}$. The Echelle spectra were processed with the standard technique using the DECH20 and DECH20t software.

Two spectra of the target star were obtained on each night. The signal-to-noise ratio was $S/N=150-200$. The average exposure was 1200–1500 s, depending on the weather conditions.

The profiles of the H_{α} line in the spectra of this star shows normal P Cyg profile in mainly. Our observations and measurements show that the most variability in the spectrum of HD14143 is displayed by the equivalent width, radial velocity of the H_{α} line.

The radial velocity and equivalent width of the absorption component of the H_{α} line varied between $-(227 \div 159)$ km/s and $0,15 \div 0,43\text{\AA}$, and the emission component varied between $-11 \div +15$ km/s and $0,22 \div 0,94\text{\AA}$, respectively.

The results of all measurements in the spectra HD14143 presented on a time scale in Fig. 1. It has been revealed an anti-correlation between the radial velocity

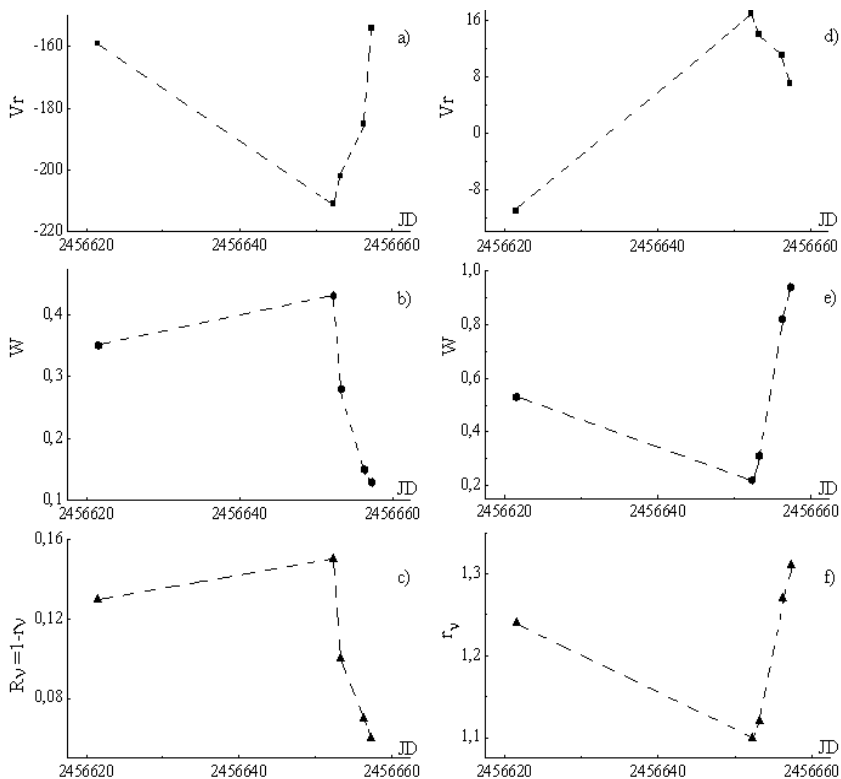


Рис. 1. Variation with time of the radial velocities, equivalent widths, and depths (or residual intensities) in the H_α line in the spectra of HD14143. a), b), c) in the absorption; d), e), f) in the emission.

and spectral parameters of the absorption and emission components of the H_α line.

Variabilities occur synchronously, or sometimes in an antiphase. We assume that these variabilities are caused by the pulsation or can be formed by the strong variable wind in the upper atmosphere of this star, i.e., in layers where the stellar wind is generated. But a number of the observational materials are not enough, therefore it is not possible to reveal the quasi-periodicity of this variability.

Investigation of the atmosphere of HD 203574

Samedov Z.A.^{1,2}, Gadirova U.R.²

¹Baku State University

²Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi,
Azerbaijan National Academy of Sciences

The spectral observations of the star HD 203574 were performed at the Cassegrain focus of 2-meter telescope of N.Tusi Shamakhy Astrophysical Observatory (ShAO) of NAS of Azerbaijan, using echelle spectrometer with the

CCD array, in June 29, 2009. In reseiving and prossesing of echelle spectrograms DECH20 and DECH20T program packages developed at the Special Astrophysical Observatory (SAO) of the Russian Academy of Sciences were used.

By comparatively analysing of values of spectral and photometric parameters characterizing the star determined from observations and theoretical calculations also using parallacs method the effective temperature and gravity ascelation on star’s sufrase of HD203574 (G5III) have been determined (Fig.1):

$$T_{\text{eff}} = 5150 \pm 200 \text{ K}, \quad lgg = 2,7 \pm 0,2.$$

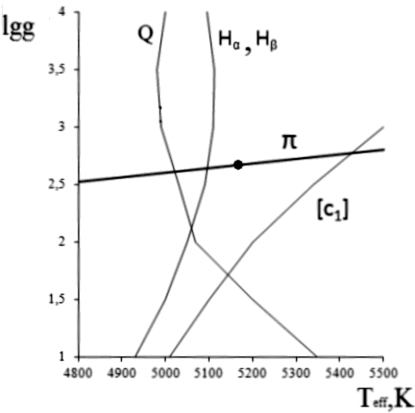


Рис. 1. The $lgg - T_{\text{eff}}$ diagram

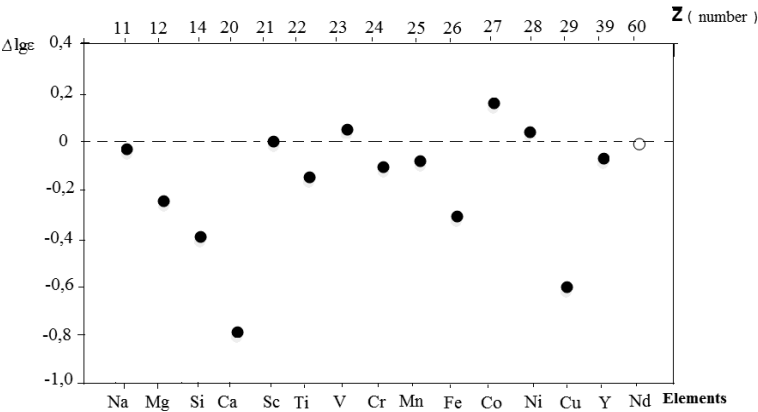


Рис. 2. Comparison of chemical compositions of the star HD203574 and Sun

Using lines of FeI the microturbulent velocities of star’s atmosphere were determined: $\xi_t = 4,2 \text{ km/s}$.

The chemical composition of HD203574(G5III) have been determined. The chemical composition was mainly similar to the solar one. Contents of elements Ca and Cu were found below than for the sun (Fig.2).

About Beta Lyrae magnetic field and problems in the interpretation of its nature

Skulsky M.Yu.

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Our spectral study of the well-known massive close binary system β Lyrae was conducted on powerful telescopes including 2.6-m and 6-m. Among other important achievements it should be noted the discovery and investigation of the magnetic field, and also studying of the dynamics and structure of the accretion disk. These data are insufficiently used in the publications of different studies β Lyrae that leads to inadequate interpretation of its nature. In this vein, it is interesting the statement of the significant contribution of the accretion disk radiation in the light curve of the system and the detection of hot regions on the disk rim during simulation of the light curve in a recent publication [1]. Two hot regions are located in the phases 0,80P and 0,40P with covering respectively 30% and 10% of the disk rim and with the temperatures that are 10% and 20% higher than the average on this disc. It was suggested that these shock regions could be formed by the collision of gas flows with disk in the process of mass transfer but without proper arguments.

From the standpoint of our research of the structure of magnetic field and accretion disc [2] we analyzed the data of absolute spectrophotometry, of curves change of magnetic field, of radial velocities and intensities of spectral lines along the orbital phases. The hotter region of the rim disk at the phase 0,40P is explained naturally by the Coriolis force deflection of the main gas flow that is directed from a donor through a Lagrange point to the accretor's Roche lobe and with a further collision of this flow with the disk. However, this classical hydrodynamic explanation cannot be suitable to a wide hot region of the disk rim that is observed at the phases near 0,80P. The nature of this hot region on the accretion disk must have an entirely different interpretation. The donor's magnetic field should be taken into account because at phases near 0,80P its dipole axis is actually aimed to the observer along of the phases 0,35–0,85P and deflected towards disk of the accretor. The effective magnetic field of the donor varies with the orbital phase of within about 1 kGs [3, 4]. The simulation showed that mass transfer reflecting the structure of the magnetic field of the donor must be more effective in the second quadrature, namely at the phases 0,85P when the pole of magnetic field on the surface of the donor is disposed significantly closer to the accretor. There are ample evidence that to have an understanding of this phenomenon as of the phenomenon of mass transfer, the formation of circumstellar gas structures and their dynamics and energetics that are regulated by magnetic field of the donor [2].

These features of the structure of the donor's magnetic field make possible the process of mass transfer of the magnetized material in the second quadrature phases simultaneously with the mass transfer in phases of the first quadrature, where it is caused by mainly standard hydrodynamic picture. Coordinated actions

forces involved in these processes create original fan-shaped painting of mass transfer which envelops the accretor in both quadratures. Gas flows are directed towards the accretor and collide with the external edges of the half-arc of the rotating accretion disk which is inverted to the donor. Such gas flows that are accelerated to the disk by the donor's magnetic field warm this disk. That is the wide hot region on the disk that is located in the phases near 0,80P could be formed by the collision with this disk of magnetized gas which is canalized by the donor magnetic field. The energy effect of the collision on the disc is significantly strengthened by the counter rotation of the outer edges disc towards the falling gas flows. Thus, the specific structure of the magnetic field oriented in a certain way in the space between the donor and akretor explains heating the wide area on the accretion disk in the line of sight of the observer in phases 0,80P.

1. *Mennickent R.E., Djurasevic G.* // Mon. Not. R. Astron. Soc. — 2013. — **432**. — P.799.
2. *Skulsky M.Yu.* Science and Education a New Dimension // Natural and Technical Sciences. — 2015. — III(6), Issue 54. — P.6.
3. *Skulsky M.Yu.* // Letters to A.J. — 1985. — **11**. — P.51.
4. *Skulsky M.Yu.,Plachinda S.I.* // Letters to A.J. — 1993. — **19**. — P.517.

So is there any 9-th planet in the Solar system?

Vidmachenko A.P.

Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences of Ukraine

In January 2016 M.Brown and K.Batygin informed [1] on the indirect evidence of existence of the ninth planet in the Solar System. They are talking about circumstantial evidence pointing to its possible mass in 10 times the mass of the Earth; its distance from the Sun at perihelion can be ~ 200 AU at aphelion — 600–1200 AU and orbital period — about 15 thousand years. The authors suggest that in the early Solar system about 4,5 billion years ago, the planet was “ejected” from the field of formation of planets near the Sun; and then it slowed down by the gas and “settled” on a remote elliptical orbit. But all these conclusions about the planet based on computer calculations of the orbits of several known trans-Neptunian objects (TNOs), including Sedna, 2004VN112, 2012VP113, 2010GB174 and others (Table 1). M. Brown and K. Batygin suggest that the orientations of the orbits of these objects are positioned so that they should be affected by the existence of unknown large body. It may be a new planet, responding with at them powerful gravitational influence.

We draw attention to Figs.1, which shows the orbit of the TNOs and a possible unknown planet. And, especially, on their location in orbit at moments close to their discovery. When they are found all of them are located quite close to the perihelion, when their brilliance for terrestrial observer was maximal, and the orbital velocity was the largest [2, 3]. But after some 50–100 years, they will pass a convenient place in space for possible discoveries. Then thousands of years, these objects will move in remote areas of their orbits.

Table 1. Trans-Neptunian objects with large aphelion

Objects	Perihelion, AU	Aphelion, AU	The size, km	Distance from the Sun at time of discovery, AU
Sedna	76,315235	1006,54	995 ± 80	89,6 (2003)
2010 GB174	48,7	654	130–300	70,8 (2016)
2012 VP113	80,6	446	300–1000	83 (2014)
2007 TG422	35,6	967	343	37 (2007)
2004 VN112	47,3	607		47,3 (2009)
2013 RF98	36,28	600	50–110	36,5 (2016)

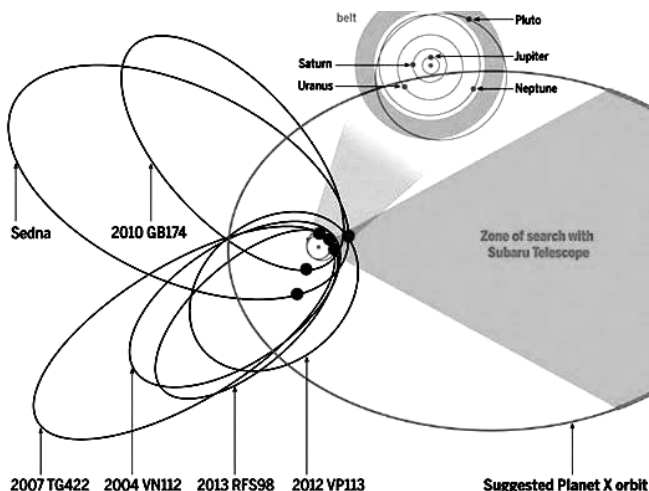


Fig 1. Orbits of TNOs and of possible planet

In this connection, we are very reasonably must be assumed that *on several orders larger number of TNOs should be on the same or similar orbits as 6 objects taken into account in the calculations*. But at a given moment they are all invisible to the terrestrial observer, because of their location in far from the perihelion distance. Due to the sheer eccentricity, the speed of their movement along the orbit near aphelion is several times less than the current value of the speed of staying near the of the perihelion for the recently discovered TNOs. In this connection, the likely amount of the same relatively large TNOs with very eccentric orbits, from a purely probabilistic assumptions should not be counted by units and by many thousands one. Therefore, the real picture of the results of the calculation for the whole ensemble of existing remote objects will be strikingly different than those shown in [1]. And the question of the presence of the ninth planet in Solar system remains on the agenda. Most probably, it is necessary to raise the question about finding of many TNOs in the highly eccentric orbits.

1. *Batygin K., Brown M.* Evidence for a Distant Giant Planet in the Solar System // Astron. J. — 2016. — **151**, №2. — article id. 22, 12 p.
2. *Vidmachenko A.P.* Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the

new class of planets) // Astronomical almanac 2016. — 2015. — **62**. — P.228–249.

3. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies // Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. — Kyiv: Publishing House “Profi”, 2014. — 388 p.

Time-frequency features of decameter drift pairs

Volvach Y., Stanislavsky A.

Institute of Radio Astronomy, Kharkiv

In this report we consider preliminary results of new observations of solar drift-pair (DP) bursts. The experimental investigations have been carried out by the UTR-2 radio telescope at 9–33 MHz with high frequency and time resolution during one of type III burst storms at 10–12 July of 2015. A majority (about 70%) of the DPs had forward drift, and the rest of DPs had reverse drift. We have studied upper and lower frequencies of the occurrence of each DP, their total frequency bandwidth, frequency drift rates and others. The statistical properties of DPs are discussed.

Зміст

Програма роботи конференції	3
<i>Балогланов А.Ш.</i> Спектроскопические переменности звезды сверх-гиганта HD187982	4
<i>Білей Н.В.</i> Застосування ГІС у нафтогазовидобувній галузі	6
<i>Букалов А.В.</i> Решение проблемы космологической постоянной и возникновения пространства-времени	7
<i>Букалов А.В.</i> О вкладе энтропии чёрных дыр в информационную упорядоченность Вселенной.....	8
<i>Букалов А.В.</i> О количестве информации в черных дырах и Вселенной .	9
<i>Видьмаченко А.П.</i> Плавающие льды на поверхности Плутона	10
<i>Видьмаченко А.П.</i> Особенности рельефа поверхности и геологическая активность Плутона	12
<i>Видьмаченко А.П.</i> Следы жизни на Марсе нужно искать вокруг долины Эллады в местах выхода воды из-под поверхности планеты	14
<i>Видьмаченко А.П.</i> Процессы на «юном» Марсе: возможное развитие событий.....	16
<i>Видьмаченко А.П.</i> Влияние солнечной активности на атмосферу Юпитера	17
<i>Видьмаченко А.П.</i> Периодические изменения отражательной способности полушарий Юпитера	19
<i>Видьмаченко А.П., Романюк Я.О., Шляхетская Я.</i> О возможном дополнительном компоненте в затменной двойной системе HS 2231+2441	21
<i>Видьмаченко А.П.</i> Активність процесів на поверхнях тіл Сонячної системи	23
<i>Видьмаченко А.П.</i> Ударні кратери при падінні крупних астероїдів на території України	27
<i>Власенко А.В., Ніколаєнко М.І.</i> Методи вивчення антропогенного ландшафту	30
<i>Волчанський О.</i> Вивчення астрометрії в середній школі	31
<i>Вольвач А.Е., Курбасова Г.С.</i> О проблеме экологической безопасности Крыма	33
<i>Вшивцева Я.О.</i> Нові кратери на Місяці	34

<i>Гулиев Р.А., Гулиев А.С.</i> О связи долгопериодических комет и крупных транснептуновых планетных тел	35
<i>Демчина А.В.</i> Маса іонізованого газу в оболонках планетарних туманностей з врахуванням характеру радіального розподілу густини газу	35
<i>Деркач Т.М., Довганюк М.І., Телецький О.М., Оптасюк С.В., Смірнов О.Е., Яценюк Ю.В.</i> Варіації магнітного поля Землі	36
<i>Деркач Т.М., Довганюк М.І., Криськов Ц.А., Люба Т.С., Рачковський О.М., Смірнов О.Е.</i> Статистика землетрусів за 2015 рік	37
<i>Долгополов А.</i> Дослідження змін рівня Чорного Моря	38
<i>Железняк О.А.</i> О влиянии вращения, магнитного и внешнего гравитационного поля на эволюцию самогравитирующих систем	39
<i>Железняк О.О., Каплінська А.О.</i> Просторово-часові зміни рівня Балтійського, Чорного та Азовського морів	40
<i>Железняк О.О. (мол.)</i> Застосування інфрачервоної зйомки для дослідження теплових полів міських агломерацій	40
<i>Захожай В.А., Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В.</i> Поиск и исследование переменных звезд	41
<i>Зацерковний В.І., Зоря В.Г.</i> Використання даних аерокосмічного зондування Землі для підвищення ефективності бойових дій Збройних Сил	42
<i>Зацерковний В.І., Литвин Я.М.</i> Застосування геоінформаційних технологій в моніторингу забруднення ґрунтів на прикладі Чернігівської області	43
<i>Зацерковний В.І., Селюк М.С.</i> Застосування ГІС для картографування якісного стану ґрунтів Чернігівської області	44
<i>Зелик Я.І., Чорний С.В.</i> Калібрування у польоті супутникових оптико-електронних сенсорів спостереження Землі в Україні	45
<i>Иваненко Н.В., Базей А.А.</i> О некоторых системах двойных астероидов, сближающихся с Землей	47
<i>Исмаилова Ш.К.</i> Спектральное исследование гипергиганта HD183143 .	48
<i>Ищенко М.В.</i> Определение скоростей движения перманентных станций в Центре анализа ГНСС-данных ГАО НАН Украины и их интерпретация	49
<i>Ігнатишин В.В., Ігнатишин В.В.</i> Геодинамічний та сейсмічний стани Карпатського регіону	49

<i>Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В.</i> Аналіз параметрів екогеофізичних полів та шляхи покращення екологічного стану Закарпатського внутрішнього прогину	51
<i>Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Ігнатишин В.В.</i> Моніторинг магнітного поля Землі та екологічно небезпечні процеси земної кори	52
<i>Ігнатишин В.В., Ігнатишин М.Б.</i> Астрофізичний аспект дослідження сейсмічно активних регіонів	53
<i>Клецонок В.В., Чурюмов К.И., Мозговая А.М., Мельник М.В.</i> Морфология околоядерной области кометы 67P/Чурюмова–Герасименко в появлении 1969–1970 гг.	55
<i>Клюєва А.І., Белов А.В., Єрошенко Є.О.</i> Енергетичний спектр космічних променів під час Форбуш-ефектів	56
<i>Ключковский С.М.</i> Маніпулятор для орбітальної станції	56
<i>Коломиец С.В.</i> Выборочный каталог гиперболических орбит метеорных тел по архивным данным радиолокационных наблюдений в Харькове (1976 г., август)	58
<i>Комендант В.Г., Кошкин Н.И., Рябов М.И., Сухарев А.Л.</i> Динамика торможения ИСЗ в 23–24 циклах солнечной активности	59
<i>Кравченко Д.В.</i> Використання функцій Бесселя для розв'язку нестационарної динамічної задачі небесної механіки	59
<i>Криводубський В.Н.</i> Роль двох типів альфа-ефекту в генерації полярного магнітного поля Сонця	60
<i>Криводубський В.Н.</i> Походження і генерація магнітних полів в космосі	62
<i>Кузнецова Ю.Г., Мацяка А.М., Захожай О.В., Крушевская В.Н., Видьмаченко А.П., Романюк Я.О.</i> Моделирование при исследовании экзопланет и околозвездных дисков в ГАО НАН Украины ..	64
<i>Кузнецова Ю.Г., Крушевская В.Н., Видьмаченко А.П., Шляхецкая Я.О., Андреев М.В., Романюк Я.О.</i> Исследования экзопланет в ГАО НАН Украины	65
<i>Левченко Т.А., Неводовський П.В., Відьмаченко А.П., Мороженко О.В., Сарибоба Г.В., Збруцький О.В., Івахів О.В.</i> Випробування макету поляриметра УФП на телескопі АЗТ-2	66
<i>Лозицький В.Г.</i> Нові спостережні дані про екстремально сильні магнітні поля в активних областях на Сонці	67
<i>Лозицький В.Г.</i> Зоря на ім'я Сонце: наукові дані і невирішені проблеми	69

<i>Лубський М.С.</i> Глобальні продукти обробки зображень теплового діапазону електромагнітного спектру	70
<i>Михальченко О.И., Шевченко В.Г.</i> Альbedo астероидов из покрытий: новые определения и пересмотр ранее полученных данных ...	71
<i>Михальчук В.В.</i> Долгопериодические календарные лунно-солнечные циклы.....	72
<i>Мозгова А.М.</i> Каталог і побудова діаграм Гротріана для ліній мультиплетів хімічних елементів, що спостерігаються в спектрах метеорних ком	73
<i>Наливайко О.М.</i> Застосування ДЗЗ для моніторингу лісових пожеж ...	74
<i>Пересунько Б.О., Недогонова А.М., Крамаренко С.О., Джуман Б.Б., Янків-Вітковська Л.</i> Відновлення часового стану іоносфери за даними регулярних визначень показника ТЕС	75
<i>Погорєлов О.С.</i> Аналіз кадастрової інформації у геоінформаційній системі для управління земельними ресурсами.....	76
<i>Пономаренко В.О., Сімон А.О. Чурюмов К.І.</i> Спектрофотометричні дослідження комет C/2014 Q2 (Lovejoy) та C/2013 US10 (Catalina)	77
<i>Путренко В.В.</i> Статистичний аналіз даних землекористування для цілей регіонального управління в Україні	77
<i>Рустамов Д.Н., Абдулкеримова А.Ф.</i> Некоторые спектральные особенности спектрально-двойной звезды HD 206267	79
<i>Семенів О.В.</i> Аналіз інформативних компонент для оцінювання концентрації біохімічних параметрів рослинності за спектром відбиття	80
<i>Скакун Н.А.</i> Оцінка інвестиційного потенціалу України за допомогою ГІС	81
<i>Сорочинський Р.Р., Неводовський П.В., Відьмаченко А.П., Гераймчук М.Д., Івахів О.В.</i> Стенд для дослідження та випробування макету ультрафіолетового фотополяриметра (УФП)	82
<i>Станкевич С.А., Васько А.В., Герда М.И.</i> Методология определения технических требований к бортовой съёмочной аппаратуре дистанционного зондирования планет	83
<i>Трясій О.В.</i> Застосування ГІТ для створення бази геоданих акваторії Чорного та Азовського морів	85
<i>Фарковець Є.І.</i> Створення векторного шару тестових ділянок для калібрування супутникових оптико-електронних сенсорів ДЗЗ....	85

<i>Чурюмов К.І.</i> Фізичні і хімічні властивості восьми ядер періодичних комет під час їх досліджень космічними місіями від “АЙСа” до “Розетти” в 1985–2016 рр.	88
<i>Чурюмов К.И., Видьмаченко В.П., Стеклов А.Ф., Дашиев Г.Н., Стеклов Е.А., Степахо И.В.</i> Опыт мониторинга сумеречных болидов в 2013–2016 гг. и программа будущих наблюдений	93
<i>Хижняк А.В.</i> Міждисциплінарні наукові дослідження на основі інтеграції аерокосмічних та наземних даних	94
<i>Храмцов В.П.</i> Поиск и открытие новых переменных звёзд. Исследование физических характеристик и оценка вероятности открытия переменных	96
<i>Шавловский В.И.</i> Сравнительный анализ фотометрических параметров поверхностей галилеевых спутников Юпитера	98
<i>Шевчук П.І.</i> Застосування аерокосмічних методів для моніторингу лісових пожеж	100
<i>Шпильова А.П.</i> Особливості застосування даних дистанційного зондування Землі	101
<i>Ясенов С.О.</i> Особливості деформацій фігур супутників планет	102
<i>Lozitsky V.G., Gordovskyy M., Botygina O.O.</i> Diagnostics of non-sunspot small-scale magnetic fields using SOT/Hinode observations.	104
<i>Maharramov Y.M.</i> Variability of H_{α} line in the spectrum of the star HD14143.....	104
<i>Samedov Z.A., Gadirova U.R.</i> Investigation of the atmosphere of HD 203574.....	105
<i>Skulsky M.Yu.</i> About Beta Lyrae magnetic field and problems in the interpretation of its nature	107
<i>Vidmachenko A.P.</i> So is there any 9-th planet in the Solar system?	108
<i>Volvach Y., Stanislavsky A.</i> Time-frequency features of decameter drift pairs	110

Наукове видання

Під загальною редакцією

завідувача кафедри аерокосмічної геодезії

Національного авіаційного університету

д.ф.-м.н., проф. *Железняк О.О.*

члена-кореспондента НАН України, д.ф.-м.н., проф.

Чурюмова К.І. (Астрономічна обсерваторія Київського
національного університету імені Тараса Шевченка)

технічний редактор *Терещенко А.О.*

Національний авіаційний університет

Україна, м. Київ, проспект Космонавта Комарова, 1

Видано 100 екз.